



FRANCE STRATÉGIE
ÉVALUER. ANTICIPER. DÉBATTRE. PROPOSER.

RAPPORT

MAI
2018

Les politiques publiques en faveur des véhicules à très faibles émissions



LES POLITIQUES PUBLIQUES EN FAVEUR DES VÉHICULES À TRÈS FAIBLES ÉMISSIONS

Rapport écrit sur la base des éléments fournis par
les services économiques régionaux de la DG-Trésor
(Berlin, La Haye, Londres, Madrid, New Dehli, Oslo,
Pékin et Washington)

Rapporteurs

Dominique Auverlot, Nicolas Meilhan,
Bérengère Mesqui et Aude Pommeret



Mai 2018



AVANT-PROPOS

Enjeu majeur pour la politique de développement durable, le véhicule électrique est aussi une opportunité industrielle dont la France doit se saisir. Les ventes annuelles, en progression de quelque 60 % en 2017, ont largement franchi le million d'unités dans le monde, dont la moitié en Chine. Elles dépassent même 10 % des ventes de véhicules neufs dans trois zones géographiques : en Norvège, dans les métropoles chinoises de Pékin, Shanghai et Shenzhen, et enfin dans une trentaine de villes californiennes. Si la prévision en la matière reste difficile, il est néanmoins probable que le parc de véhicules électriques comptera des dizaines de millions de véhicules en 2030, avec un marché annuel de plusieurs dizaines de milliards de dollars. Le mouvement est en marche et pourrait s'accélérer.

Jusqu'à un passé récent, le véhicule électrique, compte tenu de son autonomie voisine de 150 km, restait cantonné aux trajets du quotidien. Grâce aux progrès technologiques et à la baisse du coût des batteries, nous entrons dans une nouvelle phase de la mobilité électrique sur plus longues distances. Les nouveaux modèles seront bientôt capables d'effectuer des trajets de 300 km, avec une recharge quasi complète en moins d'une demi-heure. D'ores et déjà, les véhicules hybrides rechargeables permettent de combiner l'électrique pour les trajets du quotidien et le thermique pour les grandes distances : ils sont une solution intermédiaire qui doit être encouragée, si leur autonomie en mode électrique est suffisante.

Une telle révolution implique de repenser l'articulation entre le véhicule automobile et son système d'approvisionnement en énergie. Production, transport et distribution d'électricité, l'ensemble doit former système avec le véhicule électrique. Les batteries ne seront plus cet objet passif que constituait le réservoir à essence : elles pourront rendre des services au réseau électrique, en adaptant la puissance de leur recharge pour répondre à l'offre, en participant au réglage de la fréquence du réseau, voire à plus long terme en fournissant de l'énergie dans la maison ou au réseau dans les périodes de pointe.

Cette transformation en profondeur sera rendue possible par le développement concomitant du numérique, de l'intelligence artificielle et du véhicule autonome. Mais

cette formidable grappe d'innovations simultanées ne pourra être mise à profit par la France que si elle investit, dès aujourd'hui, dans les savoir-faire clés et dans la recherche amont. Sont concernés en priorité le domaine des batteries mais aussi un certain nombre de secteurs plus transversaux (nouveaux moteurs, nouveaux matériaux et recyclage, gestion de l'électricité, numérique et intelligence artificielle) et la formation professionnelle (dans tous ces domaines, mais aussi dans la gestion des réseaux à haute tension et la mécatronique) permettant aux entreprises et à leurs personnels de maîtriser ces innovations.

Ce que ce rapport constate, c'est que dans les trois zones géographiques où la croissance du véhicule électrique est la plus rapide, cet essor résulte de **politiques publiques volontaristes** reposant d'abord sur des incitations financières élevées – et maintenues dans la durée – qui viennent compenser le surcoût du véhicule électrique. Ces politiques volontaristes reposent également sur des avantages indirects – péages gratuits, possibilité de circuler dans des voies réservées, etc. – et, dans deux cas sur trois, sur la mise en place de quotas de vente de véhicules électriques imposés aux constructeurs.

Au-delà de ses actions dans la R & D et la formation, la France doit donc poursuivre durant les prochaines années sa politique d'incitations directes ou indirectes au véhicule électrique, notamment sous forme de bonus à l'achat d'un tel véhicule. Cette aide pourrait être croissante en fonction de l'autonomie réelle du véhicule, afin d'encourager une mobilité électrique de moyenne-longue distance. Elle a cependant vocation à diminuer au fur et à mesure de la diffusion du véhicule électrique et de la baisse de ses coûts.

En parallèle, la France doit poursuivre le déploiement, en bonne intelligence entre le public et les acteurs privés concernés, des bornes de recharge. Vaste chantier qui n'en est qu'à ses débuts, dans la perspective – ambitieuse – d'un parc de véhicules électriques de 3 à 4 millions d'unités d'ici une quinzaine d'années, soit une multiplication par vingt du nombre actuel de véhicules électriques rechargeables. D'autant que ces bornes devront être de plus en plus puissantes pour répondre à l'augmentation de capacité des batteries et qu'elles devront être accessibles à tous et à coût modéré.

Gilles de Margerie

Commissaire général de France Stratégie



SOMMAIRE

SYNTHÈSE	9
INTRODUCTION	23
CHAPITRE 1 – DES ENGAGEMENTS POLITIQUES FORTS, UN DÉVELOPPEMENT ENCORE FAIBLE.....	25
1. Plusieurs pays ont programmé la fin du véhicule thermique.....	25
1.1. Les annonces.....	25
1.2. Une définition qui varie selon les pays	28
1.3. Des motivations diverses	28
1.4. Les restrictions de circulation accélérées par les décisions de justice	30
2. En forte hausse, les ventes restent faibles, sauf exceptions	31
3. Les ventes de véhicules électriques à hydrogène restent confidentielles.....	36
4. L'essor des véhicules utilitaires légers électriques a commencé... en Chine	38
5. La diffusion accélérée des voiturettes et deux-roues électriques en Chine	38
6. Les bus électriques.....	38
7. Les camions « propres » en démonstration.....	41
CHAPITRE 2 – LES INSTRUMENTS DE POLITIQUE PUBLIQUE MOBILISÉS	43
1. Des incitations à plusieurs leviers.....	46
2. Des incitations massives là où le véhicule électrique connaît un essor rapide ...	51
2.1. L'exemple de la Norvège : les exemptions de taxes	51
2.2. L'exemple de la Chine : incitations financières, quotas sur les ventes des constructeurs et sur les immatriculations.....	53
2.3. L'exemple de la Californie	56
3. Les mesures d'incitation peuvent orienter le choix des consommateurs entre véhicules électriques à batterie et véhicules hybrides rechargeables	58

4. Revers de la médaille : la fin des incitations publiques peut conduire à une baisse très rapide des ventes	59
4.1. L'exemple du Danemark : l'effondrement des ventes de VEB.....	59
4.2. L'exemple des Pays-Bas : l'effondrement des ventes de VHR.....	61
5. Restrictions à la circulation des véhicules les plus polluants et zones zéro émission au cœur des grandes villes européennes	64
6. L'articulation des politiques favorisant le développement du VE entre les différents niveaux de collectivité	66

CHAPITRE 3 – LE DÉPLOIEMENT DES BORNES DE RECHARGE 69

1. Une condition nécessaire mais non suffisante	71
1.1. Recharge lente : un déploiement inégal suivant les pays	73
1.2. Recharge rapide ou à haute puissance : un réseau inégal suivant les pays et q i reste largement à construire en France	75
2. Le financement : le secteur privé en relais de la puissance publique	78
3. Le déploiement actuel des bornes se heurte à un certain nombre de difficultés..	85
3.1. Les points de recharge dans la rue et les parkings publics pour des ménages ne possédant pas de parking privé.....	87
3.2. Les points de recharge pour logements collectifs.....	87
3.3. Les bornes de recharge rapide sur autoroute.....	88
3.4. L'appel de puissance et la mise en place de bornes de recharge intelligentes pouvant rendre des services au réseau.....	90
3.5. Le système de recharge à domicile et le réseau de distribution peuvent nécessiter des aménagements.....	92
3.6. Le développement des normes et des bornes interopérables	94

CHAPITRE 4 – ANTICIPER UN DÉVELOPPEMENT À GRANDE ÉCHELLE DE LA PRODUCTION 99

1. L'organisation de la filière automobile : des caractéristiques propres	100
2. S'appuyer sur une véritable politique industrielle	102
2.1. Politique environnementale ou politique industrielle ?	102
2.2. Renforcement de la <i>supply chain</i> , soutien à la R & D et à la formation : l'exemple du Royaume-Uni	110

3. Incertitudes sur l'évolution à terme de l'emploi	113
3.1. Les principaux effets directs et indirects sur l'emploi.....	113
3.2. Des résultats très différents suivant les études	118
3.3. Le leadership français et européen sera déterminant	121

ANNEXES

Annexe 1 – Lettre de mission.....	127
Annexe 2 – Émissions des véhicules hybrides rechargeables	129
Annexe 3 – L'accord sectoriel britannique sur l'automobile.....	131
Annexe 4 – Sigles et abréviations.....	135



SYNTHÈSE

Dans la perspective d'une neutralité carbone à l'horizon 2050, le Plan climat gouvernemental présenté par le ministre d'État, ministre de la Transition écologique et solidaire en juillet 2017 retient comme objectif de mettre fin à la vente des voitures émettant des gaz à effet de serre d'ici 2040. Plusieurs autres pays ont annoncé leur volonté d'interdire la vente de véhicules thermiques, avec des champs et des horizons variables. Ce rapport passe en revue le contenu de ces « interdictions » ainsi que les stratégies de développement de véhicules à très faibles émissions destinées à les préparer. Sont examinées les politiques publiques de huit pays — Allemagne, Royaume-Uni, Pays-Bas, Espagne, Norvège, États-Unis, Inde et Chine. À l'instar de ces politiques, le rapport se concentre sur les véhicules électriques pour particuliers¹, même s'il évoque les bus et véhicules utilitaires légers électriques, ainsi que l'utilisation de l'hydrogène.

1. Les ventes de véhicules électriques ont atteint 1,2 million d'unités dans le monde en 2017, soit 1,5 % des ventes de voitures neuves, en hausse de près de 60 % par rapport à 2016. Huit pays — Chine, États-Unis, Japon, Norvège, Royaume-Uni, France, Allemagne et Suède — représentent à eux seuls 90 % des ventes mondiales, avec un marché largement dominé par la Chine : 600 000 ventes, dont 80 % de véhicules électriques à batteries (VEB) et 20 % de véhicules hybrides rechargeables (VHR). Quatre pays ont fixé des objectifs d'arrêt des ventes des voitures neuves thermiques à moyen terme : les Pays-Bas en 2030, l'Écosse en 2032, la France et le Royaume-Uni en 2040. La Norvège a annoncé son intention d'atteindre 100 % des ventes de véhicules électriques en 2025 mais sans interdire la vente de véhicules thermiques, les incitations financières devant suffire à obtenir ce résultat. La Californie quant à elle impose des quotas de ventes de véhicules

¹ Le terme véhicule électrique (VE) comprendra ici les véhicules électriques à batteries (VEB), les véhicules hybrides rechargeables (VHR) et les véhicules à hydrogène (VEH₂). Il ne comprendra pas les véhicules hybrides non rechargeables (VHNR), dont le fonctionnement en mode électrique n'excède pas quelques kilomètres (l'électricité provenant de la récupération de l'énergie cinétique du véhicule).

électriques aux constructeurs. La Chine qui devrait faire de même à partir de 2019 s'est de plus fixé des objectifs de ventes de véhicules à énergies alternatives (2 millions en 2020, 3 millions en 2025). L'Inde, qui avait d'abord annoncé son souhait (probablement irréaliste) d'aboutir à un parc automobile entièrement électrique dès 2030, s'oriente vers un objectif (plus atteignable mais encore ambitieux) de 30 % des véhicules roulant à l'électricité à la même date. À l'inverse, cependant, les ventes de véhicules électriques en 2017 n'ont pas dépassé quelques centaines, voire quelques dizaines d'unités dans plus d'une quinzaine de pays de l'Union européenne.

2. Les progrès en matière de batterie favorisent la diffusion du véhicule électrique. Jusqu'à présent, le VE en France servait surtout aux trajets du quotidien, compte tenu de son autonomie limitée : les bornes de recharge rapide sur autoroute restaient peu utilisées. Les progrès récents des batteries au lithium (avec une cathode principalement composée de nickel, de manganèse et de cobalt) ont conduit à une division par deux de leur coût. Ils permettent d'envisager, pour les véhicules particuliers neufs, des parcours de moyenne distance voisins de 250 km (pour des batteries de 40 kWh et de 150 km sur autoroute¹), avec une recharge de 80 % de la batterie en moins de trente minutes. La vente des véhicules électriques à batteries (VEB), qui restent principalement utilisés pour les trajets du quotidien, s'en trouvera stimulée. Dès 2019, la longue distance (400 km sur route et 250 sur autoroute) devrait être permise par des batteries de plus forte capacité (60 kWh). C'est le pari de Tesla mais aussi de nombreux constructeurs². Il suppose la présence le long des principaux axes routiers de bornes de recharge rapide d'une puissance supérieure à 150-200 kW, bien signalées et si possible abritées de la pluie. Comme c'est déjà le cas en Chine, il serait logique que chaque modèle de VEB soit présenté à la vente en plusieurs options correspondant à une autonomie plus ou moins forte du véhicule (et à un coût plus ou moins élevé).

3. Sur longue distance, le véhicule hybride rechargeable est le concurrent direct d'un VEB doté d'une batterie de forte capacité. Le VHR offre une double motorisation thermique et électrique ainsi qu'une autonomie électrique de quelques dizaines de kilomètres. S'il ne représente que la moitié des ventes de VEB au niveau mondial, il fait jeu égal avec celui-ci sur le continent européen. En 2017, les ventes

¹ Sur autoroute, la consommation est plus proche de 20 à 25 kWh /100 km.

² Notamment, et sans souci d'exhaustivité, la Kia Niro annoncée pour 2018 avec 64 kWh, la Nissan Leaf pour 2019 avec 60 kWh, la Kona de Hyundai pour 2018 avec 60 kWh, mais aussi la Jaguar I-Pace avec 90 kWh, et la Audi e-tron SUV avec 95 kWh, ainsi qu'un grand nombre de modèles chinois présentés lors du dernier salon automobile de Pékin en avril 2018.

respectives de VEB et de VHR sont équilibrées¹, avec un léger avantage à l'hybride rechargeable (143 974 contre 135 369) : elles dépendent cependant fortement des pays et des incitations publiques (voir tableau ci-dessous).

Ventes de VEB et de VHR en 2017

	France	Pays-Bas	Norvège	Espagne	Suède	Allemagne	Royaume-Uni
VEB	24 910	9 897	33 025	3 920	4 217	25 056	13 597
VHR	11 868	1 158	25 165	3 370	15 447	29 439	31 154

Source : ACEA

Quand les incitations publiques conduisent à des prix d'achat comparables, les ventes de VHR, plus polyvalents car sans contrainte sur l'autonomie, sont supérieures à celles des VEB. Plusieurs pays accordent cependant des avantages moindres aux VHR qui, fonctionnant le plus souvent en mode thermique, émettent des quantités de gaz à effet de serre nettement plus importantes que celles retenues à l'issue des tests d'homologation. Des mesures effectuées aux Pays-Bas ont mis en évidence un écart de un à trois entre les essais et la circulation réelle, ce qui doit inciter à revoir les règles de détermination des émissions de CO₂ des VHR lors de l'homologation, pour éviter les achats d'opportunité liés à une fiscalité avantageuse.

Dans tous les cas, la suppression ou la diminution trop rapide des subventions conduit à un effondrement des ventes, constaté aux Pays-Bas pour les VHR et au Danemark pour les VEB. L'avenir des VHR dépendra donc à la fois de leur coût relatif par rapport aux VEB et des incitations publiques. Une future régulation devrait inciter à leur utilisation en mode électrique : de nouveaux VHR dotés d'une autonomie électrique réelle de plus de 60 km leur permettant de couvrir 80 % des trajets journaliers et d'un moteur thermique pour les trajets longue distance nous rapprocheraient de cet objectif.

Le véhicule à hydrogène permet aussi de réaliser de longs trajets. Il n'a cependant été vendu qu'à 3 000 exemplaires dans le monde en 2017 : son coût² le limite pour le moment à des opérations de démonstration fortement subventionnées à l'intention de « flottes captives » et des poids lourds. La multiplication des véhicules grand public paraît difficilement envisageable avant 2030³. Le gouvernement japonais reste néanmoins très ambitieux dans ce domaine : il envisage 40 000 véhicules à hydrogène

¹ Si l'on considère l'UE-28 et l'AELE (Suisse, Norvège, Islande et Lichtenstein).

² Voisin actuellement de 66 000 euros pour la Toyota Mirai.

³ Voir les travaux CEA/DGEC sur le déploiement de l'hydrogène dans la transition énergétique.

d'ici 2020, 200 000 d'ici 2025 et 800 000 d'ici 2030 et prévoit à cet effet 160 stations à hydrogène en 2020 et 320 en 2025.

4. Les véhicules électriques dépassent les 10 % des ventes de voitures neuves dans trois zones dans le monde : en Norvège, dans les villes chinoises de Pékin, Shanghai et Shenzhen, et désormais dans une trentaine de villes californiennes : elles n'étaient qu'une quinzaine en 2016. Avec une proportion de moins de 3 %, les villes françaises et allemandes sont loin derrière. En 2015, aux Pays-Bas, les ventes de VE étaient voisines de 10 % mais, en deux ans, la baisse des subventions a entraîné une division par quatre de celles-ci. Chacune des trois zones pionnières présente un certain nombre de spécificités.

- **En Norvège.** Le gouvernement a mis en œuvre de façon massive des incitations financières directes (exemption de taxe à l'importation et de TVA) et indirectes (gratuité des péages routiers, tunnels et traversées en ferry, possibilité d'emprunter les voies réservées aux bus). Le véhicule électrique est donc moins cher à l'achat que son équivalent thermique et bénéficie en outre d'une électricité d'origine principalement hydraulique peu coûteuse. Le cumul de ces avantages est tel que l'atteinte de l'objectif de 100 % de ventes de VE en 2025 ne repose pas sur une interdiction des ventes des véhicules thermiques mais sur la préférence que devrait exprimer le consommateur. La diffusion du véhicule électrique découle donc du choix volontaire de ce pays – qui, grâce aux recettes liées à la vente de ses hydrocarbures, affiche un des plus hauts niveaux mondiaux de PIB par habitant¹ – de lutter contre le changement climatique.
- **En Californie.** En 2016, la Californie représentait 50 % des ventes de véhicules électriques aux États-Unis, dont 20 % pour la seule ville de Los Angeles. Il y a là d'abord un effet de mode pour des consommateurs aisés séduits par un nouveau constructeur, Tesla, qui concilie la protection de l'environnement et les avantages du numérique et recrée un « désir d'automobile ». L'État californien a participé à ce mouvement dès les années 1990 avec son programme « Véhicules à zéro émission » qui impose à chaque constructeur de vendre un quota de véhicules électriques de plus en plus élevé avec le temps. En complément des aides nationales, qui s'élèvent à 7 500 dollars par véhicule pour les premiers 200 000 modèles vendus aux États-Unis par un constructeur², la Californie a mis en place

¹ Le troisième en 2017 derrière le Luxembourg et la Suisse.

² Tesla qui a déjà vendu 178 000 VE aux États-Unis et General Motors 176 000 se rapprochent du seuil des 200 000 véhicules vendus au-delà duquel les aides nationales devraient fortement baisser. Pour éviter une chute brutale de leurs ventes, ces deux constructeurs devront réduire fortement leurs

un dispositif d'aide à l'achat décroissant avec le revenu. Enfin, à Los Angeles même, la possibilité pour les véhicules électriques d'utiliser les voies réservées au covoiturage constitue un avantage non négligeable.

- **En Chine.** Actuellement, dans le monde, un véhicule électrique sur deux se vend en Chine : ce pays souhaite développer son industrie automobile et imposer son leadership industriel dans ce secteur. Un programme « Véhicules à zéro émission » sur le modèle californien doit voir le jour en 2019. L'essor actuel du VE provient des fortes incitations financières au niveau national, avec des subventions à l'achat réservées aux modèles de marque chinoise, parfois complétées par des aides régionales et locales. Le total couvre souvent plus de la moitié du prix d'achat. Ces subventions devraient diminuer dans les prochaines années au fur et à mesure de la montée en puissance des quotas de ventes de VE qui seront imposés aux constructeurs à partir de 2019. En outre, Pékin et Shanghai réservent une part croissante — désormais majoritaire — aux véhicules électriques dans l'attribution des nouvelles plaques d'immatriculation. Enfin, la Chine encourage fortement le développement des deux-roues électriques (30 millions de ventes en 2017), des bus électriques (90 000 en 2017) et des voiturettes électriques (1,2 à 1,5 million en 2017).

Les VE dépassent également les 10 % de ventes en Islande (11,7 % en 2017), grâce à une politique comparable à celle de la Norvège (exemption de TVA et de taxe à l'achat). Ce pourcentage élevé montre l'intérêt des véhicules électriques pour les territoires insulaires dès lors qu'ils bénéficient d'une ressource électrique décarbonée abondante et que leur taille correspond à l'autonomie des véhicules.

De ce panorama ressort l'idée que le développement du véhicule électrique ne peut se faire sans incitations financières fortes et dans la durée à destination du consommateur, mais aussi sans incitations indirectes, voire sans quotas de vente imposés aux constructeurs. Dans ces conditions, et sans évoquer l'augmentation progressive de la composante carbone de la TICPE¹, déjà prévue par la loi, **plusieurs mesures pourraient faire l'objet d'une évaluation plus précise** avant d'être éventuellement reprises en Europe ou en France.

- *Des quotas de ventes de véhicules électriques et à faibles émissions pourraient être imposés aux constructeurs.* L'Union européenne, en abaissant régulièrement

prix de vente : c'est le pari de la Tesla Model 3 qui devrait être bien moins chère que le modèle S (69 000 euros). À moins que le gouvernement, prenant en compte les intérêts des deux constructeurs, ne relève ce seuil : <https://electrek.co/2018/03/16/electric-vehicle-tax-credit-cap-tesla-gm/>.

¹ Taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques.

les normes d'émissions de la moyenne des véhicules neufs, utilise de fait une forme de quota qui exerce un effet incitatif non négligeable sur la stratégie des constructeurs. Pour le moment, ils choisissent plutôt de réduire les émissions des véhicules thermiques et de développer les hybrides. Les constructeurs allemands ont cependant bien compris que le développement de l'électrique leur permettait de réduire les montants des pénalités qui pourraient leur être imposées. Lors de la définition des normes d'émissions à 2030, le Parlement européen a souhaité que de véritables quotas de ventes de VE soient mis en place dès 2025, ce qui permettrait de donner un objectif à chaque constructeur. L'Association européenne des constructeurs automobiles s'est cependant prononcée contre cette mesure, en soulignant que sa réalisation dépendait fortement des incitations publiques. L'utilisation de tels quotas en Europe n'en deviendrait pas moins nécessaire si la progression du VE venait à stagner.

- *Le maintien des aides financières actuelles reste nécessaire* tant que le coût du véhicule électrique¹ sera supérieur à celui du véhicule thermique. Ces aides pourraient être modulées en fonction des revenus, comme en Californie, ou limitées aux véhicules électriques coûtant moins de 60 000 euros, comme en Allemagne (afin de cibler les personnes qui en ont le plus besoin). Elles ont enfin vocation à diminuer progressivement avec la baisse des coûts de production.
- *Le recours à des incitations indirectes pourrait être accentué en France* : gratuité des péages autoroutiers pour les VE et VUL électriques, accès gratuit aux parkings munis de bornes de recharge, tarifs de stationnement différenciés entre véhicules thermiques et électriques, autorisation d'emprunter les voies réservées. L'Allemagne étudierait la possibilité d'exempter de péages routiers les poids lourds électriques de petite taille².
- *L'instauration de zones de circulation payantes ou réservées à certains véhicules* accorderait un avantage visible aux VE. On peut opter ou bien pour des zones à

¹ En 2018, en France, le montant de l'aide pour l'achat d'un VE est de 27 % du coût d'acquisition TTC, augmenté le cas échéant du coût de la batterie si elle est louée, dans la limite de 6 000 €. Le coût total d'utilisation devrait bien entendu servir de référence : on constate cependant que le consommateur oriente très souvent son choix en fonction du prix d'achat qui lui est proposé.

² Selon le quotidien *Süddeutsche Zeitung*, [repris par le site TRM24](#).

circulation restreinte (ZCR) créées par la loi de 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte¹ ou bien pour des péages de zone.

- *Des aides financières (tel le bonus/malus) croissantes avec l'autonomie des VEB* permettraient de compenser en partie le coût de l'augmentation de la capacité de la batterie et d'encourager le développement d'un VEB destiné à la moyenne-longue distance. Cette approche rejoint la comptabilisation des quotas en Californie, où un véhicule compte d'autant plus que son autonomie est importante.
- *Une modulation similaire de l'aide à l'achat des VHR en fonction de l'autonomie en mode électrique*, conforme là encore à la comptabilisation californienne des quotas, réduirait fortement les incitations en faveur de ces véhicules à l'autonomie électrique très limitée. Elle encouragerait au contraire l'apparition de nouveaux VHR capables de rouler en mode électrique pendant au moins 60 km.

Soulignons également que les États-Unis comme la Chine accordent un certain nombre d'aides directes à leurs constructeurs automobiles pour le développement du véhicule électrique, ce que, sauf dérogations prévues par les traités, l'article 107 du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (TFUE) interdit.

L'articulation des mesures en faveur du véhicule électrique entre l'État et les collectivités est un point important. À l'État revient la charge de mettre en place les aides financières directes ; aux métropoles celle de créer des incitations indirectes et d'installer les bornes de recharge ; aux régions ou aux syndicats d'électricité la responsabilité de mettre en place des bornes sur l'ensemble du territoire. Le Royaume-Uni, plutôt que de chercher la complémentarité en répartissant les rôles *a priori*, a préféré susciter l'innovation en attribuant, après appel à projets, plusieurs dizaines de millions d'euros à certaines villes prêtes à s'engager en faveur du véhicule électrique : un tel dispositif doit conduire au partage des bonnes pratiques entre les territoires afin d'améliorer l'efficacité de la dépense publique.

En Norvège comme en Californie, la diffusion du véhicule électrique est favorisée par la structure individuelle de l'habitat, qui permet de recharger son véhicule à domicile. Au contraire, la rareté de l'espace est un frein au développement du VE à Tokyo : 60 % de sa population réside dans 130 000 logements collectifs, alors que 90 % des propriétaires de véhicules électriques vivent dans des maisons individuelles. Dans les villes où le logement collectif représente une forte part de l'habitat, le développement

¹ La loi du 17 août 2015 a instauré la possibilité, pour lutter contre la pollution atmosphérique, de créer des zones à circulation restreinte dans les agglomérations et dans les zones dans lesquelles un plan de protection de l'atmosphère (PPA) a été adopté, est en cours d'élaboration ou de révision.

du VE n'est possible que si des points de recharge en nombre suffisant sont installés dans les parkings ou garages de ces logements ou sur l'espace public à proximité.

5. Le véhicule électrique ne prendra son plein essor que lorsqu'il sera accessible aux ménages des déciles les plus faibles possesseurs d'une automobile¹. Cela suppose un net abaissement du prix des véhicules électriques : hors bonus écologique, le prix d'achat de la Zoé avec batterie est de 32 600 euros, plus de vingt-cinq fois le montant du SMIC net mensuel². Cela suppose également la mise en place d'un marché d'occasion du véhicule électrique, aujourd'hui logiquement assez faible³ puisqu'il suit le marché du neuf avec quelques années de décalage. Le principal obstacle réside dans la crainte des acheteurs vis-à-vis de l'état réel de la batterie: la meilleure réponse serait que les constructeurs garantissent la batterie sur une durée de vie suffisante, par exemple de huit années ou poursuivent sa location. L'annonce de zones de circulation réservées aux véhicules n'émettant pas de gaz à effet de serre permettrait également d'éviter une dépréciation trop rapide de leur valeur⁴. L'aide à l'acquisition de véhicules électriques accordée aux sociétés ainsi qu'aux entreprises de location de véhicules constitue enfin un bon moyen de favoriser ce marché⁵. Mais des VE à autonomie réelle de 250 km n'arriveront pas sur le marché français en nombre significatif avant 2020-2021.

6. Les véhicules utilitaires légers et les poids lourds électriques restent très minoritaires. La mobilité électrique aurait pu reposer sur le développement des véhicules utilitaires légers dont certains ne se déplacent qu'à l'intérieur de périmètres bien délimités et qui pourraient faire l'objet de prescriptions réglementaires : ce n'est pas le cas actuellement. En dehors de la Chine⁶, seuls 20 000 VUL électriques ont été vendus dans le monde en 2017. Leur autonomie limitée, leur coût élevé et le faible nombre de modèles en vente sont un frein à l'achat. Les futures restrictions de circulation des véhicules les plus polluants dans plusieurs villes européennes devraient cependant constituer un accélérateur. Des incitations financières et fiscales

¹ Soit le troisième décile en France : en 2015, 17,1 % des ménages n'étaient pas motorisés, www.insee.fr/fr/statistiques/3303447?sommaire=3353488.

² <https://droit-finances.commentcamarche.com/faq/3567-smic-2018-montant-mensuel-du-smic> ; www.insee.fr/fr/statistiques/1375188.

³ Sauf en Islande, où le faible nombre de modèles de VE à la vente conduit à importer des VE d'occasion et où l'activité touristique a conduit à développer fortement la location. Voir Friðleifsson S. (2017), Personal communication, Icelandic Energy Agency, 6 novembre.

⁴ IEA (2017), *Global EV Outlook 2017*, International Energy Agency, juin.

⁵ *Reconsidering the future of electric vehicles on Iceland*, AARHUS University.

⁶ Où 60 000 véhicules utilitaires légers ont été vendus en 2017.

spécifiques pourraient être mises en œuvre. Par ailleurs, la mise en service par plusieurs constructeurs¹ de poids lourds d'une vingtaine de tonnes (PTAC) vers 2020-2021 permettra de préciser la faisabilité technique et économique de ces véhicules.

7. Le déploiement des bornes de recharge est une condition préalable nécessaire mais non suffisante au développement du véhicule électrique. Selon le délégué ministériel au développement territorial de l'électromobilité, le double objectif qui pourrait être retenu en France consisterait à déployer en moyenne nationale un point de recharge pour 5 à 6 véhicules (ce qui est le cas début 2018, avec 23 300 bornes accessibles au public pour environ 150 000 véhicules électriques en circulation) et au minimum un point de recharge pour 10 véhicules dans tous les départements. Le dimensionnement des points de recharge rapide est plus délicat. En février 2018, l'équivalent britannique de RTE évoquait un déploiement sur les autoroutes de Grande-Bretagne de 50 stations de recharge ultra-rapide, reliées directement au réseau de transport de l'électricité et pouvant fournir jusqu'à 350 kW de puissance pour la recharge de VEB, de VUL et de PL légers.

Il y a là un défi de taille pour tous les acteurs dans les trente prochaines années. Nous ne sommes qu'au tout début d'un déploiement des bornes de recharge qui doit naturellement accompagner (sans être forcément strictement proportionnel) celui du véhicule électrique. Or le nombre de véhicules électriques rechargeables pourrait passer de 150 000 aujourd'hui à 4,5 millions dans les quinze ans à venir, ce qui représente une multiplication par trente du parc actuel. En outre, la puissance de la recharge devra augmenter avec l'accroissement de la capacité des batteries. Dans les différents pays considérés, le financement public intervient généralement de façon massive dans un premier temps, en particulier pour l'installation des bornes de recharge normale (dite lente), mais sa contribution diminue ensuite pour laisser toute sa place au partenaire privé. Aux États-Unis, après une phase commençant en 2009 de cofinancement public-privé, la plus grande partie des bornes de recharge ont été financées par les compagnies d'électricité et les constructeurs automobiles.

En Europe, la société Fastned développe un réseau de stations de recharge rapide ou à haute puissance aux Pays-Bas (sans subvention) et en Allemagne (avec subvention). À l'inverse, 18 pays de l'UE-28 n'accordaient aucune aide en 2016 au déploiement des bornes de recharge, freinant ainsi la diffusion du véhicule électrique

¹ Daimler, Commins, Tesla, Nikola corp, Renault trucks.

sur leur territoire. Face à cette intervention mixte privé/public, depuis les collectivités locales jusqu'à la Commission européenne, il appartient à la puissance publique :

- de veiller à ce que le rythme de déploiement des bornes de recharge facilite et accompagne le développement du véhicule électrique afin d'éviter les phénomènes de « *charge anxiety* » observés en Norvège (peur de la file d'attente à la station de recharge) ;
- d'encourager le financement privé en levant les obstacles juridiques et réglementaires éventuels (urbanisme, portabilité des contrats, etc.) et en imposant, par exemple, la mise en place d'un certain nombre de bornes dans le cahier des charges des stations d'autoroutes concédées ;
- de permettre à un conducteur de véhicule électrique de se recharger sur n'importe quelle borne accessible au public. Un décret de janvier 2017 l'impose pour les nouvelles bornes. Il reste à appliquer cette obligation non seulement aux bornes déjà installées en France à la parution du décret mais aussi à l'ensemble des bornes de recharge en Europe¹. En Californie, des obligations de libre accès ont été mises en place² afin que les bornes ne puissent faire l'objet de pratiques commerciales telles que l'obligation d'abonnement (qui contraignent le conducteur de VE à s'abonner à de multiples réseaux de bornes) ;
- d'intervenir financièrement, à l'exemple du Danemark, des Pays-Bas et du Royaume-Uni, pour installer des points de recharge à la demande sur l'espace public pour des ménages ne disposant pas de parking ;
- d'intervenir financièrement, en liaison avec les collectivités concernées, à l'exemple de Tokyo, pour prendre en charge tout ou partie de l'installation de points de recharge dans les parkings et garages des logements collectifs, y compris dans les logements sociaux ;
- de lever plus généralement les freins à la recharge à domicile et sur le lieu de travail afin de limiter les besoins d'installation de bornes sur l'espace public.

¹ L'article 9 de la directive 2014/94/UE du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs précise que : « Tous les points de recharge ouverts au public prévoient, en outre, la possibilité d'une recharge *ad hoc* pour les utilisateurs de véhicules électriques sans souscription d'un contrat avec le fournisseur d'électricité ou l'exploitant concerné ».

² www.afdc.energy.gov/laws/11067.

Les exemples de la Norvège et du Royaume-Uni montrent que la recharge à domicile doit s'entourer d'un certain nombre de précautions et que les conséquences du déploiement des VE sur les réseaux de distribution et de transports de l'électricité doivent être anticipées. Pour le rechargement à domicile, il est souhaitable d'avoir une prise dédiée et, à défaut, de vérifier la conformité de l'installation de recharge (qualité de la prise de terre). Les incendies observés en Chine dans des dépôts de bus électriques durant leur recharge confirment toute la vigilance qui doit être apportée à ce risque dans le cadre de la réglementation des ICPE (installations classées pour la protection de l'environnement).

8. Le développement du véhicule électrique doit se concevoir dans une réflexion plus globale sur le futur du système électrique. Le véhicule électrique va entraîner des contraintes supplémentaires dans la gestion du système, mais il peut également apporter des solutions. Comme le montre l'exemple norvégien, il est nécessaire de préparer très en amont les plans de renforcement des réseaux de distribution et de transport. Le schéma à dix ans pour le renforcement du réseau électrique de transport, prévu par le code de l'énergie, devrait ainsi prendre en compte dans ses hypothèses un essor important du VE, en envisageant par exemple une part de 30 % de VE dans les ventes de véhicules neufs à 2030, et prévoir la gestion nécessaire du système pour passer les pointes de demande. Mais il devrait également préciser les services que pourrait rendre le véhicule électrique au réseau, non seulement par la modulation de la demande et le réglage de la fréquence mais aussi, à terme, par la capacité des batteries à fournir de l'énergie au réseau ou au foyer dans les périodes de pointe (dans le prolongement des expérimentations réalisées au Danemark ou en Californie). La loi pourrait également imposer aux gestionnaires des réseaux de distribution d'envisager les adaptations nécessaires de leur réseau à dix ans pour accompagner ce développement¹. En accompagnement de ces travaux, la loi pourrait enfin prévoir la mise au point d'un schéma directeur des bornes d'accès public, décliné régionalement.

9. Le parc automobile mondial devrait représenter des dizaines de millions de véhicules en 2030 et un marché de plusieurs dizaines de milliards de dollars chaque année.

L'industrie automobile européenne qui maîtrise la technologie des moteurs thermiques pourrait donc perdre un certain nombre d'emplois dans cette évolution, même si les nombreuses études menées sur ce thème diffèrent dans leurs résultats

¹ Ces adaptations devraient tenir compte du développement des énergies renouvelables.

et révèlent une tendance plutôt positive. L'enjeu essentiel ne réside pas tant dans le fait de savoir si les nouveaux emplois créés dans la fabrication des véhicules électriques compenseront ou non ceux perdus dans les chaînes d'assemblage historiques. Il s'agit de savoir si l'industrie automobile française et européenne aura la capacité de se saisir de cette nouvelle opportunité que va représenter le véhicule électrique. Les emplois dépendront en effet principalement des parts de marché et de la valeur ajoutée que les industries françaises et européennes sauront conquérir, notamment face à leurs concurrents chinois qui maîtrisent la technologie de la batterie et produisent aujourd'hui plus de la moitié des véhicules électriques pour particuliers et la majorité, sinon la quasi-totalité des bus, voiturettes et vélos électriques.

Comme le montre la stratégie anglaise (mais aussi chinoise et allemande), l'essor de la filière automobile et de ses emplois, en France et en Europe, passe par **des mesures de politique industrielle en faveur du véhicule électrique**.

- *Un effort conséquent de R & D doit être fourni*, en priorité dans le domaine des batteries mais aussi dans les domaines des nouveaux matériaux, du numérique et du recyclage. Si, à moyen terme, l'Union européenne n'arrivait pas à produire ses propres batteries¹, elle se condamnerait à verser pour chaque voiture un coût d'importation non négligeable (qui serait réduit si l'assemblage final de la batterie se faisait en Europe et si la fabrication de ses différentes cellules se faisait dans des usines étrangères installées en Europe) et serait dépendante des pays qui contrôlent les matériaux nécessaires. Elle doit donc soutenir fortement la R & D sur les prochaines générations de batteries, dans le cadre du programme Horizon 2020 ou de son successeur, en mobilisant les moyens alloués aux défis sociétaux ou technologies clés, voire dans le cadre d'une agence européenne d'innovation de rupture. Sans être trop prescriptive sur les technologies afin d'éviter des choix sous-optimaux, elle pourrait explorer plusieurs pistes (le sodium-ion, la batterie à électrolyte solide, etc.) et garder une solution de repli reposant sur une autre technologie (lithium ion phosphate de fer, par exemple, qui évite la dépendance au cobalt). La batterie lithium/air pourrait également constituer un axe important de la recherche : des avancées dans cette technologie (qui présente une densité énergétique nettement meilleure que celle des batteries actuelles) marqueraient une révolution dans la mobilité électrique. Dans cette perspective, le Royaume-Uni a institué le *Faraday Battery Challenge* doté de 246 millions de livres sur quatre ans.

¹ Voir *European battery cell Randl workshop Final report*, Commission européenne, 12 février 2018.

- *Les formations continues et initiales doivent être renforcées* pour développer les nouvelles compétences dont l'industrie automobile aura besoin, notamment dans l'électronique, la mécatronique, le numérique, la gestion de la haute tension, les nouveaux matériaux.
- *Une politique de la demande dans la phase de démarrage du véhicule électrique* (aides à l'achat, aides à l'installation des bornes de recharge) doit être mise en place, afin que les constructeurs puissent bénéficier d'un marché suffisant pour pouvoir continuer à innover.

Le discours du président de la République à la Sorbonne sur l'Union européenne, en septembre 2017, évoquait l'instauration d'une taxe carbone significative en Europe, compensée à la frontière afin d'« assurer pour nos industriels les plus exposés à la mondialisation d'être sur un pied d'égalité avec les entreprises, les industries concurrentes venant d'autres régions du monde qui n'ont pas les mêmes exigences environnementales¹ ». Une telle taxe carbone permettrait à la fois de conserver sur le territoire français et européen une plus grande part de la valeur ajoutée dans la fabrication des véhicules de demain et d'inciter les industriels à produire leurs voitures à très faibles émissions et leurs batteries dans des pays à très faibles émissions.

Ce même discours proposait « la mise en place d'un programme industriel européen de soutien aux véhicules propres et de déploiement d'infrastructures communes afin qu'il soit possible de traverser l'Europe sans l'abîmer ». Un tel programme pourrait donc comporter deux volets : un volet « offre » donnant la priorité aux actions de R & D ainsi qu'à la formation et un volet « demande » incitant à l'achat de VE et au déploiement de bornes de recharge accessibles à tous.

Les ventes annuelles de véhicules électriques ont désormais dépassé le million. Même s'il est difficile de prédire avec exactitude le nombre de véhicules électriques qui seront vendus dans le monde en 2040, il est probable que le parc automobile correspondant représentera des dizaines de millions de véhicules en 2030 et un marché de plusieurs dizaines de milliards de dollars chaque année. Le véhicule électrique constitue une opportunité industrielle, pour la France mais aussi pour l'Union européenne, que nous ne devons pas laisser passer.

¹ Voir le verbatim du discours [sur le site de l'Élysée](#).



INTRODUCTION

Par lettre du 7 décembre 2017, le ministre d'État à la transition écologique et solidaire ainsi que la ministre des transports ont demandé au commissaire général de France Stratégie une étude de parangonnage de plusieurs pays engagés dans une politique de transition vers un véhicule « propre » à moyen terme. Cette étude vise à mieux connaître :

- le cadre stratégique, les motorisations retenues (en particulier la position adoptée sur le rythme d'électrification du parc) et les incitations en faveur des différents types de véhicules « propres » ;
- les politiques mises en place pour développer les infrastructures de bornes ou les stations de recharge ;
- les dispositifs d'accompagnement des salariés et des entreprises qui produisent aujourd'hui les véhicules thermiques.

France Stratégie, avec l'aide de la Direction générale du Trésor, a adressé une série de questions auprès des missions économiques de huit pays : l'Allemagne, le Royaume-Uni, les Pays-Bas, l'Espagne, la Norvège, les États-Unis (et particulièrement la Californie), l'Inde et la Chine. Ceux-ci ont répondu avec beaucoup de précision aux questions qui leur étaient posées : qu'ils en soient ici remerciés. Les inexactitudes présentes dans ce rapport ne leur sont pas imputables.

Dans ce rapport, le terme véhicule électrique, désigné par l'abréviation VE, comprendra les véhicules électriques à batteries, VEB, les véhicules hybrides rechargeables, VHR, et les véhicules électriques à hydrogène, VEH₂. Cette catégorie ne comprendra donc pas les véhicules hybrides non rechargeables, VHNR, dont le fonctionnement en mode électrique ne peut dépasser quelques kilomètres.

Rappelons qu'un véhicule hybride contient un moteur thermique et un moteur électrique qui vient en complément du premier, notamment dans les phases d'accélération. Cela permet d'équiper le véhicule d'un moteur thermique à plus

faible puissance et de le régler de manière plus efficace. Dans le cas des véhicules hybrides non rechargeables, l'électricité utilisée provient de la récupération de l'énergie cinétique du véhicule notamment dans les phases de freinage. La capacité de la batterie autorise généralement un parcours en mode purement électrique de moins de 2 km. Honda et Toyota ont développé le véhicule hybride non rechargeable depuis la fin des années 1990. Le véhicule hybride rechargeable s'est véritablement développé à la fin des années 2000 : il permet des parcours de plusieurs dizaines de kilomètres en mode purement électrique. Un fonctionnement en mode électrique supérieur à une centaine de kilomètres conduit à recourir à des batteries, VEB, nettement plus importantes (en masse et en volume) ou à des piles à combustibles (VEH₂).



CHAPITRE 1

DES ENGAGEMENTS POLITIQUES FORTS, UN DÉVELOPPEMENT ENCORE FAIBLE

1. Plusieurs pays ont programmé la fin du véhicule thermique

1.1. Les annonces

Plusieurs pays ont annoncé leur intention de mettre fin à la vente des voitures thermiques à moyen terme : la Norvège¹ en 2025, les Pays-Bas² en 2030, l'Écosse³ en 2032, la France et le Royaume-Uni⁴ en 2040.

Le gouvernement norvégien a fixé l'objectif de 100 % de ventes de voitures zéro émission (électriques ou à hydrogène) ou à faibles émissions (hybrides rechargeables) en 2025. Toutefois, aucune interdiction à la vente n'est prévue à cette date. La Norvège préfère mettre en place de nombreuses incitations à posséder un véhicule « propre » : des véhicules hybrides ou thermiques pourront donc encore être vendus, même si leur coût, à l'achat et à l'usage, devrait être nettement plus élevé. En parallèle, les villes norvégiennes ont mis en place des mesures incitatives dérogatoires pour favoriser l'usage du véhicule électrique (exonération des péages urbains à l'entrée des grandes villes⁵, places de stationnement réservées, accès aux voies de bus, gratuité des traversées en ferry, etc.).

¹ www.tu.no/artikler/fossilbilene-skall-fases-ut-i-2025/347825.

² www.government.nl/latest/news/2017/12/07/problem-free-electric-driving-in-the-benelux.

³ <https://news.gov.scot/news/programme-for-government-1>.

⁴ www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/633269/air-quality-plan-overview.pdf.

⁵ À Oslo, ce péage est apparu en 1990 et le principe s'est depuis étendu à de nombreuses villes.

L'Inde avait quant à elle annoncé en 2016 sa volonté d'aboutir à un parc automobile entièrement électrique dès 2030¹, soit vingt ans plus tôt que l'objectif français de neutralité carbone. Elle a revu ses ambitions à la baisse début 2018, à la suite du débat qui, jusqu'au sein du gouvernement, a suivi cette annonce. En mars 2018, Raj Kumar Singh, secrétaire d'État à l'électricité et aux énergies nouvelles et renouvelables, a ainsi annoncé un objectif plus réaliste, qui reste néanmoins ambitieux, de 30 % des véhicules roulant à l'électricité en 2030.

L'Allemagne², la Californie³ et la Chine⁴ réfléchissent également à arrêter à terme la vente des véhicules thermiques, bien qu'elles ne se soient pour l'instant engagées sur aucune échéance :

- dans le domaine des transports, l'Allemagne a fait le choix de la neutralité technologique, visant à ne pas favoriser une technologie plutôt qu'une autre (demande forte des constructeurs automobiles allemands). De ce fait, elle ne fixe pas d'objectifs de développement des différentes catégories de véhicules. Elle préfère aujourd'hui se concentrer sur des objectifs de déploiement des points de recharge pour laisser sa chance à chaque technologie et souhaite avancer avant tout en favorisant le dialogue entre les acteurs industriels, politiques et syndicaux ;
- dans le cadre de son programme « Véhicules zéro émission », la Californie raisonne en termes de véhicules électriques en circulation (VEB, VHR, VEH₂). En 2013, le gouverneur de la Californie avait fixé un objectif de 1,5 million de véhicules zéro émission en circulation en 2025 dans l'État, ce qui correspondait à une part d'environ 15 % des ventes de véhicules électriques à cet horizon (contre 5 % aujourd'hui). En janvier 2018, l'actuel gouverneur, Jeremy Brown, a fixé un nouvel objectif de 5 millions de VE en circulation à 2030 (environ 30 % des ventes sur le marché)⁵. Huit autres États américains ont rejoint cette initiative et se sont engagés à coordonner leurs efforts pour qu'en 2025, 3,3 millions de VE (VEB, VHR et VEH₂) circulent sur leurs routes⁶ ;
- la Chine a décidé de mettre en œuvre en 2019 un système de quotas de ventes de véhicules zéro émission s'appliquant aux constructeurs et comparable, dans le

¹ <https://asia.nikkei.com/Politics-Economy/Economy/India-starts-argument-over-realistic-EV-targets-for-2030>.

² <http://money.cnn.com/2017/08/21/news/economy/germany-diesel-gas-cars-ban-angela-merkel/index.html?iid=EL>.

³ www.electrive.com/2018/01/07/ice-ban-california-comes-2040/.

⁴ www.theguardian.com/world/2017/sep/11/china-to-ban-production-of-petrol-and-diesel-cars-in-the-near-future.

⁵ <https://electrek.co/2018/01/29/california-electric-cars-charging-stations/>.

⁶ www.zevstates.us.

principe, à celui de la Californie. Lors d'un forum en septembre 2017, le vice-ministre de l'Industrie et des Technologies de l'information, Xin Guobin, a indiqué que la Chine envisagerait un calendrier destiné à interdire à terme les ventes de véhicules à combustion. Cette annonce, particulièrement remarquée, reste toutefois générale, sans précision sur la date et les modalités de transition ni sur les mesures incitatives ou répressives mises en œuvre pour orienter les consommateurs vers les véhicules électriques. Les représentants gouvernementaux n'ont pas fait de nouvelles annonces à ce sujet depuis. La Chine s'est cependant fixé des objectifs intermédiaires : la révision de 2017 du plan *China Manufacturing 2025* prévoit ainsi la vente de 2 millions de véhicules à énergies alternatives (VE, VHR, VEH₂) en 2020 et de 3 millions en 2025.

Le Japon a depuis plus de vingt ans poursuivi avec une grande continuité le développement de véhicules « propres », d'abord des hybrides non rechargeables¹ (notamment avec la Toyota Prius) ou des véhicules à hydrogène (Toyota), puis plus récemment des véhicules électriques à batteries (avec par exemple la Nissan Leaf) et des véhicules hybrides rechargeables. Si les constructeurs japonais intègrent de plus en plus le VEB dans leurs plans de développement, le Japon ne s'est pas fixé d'objectif de développement et n'a pas effectué de choix officiel entre les différentes technologies de véhicules « propres », même s'il entend montrer sa maîtrise de l'hydrogène lors des prochains Jeux olympiques de Tokyo en 2020². Ainsi, en 2025, Toyota souhaite vendre 5,5 millions de véhicules « électrifiés » par an ce qui inclut les véhicules hybrides, rechargeables ou non, et au moins un million de véhicules électriques à batterie ou à hydrogène.

¹ Contrairement à cette étude, le Japon considère le véhicule hybride non rechargeable comme un véhicule « propre ».

² L'hydrogène fait partie des 9 innovations qui seront mises en avant lors des JO de 2020. Le village olympique 2020 sera une véritable « ville hydrogène », avec des piles à combustible stationnaires pour l'électricité et le chauffage de l'eau chaude sanitaire. Dans le transport, l'hydrogène sera principalement utilisé dans des bus, développés par Toyota et Hino, qui assureront le transport des athlètes, combustibles stationnaires pour l'électricité et le chauffage de l'eau chaude sanitaire. Dans le transport, l'hydrogène sera principalement utilisé dans des bus, développés par Toyota et Hino, qui assureront le transport des athlètes ; www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2017/09/11/la-strategie-de-developpement-de-l-hydrogene-au-japon.

1.2. Une définition qui varie selon les pays

Les véhicules à faibles émissions qui resteront autorisés à la vente varient d'un pays à l'autre :

- la France a fait le choix de n'autoriser la vente en 2040 que des véhicules n'émettant aucun gaz à effet de serre ;
- la Norvège, au-delà de son objectif de 100 % de ventes de VE à 2025, continuera à autoriser la vente des véhicules thermiques : celle-ci devrait néanmoins être limitée compte tenu des incitations mises en place en faveur des véhicules électriques ;
- l'approche du Royaume-Uni est plus ambiguë. Le plan pour la qualité de l'air, paru à l'été 2017 et annulé par la justice en février dernier, laisse entendre que seuls les VEB et les VEH₂ seront autorisés à la vente au-delà de 2040, tandis que certains commentaires¹ laissent penser que la vente des véhicules hybrides rechargeables serait encore autorisée. En réponse à une question parlementaire sur l'interdiction de vente des véhicules hybrides, le secrétaire d'État au Transport a précisé que cette interdiction ferait l'objet d'une stratégie détaillée en 2018² ;
- dans l'approche californienne, les véhicules zéro émission peuvent être des véhicules hydrogène, des véhicules entièrement électriques ou des véhicules hybrides rechargeables. Le poids attribué à ces derniers (qui continuent à émettre des GES) dans la comptabilisation des quotas est toutefois nettement plus faible. Le lecteur trouvera le détail de cette comptabilisation sur le site internet du gouvernement californien³ : il est à noter qu'un véhicule électrique reçoit d'autant plus de points que son autonomie est importante.

1.3. Des motivations diverses

Ces annonces sont principalement motivées par la réduction des émissions de CO₂ (France, Pays-Bas, Norvège) et par l'amélioration de la qualité de l'air (Royaume-Uni, Chine). L'engagement du Royaume-Uni, qui figure dans un document publié en juillet 2017, est destiné à réduire les concentrations de NO₂ le long des axes routiers.

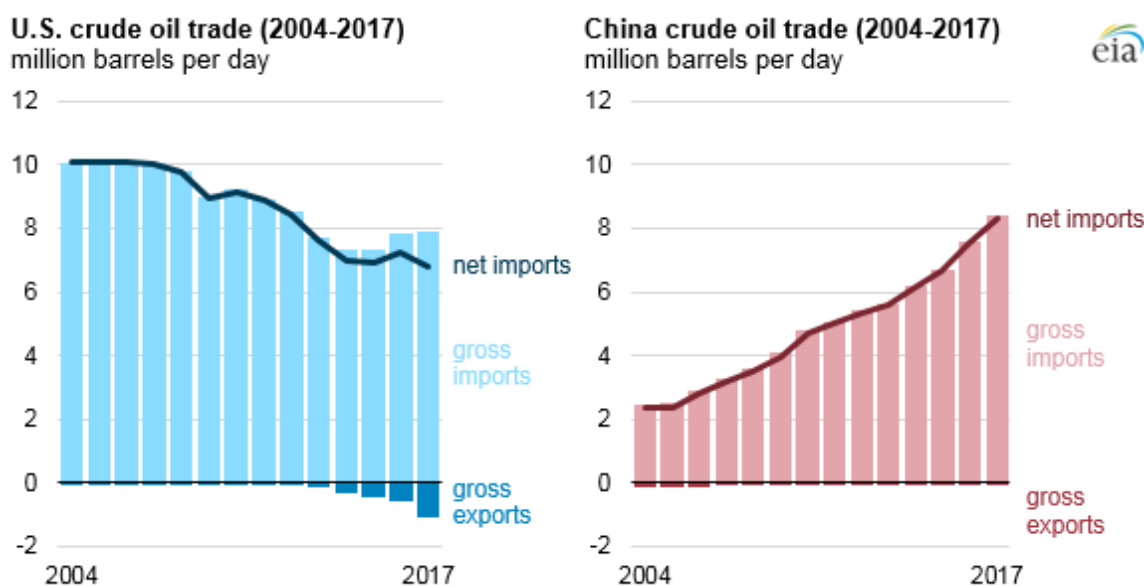
¹ Voir notamment www.theguardian.com/politics/2017/jul/25/britain-to-ban-sale-of-all-diesel-and-petrol-cars-and-vans-from-2040 et www.reuters.com/article/us-britain-autos/electric-cars-win-britain-to-ban-new-petrol-and-diesel-cars-from-2040-idUSKBN1AB0U5.

² www.parliament.uk/business/publications/written-questions-answers-statements/written-question/Commons/2017-12-01/116961/.

³ www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevtutorial/zev_tutorial_webcast.pdf.

D'autres préoccupations sont évidemment présentes : la réduction de la dépendance aux importations de pétrole est au cœur des priorités de pays comme la Chine, devenue l'an dernier le premier importateur mondial de pétrole devant les États-Unis (voir graphique 1). La Chine a donc fait du développement de la voiture électrique une priorité nationale, que ce soit pour réduire ses importations de pétrole mais aussi pour devenir le champion industriel mondial de l'automobile de demain.

Graphique 1 – Importations et exportations de pétrole brut, États-Unis et Chine



Source : EIA

En sus de ces objectifs nationaux à moyen terme, de grandes villes européennes ont aussi annoncé à court terme des limitations de circulation pour les véhicules les plus polluants, suite au scandale Volkswagen et aux dépassements à répétition des normes européennes de qualité de l'air.

En octobre 2017, Paris – où la part des VE dans les ventes de véhicules neufs était de 1,8 % en 2015, inférieure à la moyenne des capitales européennes – a annoncé son intention d'interdire la circulation des véhicules diesel à l'occasion des Jeux olympiques de 2024 puis des véhicules essence en 2030, au profit des véhicules électriques et au gaz naturel. Rome lui a récemment emboîté le pas en annonçant l'interdiction à la circulation des véhicules diesel dès 2024. En décembre 2016, dans le cadre du réseau C40, Paris, Mexico, Madrid s'étaient engagées à bannir le diesel

de leurs centres-villes en 2025. En réponse, la métropole de Tokyo a annoncé son objectif d'arrêter complètement les ventes de véhicules à essence d'ici 2040¹.

1.4. Les restrictions de circulation accélérées par les décisions de justice

En Allemagne, des organisations environnementales ont intenté des procès à une trentaine de villes ne respectant pas les normes en vigueur sur la qualité de l'air, plus particulièrement celles sur les concentrations annuelles en dioxyde d'azote. Stuttgart et Düsseldorf ont été condamnées en 2017 par les tribunaux administratifs locaux à mettre en place les mesures nécessaires pour réduire la pollution atmosphérique. Les jugements précisait que les restrictions de circulation pour les voitures diesel les plus polluantes constituaient l'option à privilégier. Fin février 2018, la Cour fédérale administrative de Leipzig² a jugé que pour se conformer au droit européen, les villes allemandes avaient le pouvoir légal de prendre de telles mesures de restriction de circulation : elle a toutefois précisé que des exemptions étaient nécessaires pour les artisans et les résidents. En application de ce jugement, Hambourg³ devrait être la première ville allemande à mettre en place de telles restrictions dès mai 2018 pour les véhicules les plus polluants : 80 % des véhicules diesel en circulation (norme inférieure à Euro 6) ne pourront plus emprunter deux des axes les plus pollués de la ville. Ce jugement, salué par les ONG, a cependant été critiqué par les constructeurs automobiles et le gouvernement allemand. Le précédent gouvernement avait ainsi indiqué qu'il souhaitait en priorité développer la gratuité dans les transports publics et réduire les émissions des véhicules, l'interdiction de circuler ne devant être considérée qu'en dernier ressort. La Chancelière a pour sa part annoncé qu'elle allait engager le dialogue avec les Länder et les villes. Fin mars 2018, dans sa première intervention devant le nouveau Parlement, elle a prononcé un discours plus ferme⁴, soulignant que « la recherche de solutions dans la crise du diesel constituait l'une des premières priorités du gouvernement afin d'éviter des interdictions globales de circulation ». Pour elle, « ni les conducteurs de diesel, ni les travailleurs ne doivent supporter la facture, même si,

¹ Source DG Trésor : www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2018/01/10/actualites-japon-energie-environnement-transport-construction-janvier-2018-i.

² En Allemagne, la Cour fédérale administrative de Leipzig est la plus haute Cour de l'ordre administratif : ses décisions ne sont donc pas susceptibles de faire l'objet d'un recours devant la Cour constitutionnelle fédérale.

³ www.thelocal.de/20180228/heres-how-the-diesel-ban-could-affect-you.

⁴ www.cleanenergywire.org/news/merkel-diesel-issue-priority-new-govt-pv-cheapest-power-source/merkel-says-fixing-diesel-crisis-tantamount-squaring-circle.

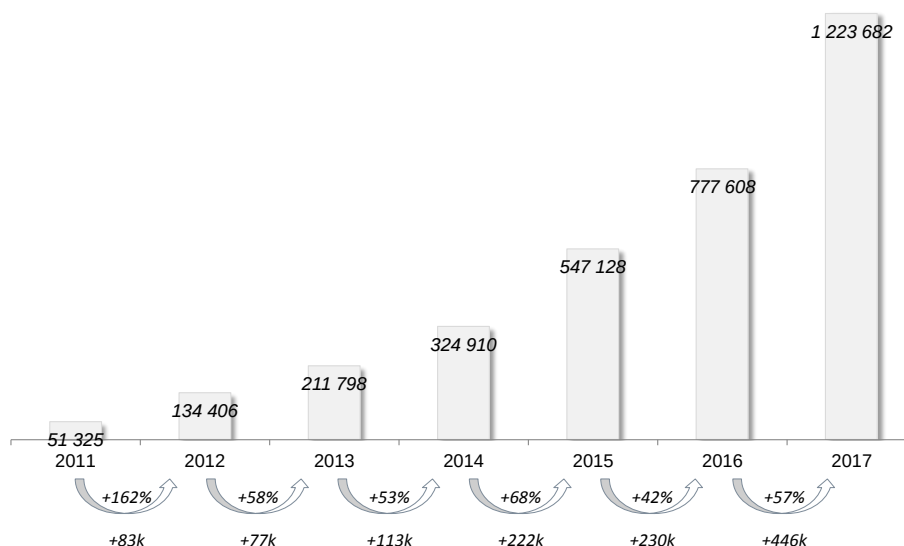
dans le même temps, la qualité de l'air et la lutte contre le changement climatique doivent être renforcées. Les constructeurs automobiles doivent également prendre toute leur part dans la résolution du problème ».

Au Royaume-Uni, en réponse aux plaintes de l'ONG ClientEarth, la justice a rejeté en février 2018 pour la troisième fois consécutive le plan gouvernemental pour la qualité de l'air. Ce plan, qui contenait l'interdiction de vente des véhicules thermiques en 2040, a été jugé insuffisant au regard des critères imposés par l'Union européenne et la législation anglaise. En parallèle, 49 députés ont publié un rapport¹ en mars 2018 demandant au gouvernement de prendre des mesures plus fortes et d'anticiper la date à laquelle les ventes de véhicules conventionnels diesel ou à essence seront interdites, en se référant à la Norvège (2025), aux Pays-Bas (2030) et à l'exemple plus proche de l'Écosse (2032).

2. En forte hausse, les ventes restent faibles, sauf exceptions

1,2 million de voitures électriques² ont été vendues à travers le monde en 2017, ce qui représente 1,5 % des ventes de voitures neuves et une croissance des ventes de près de 60 % par rapport à 2016.

Graphique 2 – Ventes mondiales de voitures électriques, 2011-2017



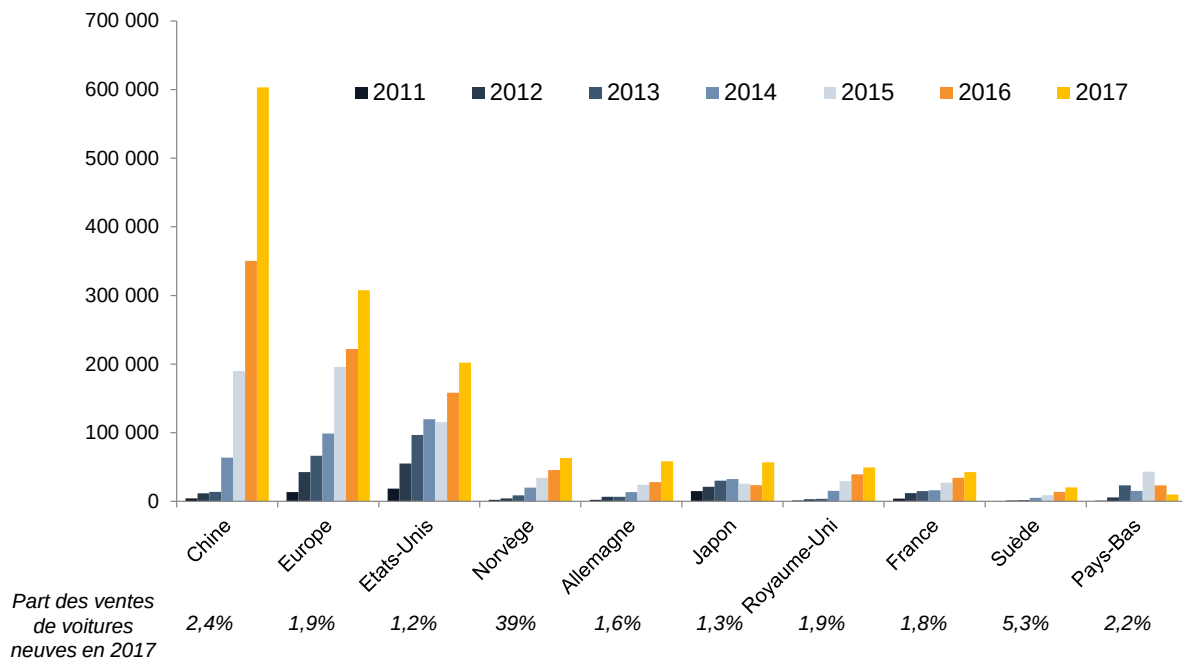
Source : EV Volumes

¹ <https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmenvfru/433/43305.htm>.

² Inclus les véhicules électriques à batterie, les véhicules hybrides rechargeables et les véhicules électriques à pile à combustible.

Bien que les ventes de véhicules électriques en Chine aient représenté en 2017 la moitié des ventes mondiales, leur part dans les ventes de voitures neuves reste faible, autour de 2 %, un niveau comparable à celui de la plupart des pays européens.

Graphique 3 – Ventes mondiales de voitures électriques par pays, 2011-2017



Source : EV Volumes

Comme l'illustre le graphique 3, la vente des véhicules électriques est concentrée dans quelques pays :

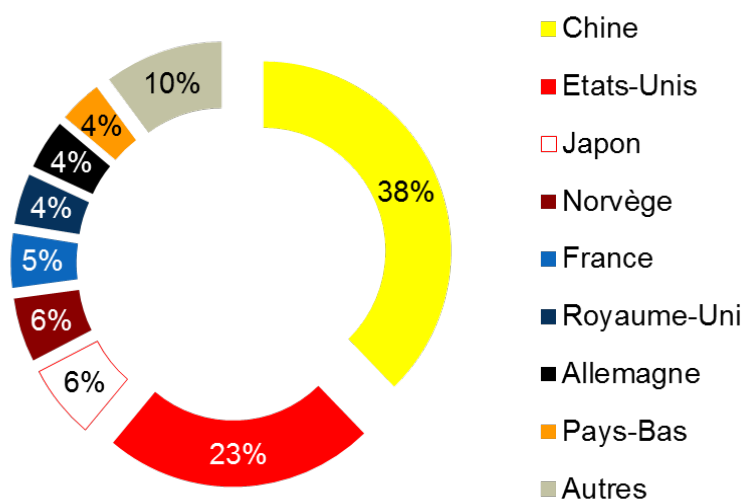
- la Chine domine le marché mondial avec plus de 600 000 voitures électriques vendues dans ce pays l'an dernier ;
- 90 % des voitures électriques et hybrides rechargeables sont vendues dans seulement huit pays : la Chine, les États-Unis, le Japon et cinq pays européens (la Norvège, le Royaume-Uni, la France, l'Allemagne et la Suède) ;
- en Europe, la France, la Norvège, l'Allemagne et le Royaume-Uni concentrent 72 % du marché du véhicule électrique à batterie. En 2017, les ventes de véhicules électriques ont plus que doublé en Allemagne. Dans le même temps, à la suite de la modification des dispositifs d'aides, les achats de véhicules

électriques chutaient de 45 % au Danemark¹ avec seulement 751 nouvelles immatriculations annuelles ;

- les États-Unis ont connu en 2017 une progression des achats de véhicules électriques de seulement 27 %, probablement due en partie au retard dans la production des nouvelles Tesla 3. La Californie, qui ne représente que 12 % de la population américaine, concentre près de la moitié des ventes².

Fin 2017, plus de 3 millions de véhicules électriques étaient en circulation dans le monde, dont 1 million en Chine. En ligne avec les ventes de véhicules électriques, 90 % des véhicules électriques en circulation sont concentrés dans huit pays : la Chine (38 %), les États-Unis (23 %) et le Japon (6 %), suivis des cinq pays européens, la Norvège (6 %), la France (5 %), le Royaume-Uni (4 %), l'Allemagne (4 %) et les Pays-Bas (4 %) et les Pays-Bas (4 %) et les Pays-Bas (4 %).

Graphique 4 – Répartition du parc mondial de voitures électriques par pays en 2017



Source : EV Volumes

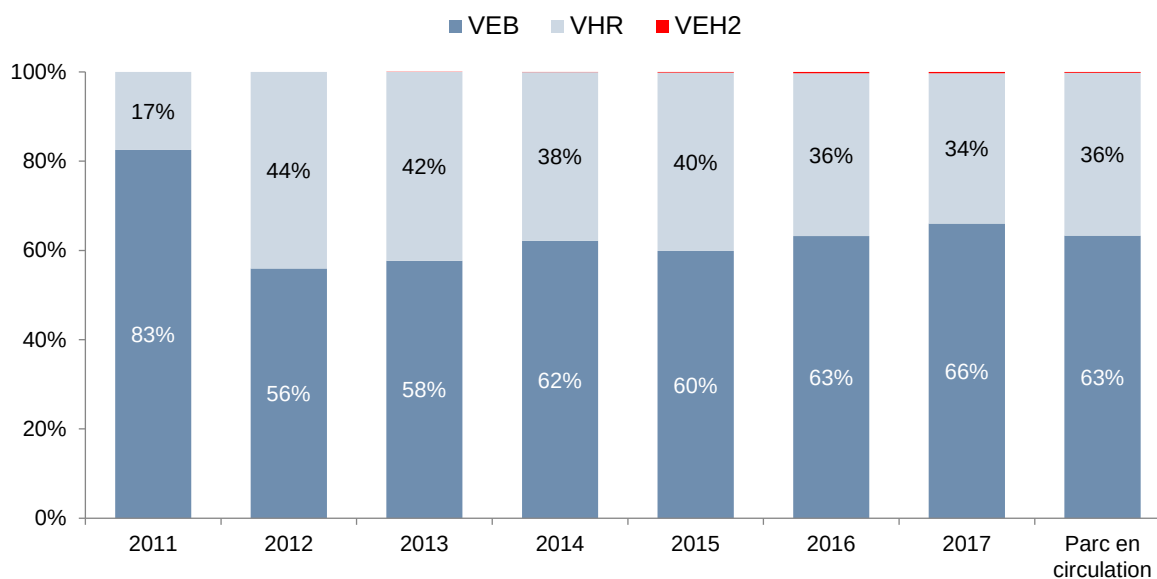
Au niveau mondial, les ventes de VEB sont aujourd'hui supérieures à celles des véhicules hybrides rechargeables (voir graphique 5) : deux véhicules électriques vendus sur trois en 2017 étaient des VEB. La Chine, Pékin en particulier, a fait le choix d'encourager cette technologie : en 2017, sur dix voitures électriques à

¹ www.environnement-magazine.fr/mobilite/article/2018/01/24/117134/norvege-france-tete-des-ventes-vehicules-electriques-europe.php.

² ICTT (2017), « Update: California's electric vehicle market », *Briefing*, mai.

batteries vendues dans le monde, six l'étaient en Chine¹. Dans ce pays, seul un véhicule électrique sur cinq vendus en 2017 était un véhicule hybride rechargeable. Les premiers mois de l'année 2018 marquent cependant un regain des ventes des VHR (45 % contre 55 % pour les VEB).

Graphique 5 – Ventes mondiales de voitures électriques par technologie, 2011-2017



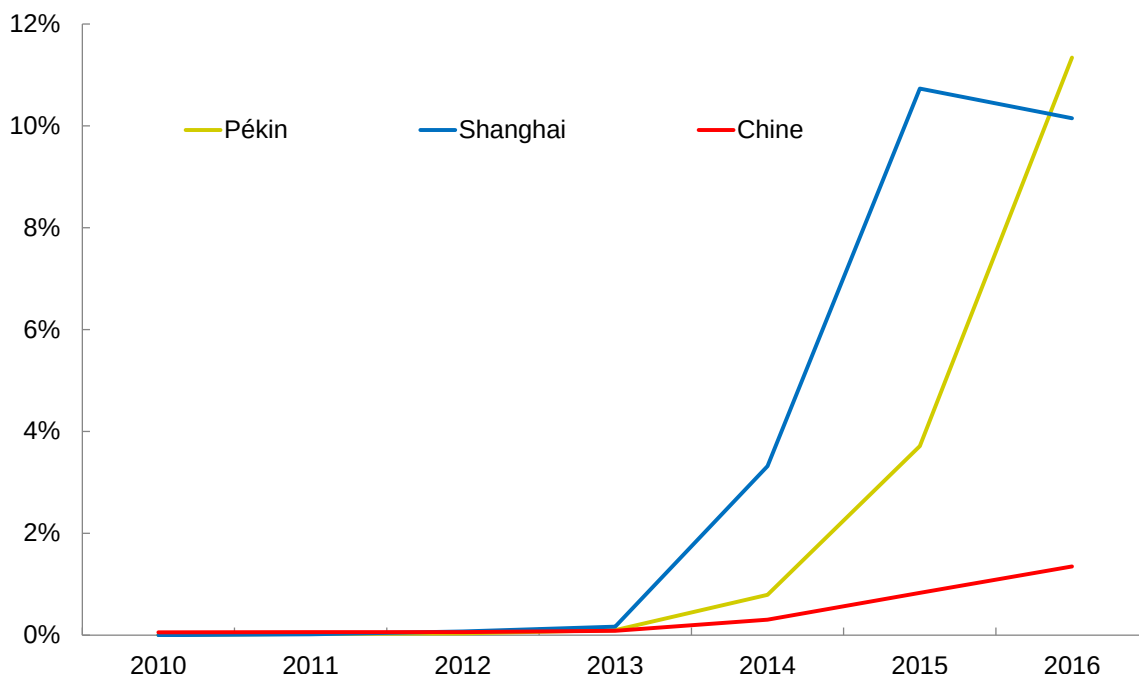
Source : EV Volumes

Ainsi, le développement des véhicules électriques est particulièrement important dans trois zones bien spécifiques (les incitations publiques qui expliquent ce développement sont décrites dans le chapitre suivant) :

- i) les grandes villes chinoises qui, comme Shanghai ou Pékin, ont dépassé localement les 10 % des ventes de voitures neuves ;

¹ Ibidem.

Graphique 6 – Pénétration des voitures électriques dans les ventes de voitures neuves en Chine, 2010-2016, en pourcentage

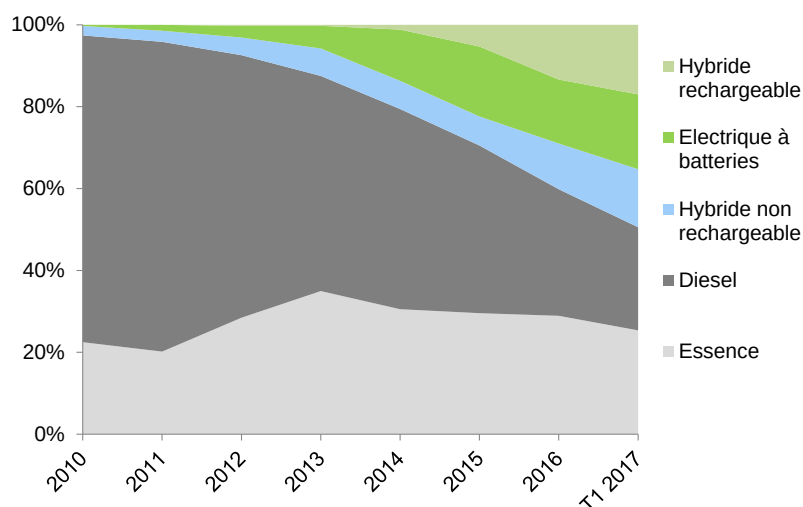


Source : Frost & Sullivan

- ii) la Californie et plus spécifiquement Los Angeles, dont les habitants ont à eux seuls acheté près de 20 % des véhicules électriques vendus aux États-Unis en 2017. De 2011 à 2016, plus de 100 000 véhicules électriques ont été vendus dans cette ville ;
- iii) la Norvège enfin, où la part des ventes de véhicules à faibles émissions a atteint 40 % des voitures neuves vendues en 2017, soit un peu plus de 60 000 voitures électriques (voir graphique 7).

Signalons le cas particulier de l'Islande, pays où les VE dépassent également les 10 % de ventes (11,7 % en 2017) et qui a mis en place une politique comparable à celle de la Norvège, d'exemption de TVA et de taxe à l'achat. Ce chiffre montre l'intérêt que revêtent les véhicules électriques pour les territoires insulaires (dont la surface limitée est bien adaptée à leur autonomie) dès lors que leur production d'électricité est décarbonée : la production électrique islandaise provenait en effet en 2014 principalement de l'hydroélectricité (70 %) et de la géothermie (30 %).

Graphique 7 – Ventes de voitures neuves en Norvège par type de motorisation 2010-2017, en pourcentage



Source : OFV

3. Les ventes de véhicules électriques à hydrogène restent confidentielles

Plusieurs pays, Japon, Corée du Sud, Allemagne, Chine cherchent à encourager le développement industriel des véhicules électriques à pile à combustible. Les ventes restent cependant à des niveaux que l'on pourrait qualifier de confidentiels avec seulement 3 000 voitures vendues dans le monde en 2017, en raison de leur coût élevé¹ et du nombre insuffisant de stations de recharges en hydrogène.

En 2016, le Japon a révisé sa feuille de route relative au déploiement de la société hydrogène². Il envisage une production complètement décarbonée d'hydrogène à l'horizon 2040 et prévoit, dans le domaine de la mobilité, trois phases :

- 2017-2030 : généraliser et diffuser l'utilisation des véhicules hydrogène, des stations à hydrogène et des piles à combustible ;
- de fin 2020 à 2030/2040 : promouvoir au maximum la production d'hydrogène et établir un système d'approvisionnement en hydrogène à grande échelle à l'horizon 2030 ;

¹ Voisin actuellement de 66 000 euros pour la Toyota Mirai.

² *La stratégie de développement de l'hydrogène au Japon*, Pôle Développement durable – SER de Tokyo, DG Trésor, 11 septembre 2017.

- autour de 2040 : définir un système décarboné d'approvisionnement en hydrogène (ne reposant plus sur la production d'hydrogène à partir de méthane).

Dans cette perspective, il retient pour objectif la mise en service de 40 000 véhicules à hydrogène d'ici 2020, 200 000 d'ici 2025 et 800 000 d'ici 2030 (5,1 millions de véhicules, VP et VUL, ont été vendus en 2017 au Japon) ainsi que la construction de 160 stations de recharge d'hydrogène d'ici 2020 et 320 pour 2025.

L'Allemagne s'est dotée d'un Programme national d'innovation pour la technologie hydrogène et de piles à combustible (*Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie* – NIP). D'abord mis en œuvre sur la période 2006-2016 (754 millions d'euros investis dans la catégorie « transports »), il a été reconduit pour 2016-2025. Il prévoit notamment la mise en place de 100 stations-services avant fin 2020, 400 avant fin 2025 et 1 000 avant fin 2030.

Malgré leur priorité affichée en faveur du véhicule électrique à batterie, les autorités chinoises n'ont pas abandonné le développement des autres modes de propulsion, en particulier de l'hydrogène. Plusieurs municipalités ont ainsi mis en place des plans de développement de la filière. La ville de Wuhan, par exemple, a lancé en janvier 2018 un plan visant dès 2020 la mise en circulation de 3 000 véhicules s'appuyant sur 20 stations de recharge et, à plus long terme (2025), l'émergence d'une véritable filière industrielle représentant une valeur de 100 milliards de yuans (13 milliards d'euros) de piles à combustible. En septembre 2017, la Chine ne comptait cependant que six stations de distribution d'hydrogène situées à Pékin, Shanghai, Zhengzhou, Shenzhen, Dalian et Foshan.

Notons enfin les manifestations d'intérêt de villes telles Paris¹ ou Berlin² pour les véhicules fonctionnant au gaz naturel comme alternative possible aux véhicules diesel pour faire baisser les émissions locales de dioxyde d'azote et améliorer la qualité de l'air en ville, en complément de la voiture électrique, avec une perspective d'approvisionnement à terme en biométhane (mais à des prix élevés). Leur développement actuel se limite cependant aux bennes à ordures ménagères et aux bus.

¹ <https://www.api-site.paris.fr/mairies/public/assets/2018%2F1%2FPlan%20Climat%20Air%20Energie%20de%20Paris.pdf>.

² www.sedigas.es/reunionanual2016/wp-content/uploads/Martin-Lutz.pdf.

4. L'essor des véhicules utilitaires légers électriques a commencé... en Chine

Alors que l'on aurait pu croire que le véhicule électrique allait se développer dans le secteur des VUL, particulièrement propice à la mise en place de normes réglementaires dans le cadre des programmes sur la livraison des marchandises en ville et sur la réduction de la pollution, force est de constater que le développement des VUL électriques reste pour l'instant limité avec 80 000 véhicules vendus dans le monde en 2017, dont les trois quarts en Chine. L'Allemagne et la France représentaient à elles deux la moitié des ventes mondiales hors Chine, c'est-à-dire 10 000 véhicules utilitaires légers électriques, dont 60 % en France.

Bien que leur autonomie limitée et leur coût d'achat élevé constituent à ce jour un frein à l'achat, les futures interdictions de circulation des véhicules diesel les plus polluants dans plusieurs villes européennes pourraient être un véritable accélérateur à la vente de ces véhicules, à condition bien entendu que des dérogations ne soient pas accordées pour les artisans et les commerçants, ce qui devrait être le cas en Allemagne.

Là encore, la Chine fait figure d'exception puisqu'elle a vendu environ 60 000 véhicules utilitaires légers électriques en 2017, ce qui lui donne, en quantité, et de très loin, la première place mondiale dans ce domaine avec 75 % de part de marché.

5. La diffusion accélérée des voiturettes et deux-roues électriques en Chine

Si la mobilité électrique est sous le feu des projecteurs des médias, elle ne se limite pas au 1,2 million de voitures neuves vendues l'an dernier. La Chine connaît ainsi un développement exponentiel des véhicules électriques légers, assimilables aux voiturettes électriques, qui ont représenté entre 1,2 et 1,5 million de ventes en 2016¹, ou encore des deux-roues électriques dont les ventes dépassent les 25 millions d'exemplaires chaque année dans le pays.

6. Les bus électriques

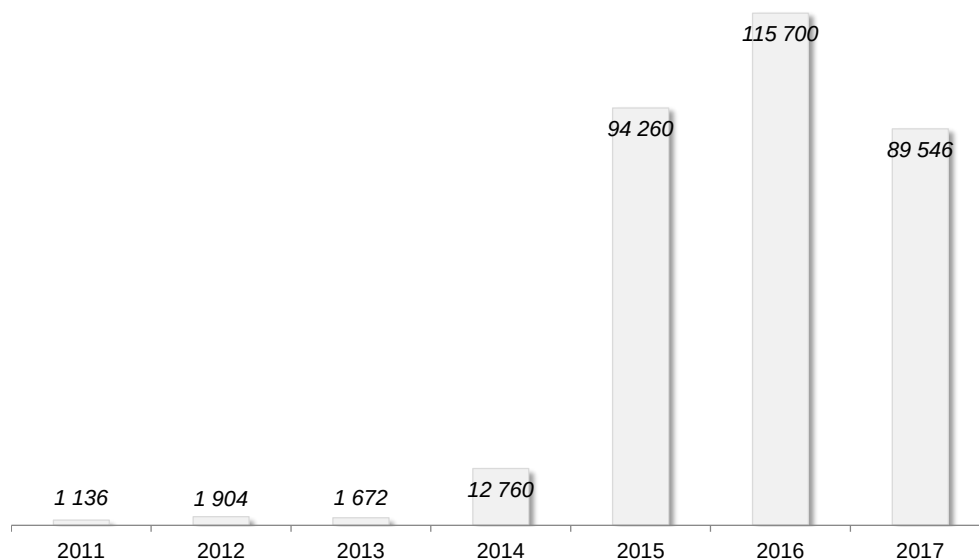
La Chine profite aussi de son positionnement très en amont sur la chaîne de valeur des véhicules électriques, avec notamment la production des batteries : 90 000 bus

¹ www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVO Outlook2017.pdf.

électriques ont ainsi été vendus¹ l'an dernier dans ce pays, ce qui représente plus de 99 % des ventes mondiales. Dans le même temps, seuls 150 bus électriques se sont vendus en 2017 aux États-Unis et 600 en Europe.

En France, la RATP et Île-de-France Mobilités (ex-STIF), après avoir testé plusieurs bus électriques de marques différentes, ont lancé au début de l'année 2018 une concertation internationale pour l'acquisition de 1 000 bus électriques. À l'issue d'une précédente commande initiée en février 2017 portant sur cinquante unités, la RATP vient de retenir Bolloré avec ses Bluebus et Heuliez. Ces procédures s'inscrivent dans l'objectif de convertir toute la flotte de 4 700 bus de la RATP en électrique (pour les deux tiers) et en biogaz (pour un tiers) d'ici à 2025.

Graphique 8 – Ventes de bus électriques en Chine



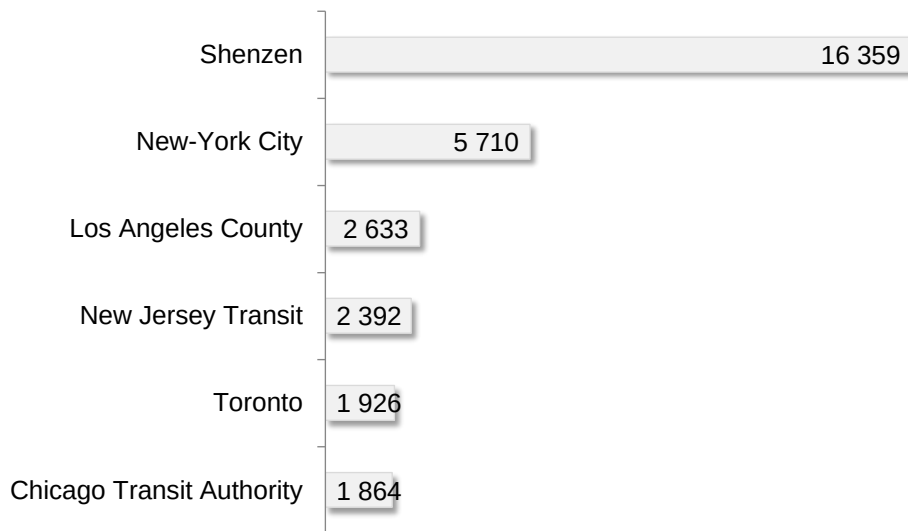
Source : EV Obsession

La seule ville de Shenzhen a par exemple remplacé l'intégralité de ses bus diesels par 16 000 bus électriques², ce qui représente plus de bus électriques que dans toutes les grandes villes américaines réunies (voir graphique 9).

¹ <https://cleantechnica.com/2018/02/04/china-100-electric-bus-sales-just-89546-2017/>.

² <https://evobsession.com/shenzhen-completes-its-bus-fleet-transitions-to-100-electric-buses/>.

Graphique 9 – Parc de bus électriques en circulation en 2017



Source : Clean Technica ; agences de transport : Chicago, Los Angeles, Toronto, New Jersey, New York

Selon le cabinet Bloomberg (BNEF), la flotte mondiale de bus électriques devrait tripler d'ici 2025 pour atteindre 1,2 million de bus : elle représenterait alors 47 % de la flotte mondiale de bus¹. De plus, à chaque fois que 1 000 nouveaux bus électrifiés sont mis en service, la demande quotidienne de pétrole de la Chine baisse de 500 barils/jour².

Les dépôts de bus dans lesquels s'effectue le rechargement doivent prendre en compte le risque incendie : celui survenu début mai 2017 dans un dépôt à Pékin n'a heureusement fait aucune victime mais a détruit plus de soixante-dix bus³. L'incendie survenu à Hong Kong en décembre 2016 n'a concerné qu'un bus avec des batteries « lithium polymère »⁴ sans que l'origine de l'incendie soit précisée.

¹ www.bloomberg.com/news/articles/2018-02-01/electric-buses-will-take-over-half-the-world-by-2025.

² www.bloomberg.com/news/articles/2018-04-23/electric-buses-are-hurting-the-oil-industry.

³ <https://carnewschina.com/2017/08/09/visiting-scene-may-1-beijing-ev-bus-charging-station-fire/>.

⁴ www.scmp.com/news/hong-kong/health-environment/article/1890986/hong-kongs-prototype-electric-bus-goes-flames.

7. Les camions « propres » en démonstration

Le transport au-delà de 3,5 tonnes reste pour le moment du domaine quasi exclusif des hydrocarbures (diesel, GNL ou gaz naturel). Seules quelques opérations de démonstration remettent en cause cette domination. Notons en particulier les annonces suivantes de camions électriques :

- dans le centre de Londres, UPS a décidé de faire rouler ses 170 camions en mode électrique avec un système de recharge (comprenant des batteries) spécifique pour ses véhicules capable de prendre de l'électricité sur le réseau dans les heures creuses et d'en rendre en période de pointe ;
- Tesla et Daimler prévoient de mettre sur le marché des camions électriques d'une vingtaine de tonnes en 2020-2021 avec une autonomie annoncée de 200 km pour Mercedes et de 800 km pour Tesla. Le futur camion de Daimler devrait transporter 11 tonnes de charge utile et présenter une autonomie maximale de 350 kilomètres grâce à un ensemble de batteries fournissant jusqu'à 300 kWh ;
- Renault Trucks devrait lancer fin 2019 des poids lourds électriques d'une autonomie de 120 kilomètres.

La mise en service de ces différents poids lourds vers 2020-2021 devrait permettre d'en préciser la faisabilité technique et économique.



CHAPITRE 2

LES INSTRUMENTS DE POLITIQUE PUBLIQUE MOBILISÉS

Ce chapitre examine les politiques publiques mises en œuvre dans un certain nombre de pays pour favoriser le développement du véhicule électrique. Il évoque donc les notions de prix à l'achat (auquel le consommateur est particulièrement sensible), de coût de possession (comprenant l'achat et l'usage) pour le consommateur et de coût total pour la collectivité (coût socioéconomique). Le lecteur intéressé trouvera quelques précisions sur ce sujet dans la note de France stratégie relative au véhicule propre au secours du climat¹ et une analyse plus complète de ces différentes notions pour la France dans le document du Commissariat général au développement durable (CGDD) sur l'analyse coûts-bénéfices des véhicules électriques².

Le véhicule électrique (à batterie) souffre aujourd'hui d'un double handicap par rapport au véhicule thermique :

- son prix à l'achat est plus élevé que son équivalent thermique. Pour une Clio 4, en avril 2018, il était d'environ 13 000 euros supérieur à celui d'un véhicule diesel d'entrée de gamme et de 16 500 euros pour son équivalent essence³. Pour un particulier, son coût de possession n'est comparable à celui de son équivalent thermique que s'il bénéficie de la prime accordée par le gouvernement ainsi que de la prime à la conversion. De même, dans les conditions technologiques

¹ www.strategie.gouv.fr/publications/20172027-vehicule-propre-secours-climat-actions-critiques.

² <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0086/Temis-0086746/23664.pdf>.

³ En avril 2018, le prix d'achat d'une Renault Zoé est de 23 700 euros sans sa batterie, de 32 600 euros avec sa batterie. Son équivalent thermique diesel, une Renault Clio 1.5 dCi 90 energy limited est vendue en entrée de gamme 19 400 euros, son équivalent essence 0.9i TCe 90 Trend (5p.) 15 900 euros. Enfin, la Dacia Sandero est proposée à partir de 7 990 euros à un prix moins élevé que le seul surcoût de la batterie de la Renault Zoé. Cf. www.automobile-magazine.fr/toute-l-actualite/article/23587-renault-propose-la-batterie-de-sa-zoe-a-lachat-au-prix-fort et www.caradisiac.com/a-retenir-au-prix-d-une-compacte-162325.htm.

actuelles, le bilan pour l'ensemble de la collectivité penche encore en faveur du véhicule thermique¹. Néanmoins, l'analyse menée par le CGDD, qui s'appuie, de manière optimiste, sur des prix à l'achat très voisins entre un véhicule électrique (sans sa batterie) et son équivalent thermique, montre que le véhicule électrique pourrait être rentable pour le consommateur en milieu urbain très dense dès 2020 ;

- son autonomie, limitée aujourd'hui à 250 km pour les véhicules de moyenne gamme les plus récents (munis d'une batterie de 40 kWh), permet de couvrir les trajets du quotidien mais ne permet pas encore la longue distance, même si le rechargement de 80 % de la batterie devient possible en vingt-cinq minutes² sans abîmer celle-ci.

Dans ces conditions, s'ils veulent encourager le développement du véhicule électrique, les pouvoirs publics peuvent d'abord mettre en œuvre des politiques de soutien à la R & D dans le domaine des batteries afin de réduire leur coût. Ce point est développé plus longuement dans le dernier chapitre de ce rapport. Néanmoins, entre le stade de la recherche et de possibles retombées industrielles, il faut un délai de plusieurs années, au minimum de cinq ans dans le cas des batteries.

Dans l'intervalle, s'ils veulent favoriser le développement du véhicule électrique, les pouvoirs publics ont alors intérêt à mettre en œuvre des incitations pour compenser le différentiel « d'utilité³ » existant aujourd'hui entre un véhicule électrique et son équivalent thermique, différentiel qui subsiste même si on prend en compte la conscience écologique d'un individu désireux de réduire son impact environnemental⁴. Ce paramètre est bien entendu difficilement quantifiable même si des enquêtes peuvent révéler le consentement à payer du consommateur pour le véhicule électrique.

¹ www.strategie.gouv.fr/publications/20172027-vehicule-propre-secours-climat-actions-critiques.

² Les batteries récentes (en NMC, nickel-manganèse-cobalt) peuvent être rechargées en vingt-cinq minutes sur les 80 premiers pourcents de leur capacité (recharge dite à 2C dans laquelle la puissance de la recharge est le double de la capacité). Au-delà de cette plage, la recharge doit être généralement plus lente pour éviter d'endommager la batterie.

³ De manière plus précise, il s'agit du différentiel de surplus pour le consommateur entre une situation où il possède un véhicule thermique et une situation où il possède un véhicule électrique : le surplus correspond à la différence entre l'avantage (l'utilité) qu'il retire de ce bien et le prix qu'il dépense pour l'acquérir. Par souci de simplification, nous ne parlerons que du différentiel d'utilité.

⁴ Les usagers valorisent le fait de rouler avec un véhicule « propre », ce qui réduit le différentiel de surplus.

De fait, ce différentiel devrait se réduire dans les prochaines années sous l'effet de plusieurs facteurs :

- l'augmentation du prix d'achat des véhicules thermiques lié au durcissement des normes d'émissions ;
- l'augmentation de la taxe carbone prévue par la loi de finances initiale 2018 (86,2 €/tCO₂ en 2022 en euros courants contre 44,6 €/tCO₂ en 2018) et de celle de la fiscalité sur le diesel ;
- la baisse des coûts des véhicules électriques au fur et à mesure des progrès technologiques, de l'augmentation du volume des ventes et de la diminution du coût des batteries, baisse qui risque cependant d'être compensée en partie, tout au moins dans un premier temps, par les augmentations de l'autonomie des VE et, corrélativement, de la taille des batteries qui, selon le véhicule choisi, pourront aller jusqu'à 60 kWh, voire 100 kWh, assurant ainsi une autonomie voisine de 400 à 600 km en parcours urbain (et de 250 à 400 km sur autoroute);
- les incitations financières directes (tel le bonus/malus, les taxes sur les carburants, etc.) ou indirectes (voies réservées, interdictions et restrictions de circulation) en faveur des véhicules à faibles émissions : les aides directes ont vocation cependant à diminuer (pour éviter une charge trop forte sur les finances publiques ainsi que des effets d'aubaine) au fur et à mesure du développement du véhicule électrique ;
- la levée des obstacles réglementaires et juridiques qui s'opposent au développement du véhicule électrique ainsi que l'évolution des usages des voitures particulières (autopartage¹, véhicules autonomes, etc.).

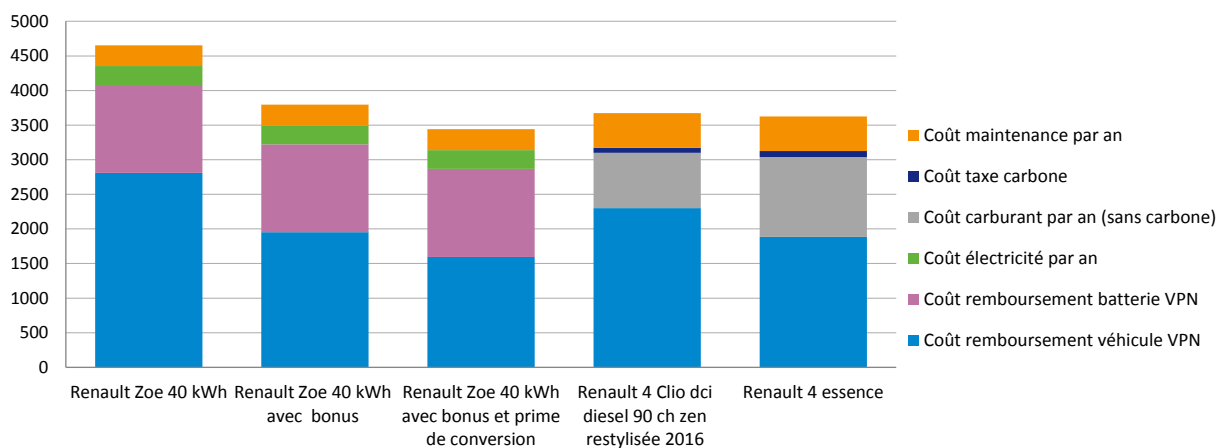
La première partie de ce chapitre ne traitera pas du développement des bornes de recharge, qui fera l'objet du point suivant. Elle présentera d'abord les écarts de coût existant entre véhicules électriques et véhicules thermiques, évoquera les moyens mis en œuvre pour assurer le développement des véhicules électriques dans les zones pionnières et décrira ensuite un certain nombre de bonnes pratiques qui pourraient être évaluées de manière plus précise dans le cas français avant d'être éventuellement transposées.

¹ Les véhicules en autopartage parcourent un kilométrage annuel important bien adapté au modèle économique du véhicule électrique.

1. Des incitations à plusieurs leviers

Dans tous les pays étudiés, des incitations financières sont mises en œuvre pour encourager le développement des véhicules électriques plus chers que leurs alternatives diesel ou essence pour une autonomie moindre : tant que le coût de possession des VE (comprenant le prix d'achat et le coût d'utilisation), déduction faite des incitations financières, sera supérieur à celui d'une voiture essence ou diesel, les ventes resteront vraisemblablement limitées à quelques pourcents du marché des voitures neuves.

Graphique 10 – Décomposition du coût de revient annuel pour un véhicule électrique et un véhicule thermique 13 000 km/an, en milliers d'euros



Source : France Stratégie, avril 2018

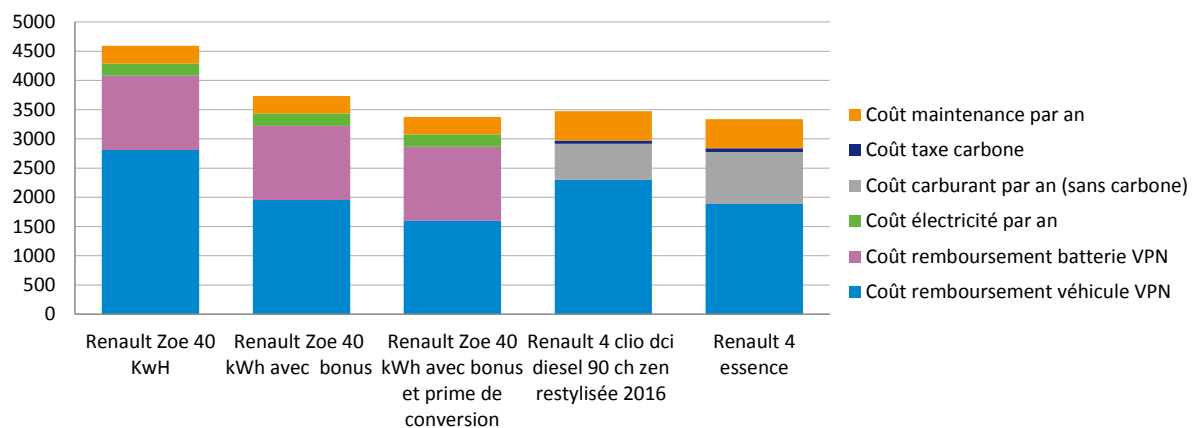
En France, en avril 2018, les calculs effectués pour une Zoé comparée à une Renault Clio diesel ou essence d'entrée de gamme montrent que pour une distance annuelle de 13 000 km, les dépenses annuelles moyennes d'un utilisateur d'une Zoé sont légèrement inférieures à celles de son équivalent diesel ou essence en intégrant le bonus et la prime à la conversion. Elles restent supérieures si la prime de conversion n'est pas intégrée. Dans les hypothèses retenues, elles sont globalement du même ordre pour un véhicule électrique (en intégrant le bonus) avec ses équivalents diesel et essence pour une distance voisine de 16 000 km¹.

À l'inverse, si la distance annuelle est de 10 000 km, chiffre plus proche du parcours moyen annuel d'une Zoé, les dépenses annuelles moyennes d'un utilisateur d'une

¹ Toujours, dans les mêmes hypothèses, les dépenses du véhicule essence sans prime deviendraient comparables à celles de son équivalent diesel pour une distance annuelle de 32 000 km.

Zoé ne sont comparables à celles de son équivalent essence que s'il bénéficie du bonus et de la prime à la conversion.

Graphique 11 – Décomposition du coût de revient annuel pour un véhicule électrique et un véhicule thermique 10 000 km/an, en milliers d'euros



Source : France Stratégie

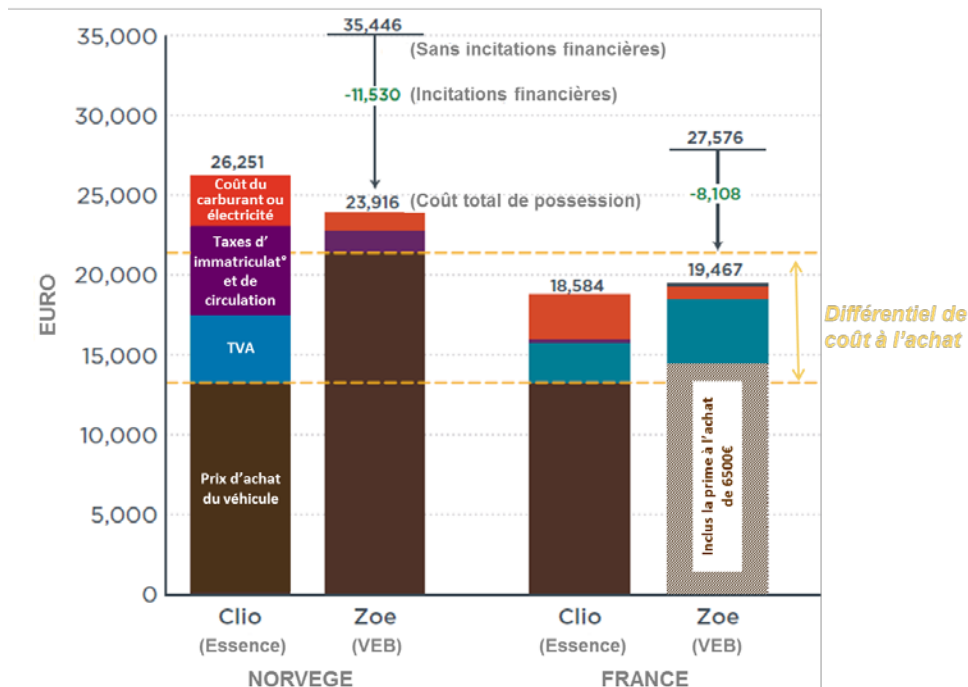
Au contraire en Norvège, les incitations publiques, plus élevées, conduisent à la situation inverse. Le graphique 12 ci-dessous, qui utilise des données de 2013, montre qu'une Zoé électrique revenait moins cher en Norvège, à cette époque, que son alternative essence, une Clio, avec plus de 2 000 euros économisés sur une durée de possession de quatre ans grâce à 11 500 euros d'incitations financières :

- en Norvège, les exemptions de taxes à l'achat et de TVA permettaient d'acheter une Renault Zoé à un prix comparable à une Renault Clio essence mais une électricité à bas prix (gratuite à Oslo) aboutit à 2 000 euros d'économie en quatre ans en faveur de la Renault Zoé¹ ;
- mais à la même époque, en France, la Renault Zoé coûtait plus cher qu'une Renault Clio essence, et ce malgré les incitations financières, que ce soit à l'achat ou sur une période de possession de quatre ans avec presque 1 000 euros de surcoût².

¹ Le coût de la batterie pour la VEB est représenté par la différence entre les deux traits jaunes.

² Là encore, le coût de la batterie pour la VEB est représenté par la différence entre les deux traits jaunes : mais le bonus conduit à un coût voisin du modèle essence avant les taxes et les coûts de combustible.

**Graphique 12 – Comparaison du coût total de possession sur quatre ans d'une Renault Zoé électrique et d'une Renault Clio essence
Norvège et France, 2013**



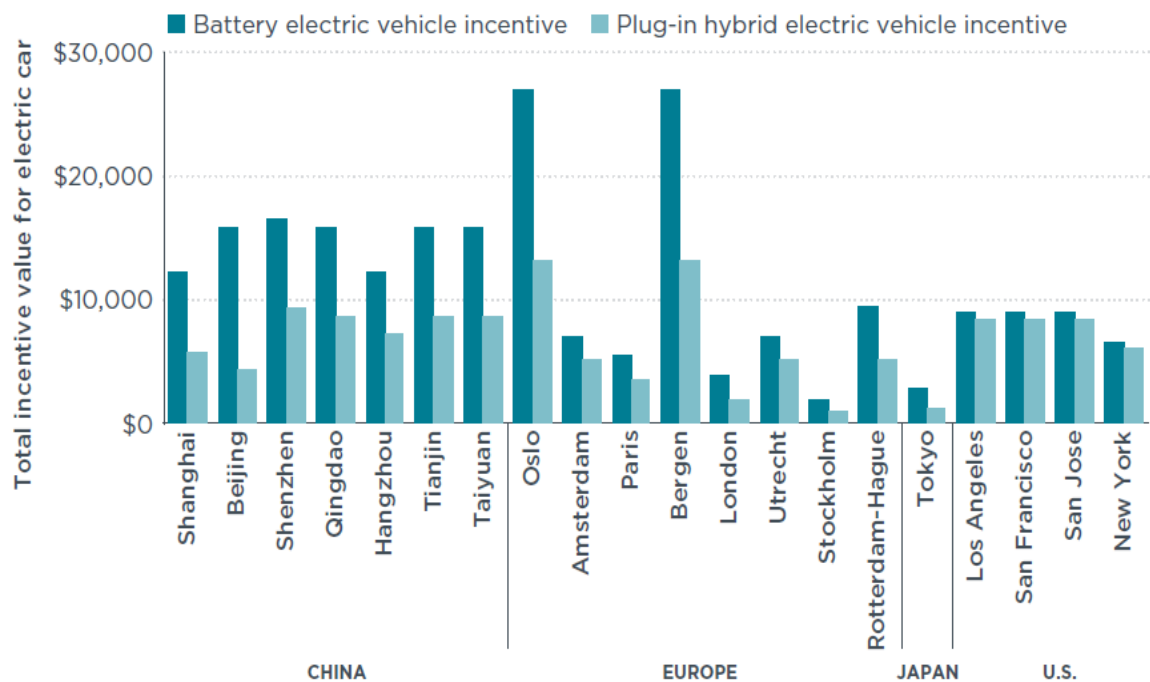
Source : « *Driving electrification: A global comparison of fiscal policy for electric vehicles* », ICCT, mai 2014

Les incitations au développement du véhicule électrique peuvent être réalisées sous forme d'aides financières directes ou indirectes en faveur de VE, mais aussi sous forme de pénalisations et/ou de contraintes supplémentaires imposées au véhicule thermique. Celui-ci est ainsi fortement pénalisé par des taxes allant de 50 % (en Norvège) à plus de 100 % du prix de la voiture (au Danemark), ou des quotas pour les nouvelles plaques d'immatriculation comme à Pékin ou à Shanghai, tandis que le véhicule électrique est exempté du péage urbain à Londres, peut emprunter les voies réservées au bus à Oslo ou celles réservées au co-voiturage à Los Angeles, et bénéficier de la gratuité des péages et des traversées en ferry (Norvège).

Dans les pays qui connaissent un fort développement du VE, les incitations financières directes nécessaires pour compenser le différentiel de coût entre le véhicule électrique et son équivalent thermique sont de plus couplées avec des contraintes fortes sur son équivalent thermique – taxes d'immatriculation, quotas d'immatriculations ou restrictions de circulation – et des incitations indirectes. Le graphique 13 cherche à estimer le montant des aides publiques accordées au VE ou

au VHR. Logiquement, on retrouve la Norvège, la Chine et la Californie en tête de ce classement.

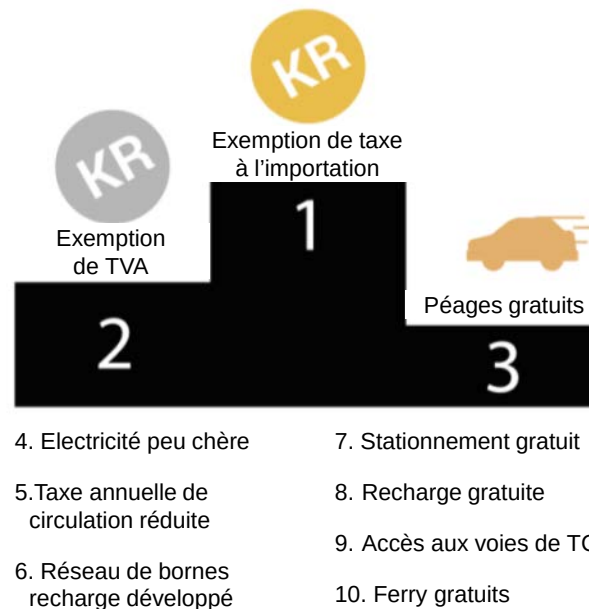
Graphique 13 – Aides publiques en faveur des véhicules électriques (VE et VHR)



Source : « *Electric vehicle capitals of the world: What markets are leading the transition to electric?* », ICCT, novembre 2017

Une enquête menée auprès des utilisateurs norvégiens de VE en 2015 sur l'importance des incitations dans l'achat du VE, illustrée par le schéma ci-dessous, fait effectivement ressortir aux deux premières positions des aides financières directes en faveur du VE (exemption de TVA et de taxe à l'achat) mais montre néanmoins également l'importance de la gratuité des péages et d'un coût modéré de l'électricité.

Schéma 1 – Classement des incitations disponibles pour la voiture électrique à batterie en Norvège



Source : Norwegian EV Customer Survey 2015: rank the electric car incentives

La possibilité d'acheter des véhicules électriques à bas prix, qu'elle soit due au développement d'un modèle *low cost* ou d'un marché d'occasion, reste nécessaire pour que les ménages modestes puissent accéder à la mobilité électrique. Hormis en Islande, où le faible nombre de modèles de VE proposés à la vente conduit à importer des véhicules électriques d'occasion¹ et où l'activité touristique de ce pays a conduit à développer fortement la location, ce marché est aujourd'hui logiquement assez faible : il suit en effet le marché du neuf avec quelques années de décalage. Le principal obstacle à son développement réside dans la crainte des acheteurs vis-à-vis de l'état réel de la batterie : la meilleure façon d'y répondre consiste probablement pour les constructeurs à garantir la batterie sur une durée de vie suffisante, par exemple de huit années, ou à poursuivre sa location. L'annonce de zones de circulation réservées aux véhicules n'émettant pas de gaz à effet de serre permettrait également d'éviter une dépréciation trop rapide de leur valeur². L'aide à l'acquisition de véhicules électriques accordée aux sociétés ainsi qu'aux entreprises de location de véhicules constitue enfin un bon moyen de favoriser ce type de marché³. Notons cependant qu'en France, des véhicules électriques dotés d'une

¹ Friðleifsson S. (2017), Personal communication, Icelandic Energy Agency, 6 novembre.

² IEA (2017), *Global EV Outlook 2017*, International Energy Agency, juin.

³ *Reconsidering the future of electric vehicles on Iceland*, AARHUS University.

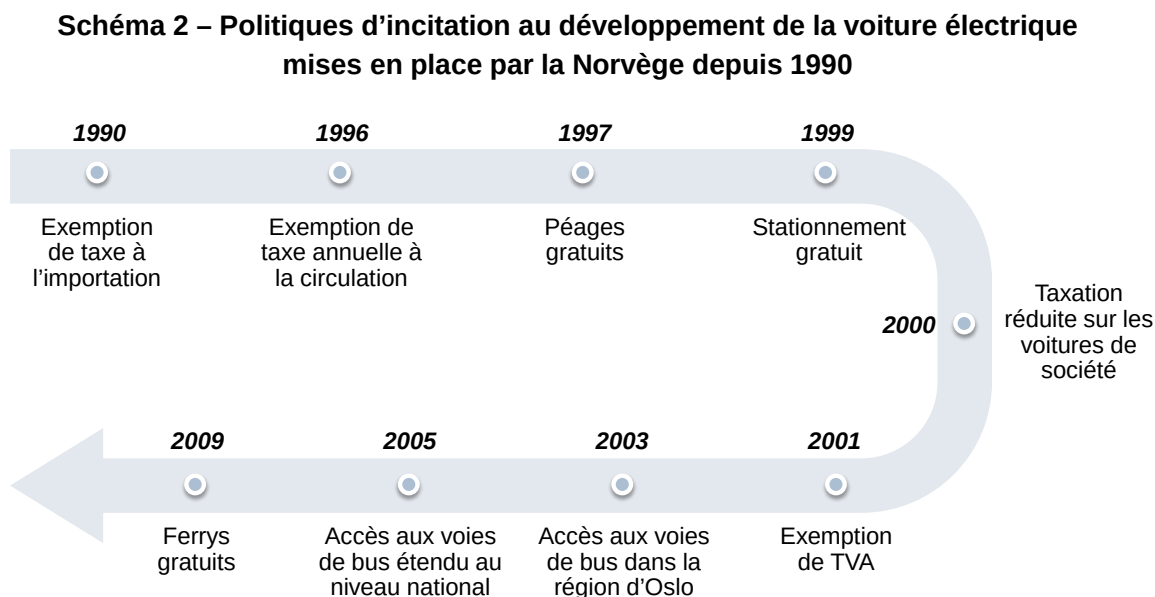
autonomie de 250 km n'arriveront pas sur le marché en nombre significatif avant 2020-2021.

2. Des incitations massives là où le véhicule électrique connaît un essor rapide

2.1. L'exemple de la Norvège : les exemptions de taxes

La Norvège, qui bénéficie d'un PIB par habitant élevé, a mis en place un ensemble d'incitations directes et indirectes en faveur du VE qui n'est pas à la portée de tous les pays.

Elle a ainsi favorisé le développement des véhicules électriques depuis le début des années 1990 et a renforcé progressivement les avantages accordés : exemption de taxe à l'importation en 1990 puis de taxe annuelle à la circulation en 1996, péages (autoroutes, ponts, tunnels) gratuits en 1997, parking gratuits en 1999, exemption de TVA en 2001, accès aux voies de bus à Oslo en 2003 et, plus récemment, à partir de 2009, transport en ferry gratuit (voir illustration ci-dessous). Oslo et Bergen fournissent de plus une électricité gratuite à certaines bornes¹.

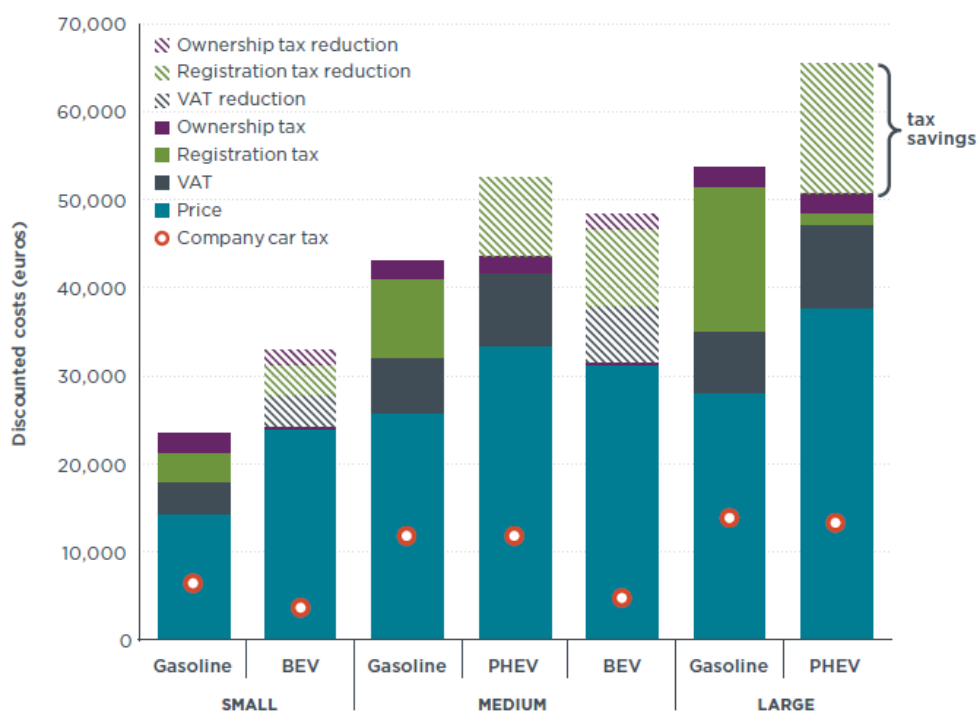


Source : Elbil (Norwegian Electric Vehicle Association)

¹ www.theicct.org/publications/EV-capitals-of-the-world-2017.

Parmi toutes les incitations mises en place, les exemptions de la TVA d'une part (25 % du prix hors taxe de la voiture, du même ordre de grandeur que la prime à l'achat disponible en France pour une Renault Zoé – environ 6 000 euros cumulables avec la prime à la conversion) et de la taxe à l'importation d'autre part (30 % à 60 % du prix hors taxe) sont déterminantes pour le consommateur, pour qui la voiture électrique à batterie coûte moins cher à l'achat que son équivalent thermique (voir graphique 14).

Graphique 14 – Incitations financières directes disponibles pour l'achat d'un VEB et d'un VHR en Norvège



Source : « [Comparison of leading electric vehicle policy and deployment in Europe](#) », ICCT, mai 2016

Si la Norvège autorise encore l'achat de véhicules hybrides rechargeables au-delà de 2025, ces véhicules ne bénéficient pas des mêmes avantages que les véhicules électriques à batterie : ils doivent en effet s'acquitter des péages, des parkings, des frais de transport sur les ferries et de la TVA à l'achat.

Notons enfin qu'après avoir envisagé de réduire les avantages fiscaux pour les berlines électriques pesant plus de 2 tonnes, la Norvège a finalement renoncé à la

mise en place de cette « taxe Tesla » pour respecter un accord de 2015 prévoyant le maintien des exemptions fiscales jusqu'en 2020¹.

2.2. L'exemple de la Chine : incitations financières, quotas sur les ventes des constructeurs et sur les immatriculations

Comme en Norvège, les incitations à l'achat de véhicules électriques sont importantes. Les trois principales proviennent :

- de subventions à l'achat accordées par le niveau national, et parfois complétées par des aides régionales et/ou locales ;
- d'un programme de développement de « véhicules zéro émission » avec des quotas de vente imposés à chaque constructeur, qui devrait commencer en 2019 et qui pourrait permettre à l'État de réduire les subventions à l'achat ;
- des quotas d'immatriculations réservées aux véhicules électriques notamment à Pékin et Shanghai.

Des incitations financières élevées

Jusqu'à présent, le développement des VE repose très largement, depuis 2014, sur les incitations financières élevées accordées par l'État central avec des subventions à l'achat, parfois également complétées par des incitations régionales et locales : le total couvre souvent plus de la moitié du prix d'achat des véhicules. Ces subventions à l'achat sont réservées aux modèles de marque chinoise².

Au niveau national, les subventions pour les véhicules « tout électrique » sont calculées en tenant compte principalement de leur autonomie. Des aides financières pour les VEB croissantes en fonction de leur autonomie permettent de compenser partiellement le coût de l'augmentation de la capacité de la batterie et d'accompagner le développement d'un VEB destiné à la moyenne-longue distance. Pour l'année 2018, les barèmes sont les suivants :

Autonomie R (km)	150≤R<200	200≤R<250	250≤R<300	300≤R<400	400≤R
Subvention (CNY)	15 000	24 000	34 000	45 000	50 000

Nota : 1 euro vaut environs 7,8 yuans en avril 2018.

¹ www.lepoint.fr/automobile/actualites/la-norvege-renonce-a-la-taxe-tesla-23-11-2017-2174519_683.php.

² Les véhicules produits par les constructeurs étrangers en co-entreprises en Chine sont éligibles à ces subventions, mais ils doivent être vendus sous une marque créée spécifiquement pour le marché local et non sous les marques reconnues à l'international.

Pour les véhicules hybrides, les subventions sont calculées en tenant compte à la fois de l'autonomie en mode électrique et de la consommation d'essence. Une telle aide permet de donner une incitation faible à l'achat de VHR disposant d'une batterie de faible capacité et qui rouleront très vraisemblablement la plupart du temps en mode thermique. Au contraire, des VHR avec une batterie de forte capacité destinés à rouler plus longtemps en mode électrique recevront une incitation plus élevée.

Des quotas de véhicules électriques imposés aux constructeurs à partir de 2019

La Chine devrait mettre en place à partir de début 2019 un programme de développement des « véhicules zéro émission », inspiré de celui de la Californie. Ce programme imposera de fait à tous les constructeurs de vendre une part de plus en plus importante de VE (suivant une comptabilité qui accorde plus de poids aux VEB qu'aux VEHR).

Le MIIT¹ a publié en septembre 2017 un texte mettant officiellement en place un quota de véhicules à énergie nouvelle dans la production (ou les importations) de chaque constructeur à partir de 2019. Concrètement, les « crédits VEN » seront comptés en affectant au nombre de véhicules produits un coefficient multiplicatif C calculé de la manière suivante :

- pour les véhicules « tout électrique » : $C = 0,012 \times R + 0,8$ où R représente l'autonomie du véhicule en kilomètres ;
- pour les véhicules hybrides : $C = 2$;
- pour les véhicules à pile à combustible : $C = 0,16 \times P$ où P représente la puissance de la pile en kilowatts.

Les crédits VEN devront atteindre 10 % de la production en 2019 et 12 % en 2020. Les quotas pour 2021 et après ne sont pas encore fixés.

Par exemple, pour un constructeur proposant un véhicule électrique ayant 200 kilomètres d'autonomie, le coefficient multiplicateur est $C = 0,012 \times 200 + 0,8 = 3,2$. Pour satisfaire aux quotas, il faudra donc qu'en 2019 ce véhicule représente au moins $10 \% \times 1/C = 3,125 \%$ de la production totale du constructeur.

Les constructeurs ne pouvant atteindre les quotas de production auront la possibilité de racheter des crédits auprès de constructeurs plus « vertueux » ou devront payer des amendes. Le mécanisme précis de fixation des prix des crédits ne semble pas

¹ Ministère chinois de l'Industrie et des Technologies de l'information.

déterminé à ce jour. Par ailleurs, les sources carbonées « propres » (GPL, biocarburants, etc.) ne bénéficient pas de la mise en place de ces quotas.

Là encore, l'avantage accordé au véhicule électrique est croissant en fonction de son autonomie et supérieur à celui du véhicule hybride (dès lors que son autonomie dépasse 100 km ce qui est le cas de véhicules électriques habituels).

Dans ces conditions, selon plusieurs annonces faites par les dirigeants du MIIT au cours de l'année 2017, les subventions à l'achat qui représentaient de loin le principal levier de soutien au développement du secteur des véhicules électriques en Chine, pourraient être graduellement abaissées chaque année et disparaître après 2020.

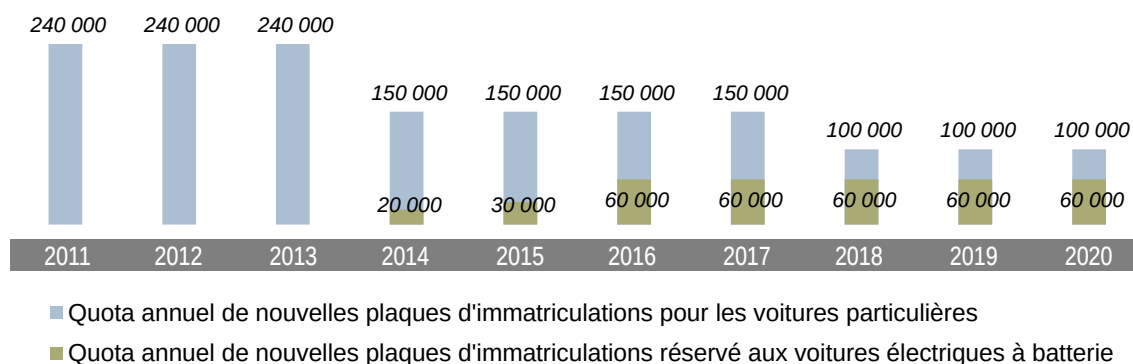
Des quotas de nouvelles plaques d'immatriculation réservés aux véhicules électriques

L'attribution d'une part de plus en plus importante des nouvelles plaques d'immatriculation à des VE à Pékin a permis aux voitures électriques de dépasser la barre des 10 % des ventes de voitures neuves dès 2016. De fait, à Pékin, les ventes de voitures neuves se décomposent en deux catégories :

- les acheteurs, la majorité, qui utilisent une plaque d'immatriculation existante pour acquérir un nouveau véhicule (qui peut être électrique) ;
- et ceux qui ont besoin d'une nouvelle plaque (150 000 en 2016 se divisant en 90 000 véhicules thermiques et 60 000 véhicules électriques).

Pékin a en effet instauré, dès 2011, un montant maximal de 240 000 nouvelles immatriculations afin de mieux contrôler l'augmentation du parc de véhicules et le trafic associé. Ce quota a ensuite été réduit à 150 000 nouvelles immatriculations en 2014 puis à 100 000 en 2018, tout en augmentant en même temps la part réservée aux véhicules électriques à batterie : de 20 000 en 2014 à 60 000 en 2018, représentant 40 % des nouvelles immatriculations en 2016-2017, puis 60 % à partir de 2018 (voir le graphique 15). Dans le même temps, l'obtention d'une nouvelle plaque d'immatriculation pour un véhicule thermique suppose soit de recourir à une loterie qui a lieu tous les deux mois mais qui n'accorde cette possibilité qu'à environ une personne sur deux cents, soit de racheter une plaque d'immatriculation déjà existante.

Graphique 15 – Quota annuel de nouvelles plaques d'immatriculation à Pékin 2011-2020



Source : Beijing Municipal Commission of Transport

À Shanghai, qui connaît les mêmes problèmes de congestion, les nouvelles plaques d'immatriculation sont vendues dans des enchères, qui ont été récemment plafonnées à environ 10 000 euros afin d'éviter des prix excessifs. Les acheteurs de véhicules électriques sont, quant à eux, dispensés de cette loterie ou de la vente aux enchères.

Les autorités locales ont exigé que l'acquéreur d'un véhicule hybride rechargeable prouve la disponibilité d'un point de recharge privé pour bénéficier de l'exemption d'achat de plaque (environ 10 000 euros) afin d'éviter que ces véhicules ne soient utilisés qu'en mode thermique.

Ces mesures coercitives sont cependant difficilement transposables en Europe.

2.3. L'exemple de la Californie

Là encore, comme en Norvège, le développement du VE résulte d'une politique menée avec constance depuis plus de vingt ans. L'engouement pour le véhicule électrique dépasse largement Los Angeles et s'étend à l'ensemble de la Californie : en 2016, la part des véhicules électriques (à batterie ou hybrides rechargeables) était supérieure à 20 % des ventes dans trois villes, à 10 % dans 16 et à 5 % dans 64 villes. Un an plus tard, en 2017, ce même pourcentage des ventes dépassait désormais 10 % dans trente villes et 5 % dans 109 villes : cela donne une idée de l'accélération du déploiement du véhicule électrique dans cette région du monde¹.

¹ ICCT (2018), « [California's continued electric vehicle market development](#) », *Briefing*, mai.

Plusieurs facteurs permettent d'expliquer ce développement :

- l'existence d'une classe moyenne aisée sensible aux problèmes environnementaux, et probablement séduite par un nouveau concept qui redonne un « désir d'automobile », permet le développement des Tesla qui constituent la première vente de véhicules électriques : c'est notamment le cas dans les villes où le revenu médian est égal ou supérieur à 100 000 dollars ;
- un système d'aide à l'acquisition de véhicules électriques a été mis en place dans l'ensemble de l'État pour les ménages aux revenus les plus faibles : dans d'autres cités, notamment à Los Angeles où le revenu médian annuel est de 50 000 dollars, ce sont les Chevrolet Volt, la Fiat 500e et la Nissan Leaf qui arrivent en tête des ventes ;
- à Los Angeles et dans sa banlieue, les détenteurs de véhicules électriques ont le droit d'utiliser les voies réservées au covoiturage ;
- 20 à 30 modèles différents de véhicules électriques sont à la vente dans les villes où la part des ventes est la plus importante¹. Ce n'est cependant pas une condition suffisante : ce nombre est en effet le même à New York où la part des ventes de véhicules électriques ne dépasse pas 2 %.

L'État de Californie a également favorisé ce développement en mettant en place depuis le début des années 1990 son programme de « Véhicules à zéro émission » qui impose à chaque constructeur de vendre un quota de véhicules électriques de plus en plus élevé avec le temps. Cette trajectoire est précisée sur le site du gouvernement californien².

Récemment, en mai 2014, sept autres États des États-Unis (Connecticut, Maryland, Massachusetts, New York, Oregon, Rhode Island and Vermont) ont adopté un programme de « Véhicules à zéro émission » : ils se sont ainsi engagés dans un plan visant à déployer 3.3 millions de véhicules propres sans émissions (Zero-emission vehicles, ZEVs) avant 2025 : les véhicules sans émission devraient alors représenter environ 15 % des ventes. Le plan vise également à mettre en place des incitations non financières, tels que l'accès aux voies réservées au covoiturage (HOV³) et le développement de nouvelles stations de recharge. Il est trop tôt pour en apprécier les

¹ ICTT (2017), « [Update: California's electric vehicle market](#) », *Briefing*, mai.

² www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevtutorial/zev_tutorial_webcast.pdf, slide 11.

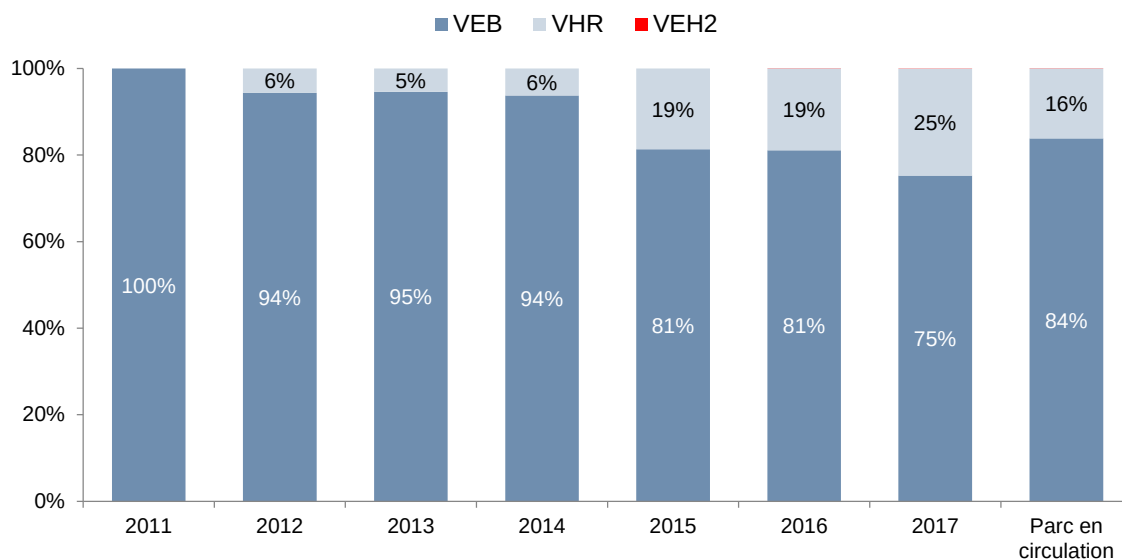
³ *High-occupancy vehicle lane*.

résultats. Cependant, en 2016, tandis que les ventes de VE augmentaient de 20 % en Californie, leur augmentation était de 60 % dans les 7 autres États¹.

3. Les mesures d'incitation peuvent orienter le choix des consommateurs entre véhicules électriques à batterie et véhicules hybrides rechargeables

Les incitations mises en place par les pouvoirs publics ont un impact important sur la répartition des ventes entre véhicules électriques à batterie et véhicules hybrides rechargeables : la France, qui en 2017 donne un bonus de 6 000 euros pour l'achat d'un véhicule électrique à batterie contre 1 000 euros pour celui d'un VHR (voir graphique 16), et la Chine ont fait le choix par leurs incitations d'encourager les voitures électriques à batterie, qui représentent plus de 80 % des voitures électriques en circulation dans ces deux pays à fin 2017.

Graphique 16 – Ventes de voitures électriques en France par technologie, 2011-2017



Source : EV Volumes

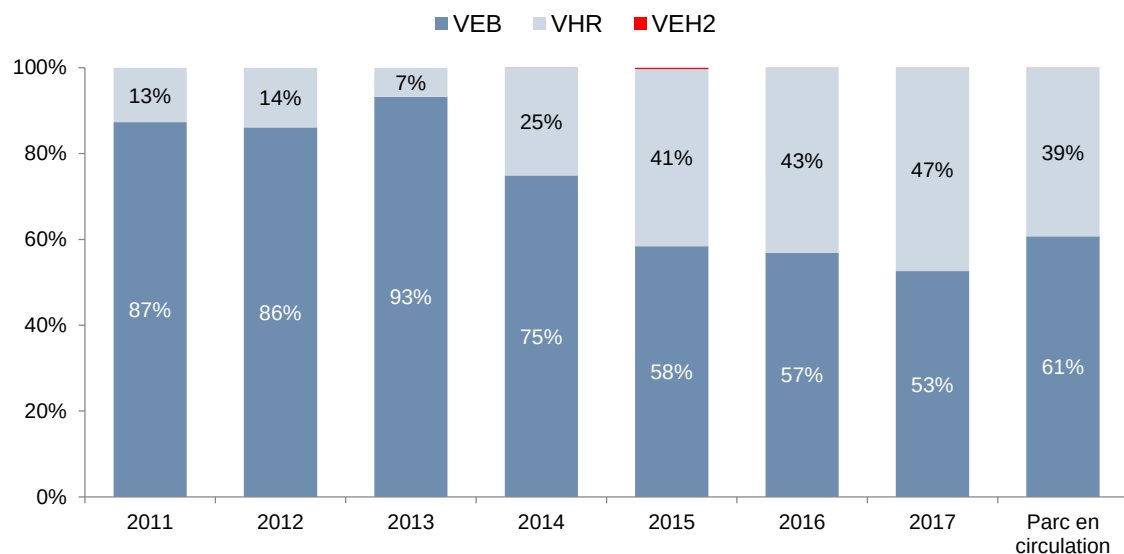
Au contraire, l'Allemagne (voir graphique 17) a mis en place en 2016 des aides à l'achat quasi équivalentes entre les deux types de véhicules : 4 000 euros pour un véhicule électrique à batterie et 3 000 euros pour un véhicule hybride rechargeable, afin de soutenir ses constructeurs automobiles Volkswagen et BMW qui ont

¹ Ibid.

développé des gammes complètes de véhicules électriques incluant à la fois des véhicules électriques à batterie et des véhicules hybrides rechargeables. Les ventes des VHR sont dès lors très proches de celles des VEB et supérieures en proportion à celles de la France (47 % contre 25 % en 2017).

À noter que ces aides à l'achat sont cofinancées par les constructeurs automobiles à hauteur de 50 % et excluent les voitures dont le prix dépasse 60 000 euros.

Graphique 17 – Ventes de voitures électriques en Allemagne par technologie, 2011-2017



Source : EV Volumes

4. Revers de la médaille : la fin des incitations publiques peut conduire à une baisse très rapide des ventes

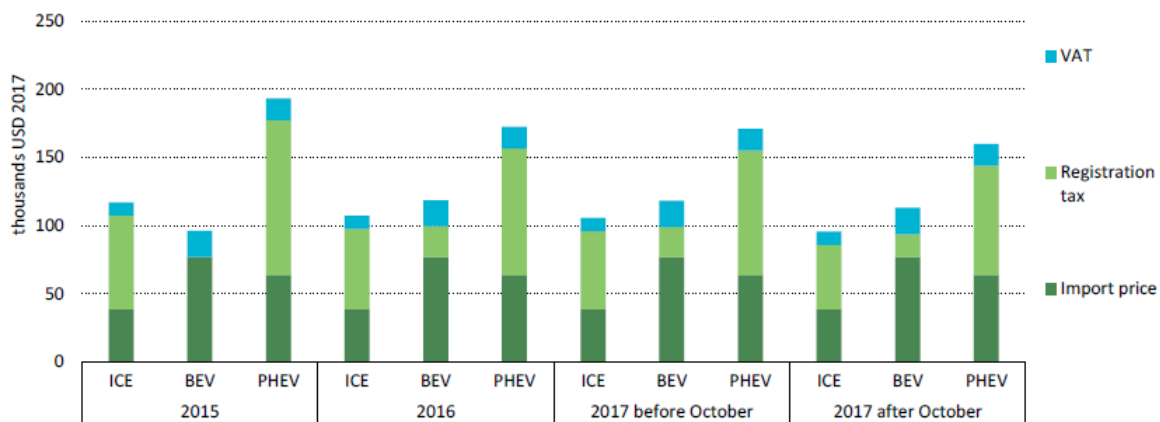
4.1. L'exemple du Danemark : l'effondrement des ventes de VEB

Jusqu'en 2015, le Danemark avait mis en place une politique très généreuse d'incitations au développement du véhicule électrique, conduisant à des avantages de plus de 5 000 euros pour une durée d'utilisation de quatre ans entre une Zoé électrique et une Clio essence.

Comme en Norvège, c'était bien l'exemption de la taxe d'immatriculation pour le véhicule électrique couplée à la pénalisation des voitures thermiques par cette taxe pouvant atteindre 150 % du prix de la voiture qui avait permis en 2015 le succès de la voiture électrique.

À partir de 2016, le Danemark a cherché à réassujettir progressivement le VE à la taxe d'immatriculation de 20 % en 2016 jusqu'à 100 % en 2020, tout en abaissant en même temps le niveau de taxe d'immatriculation pour l'ensemble des véhicules y compris thermiques : cette mesure a conduit à inverser le différentiel de coût entre un VEB et le Vth correspondant, comme le montre la figure ci-dessous provenant de l'AIE et portant sur des modèles haut de gamme.

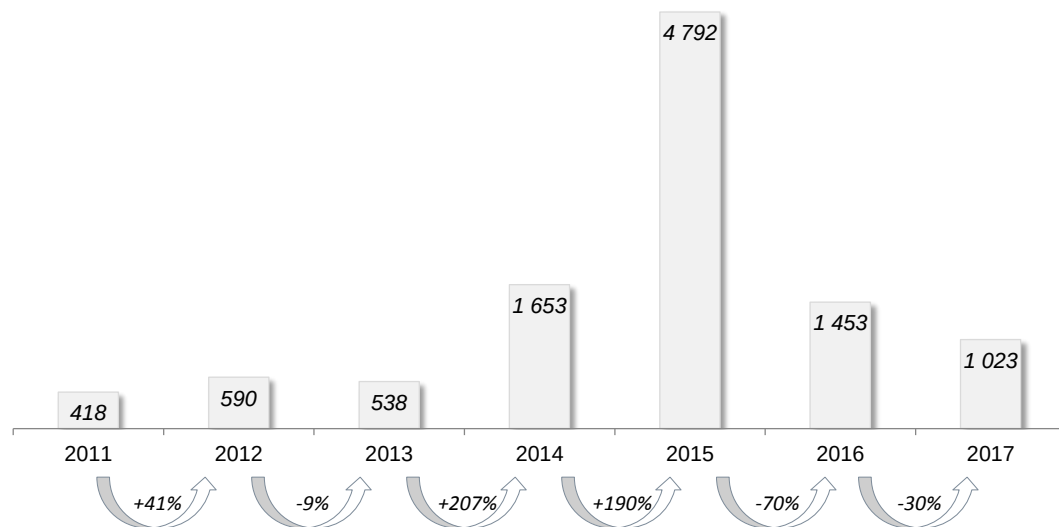
**Graphique 18 – Prix à l'achat d'un véhicule thermique (Audi 17), électrique à batterie (Tesla Model S) et hybride rechargeable (Mercedes-Benz E350-Hybrid)
Danemark, 2015-2017**



Source : AIE 2017

La réduction de cette politique d'incitations généreuses a été suivie par deux années de forte baisse des ventes de voitures électriques.

**Graphique 19 – Ventes de voitures électriques au Danemark
2011-2017**

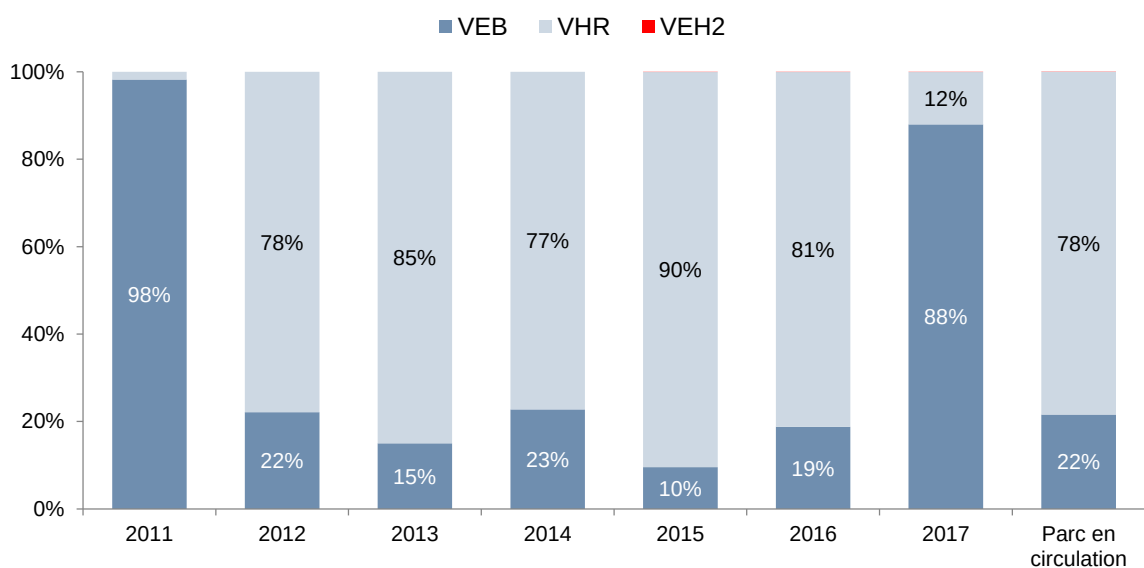


Source : *Nordic EV Outlook 2018*, AIE, janvier 2018

4.2. L'exemple des Pays-Bas : l'effondrement des ventes de VHR

Aux Pays-Bas, les abattements offerts sur les taxes sur véhicules de société ont eu de 2012 à 2016 un impact significatif en faveur des véhicules hybrides rechargeables, qui ont représenté la grande majorité des ventes, avec presque 80 % des véhicules électriques en circulation à fin 2017, comme le montre le graphique 20.

**Graphique 20 – Ventes de voitures électriques aux Pays-Bas par technologie
2011-2017**

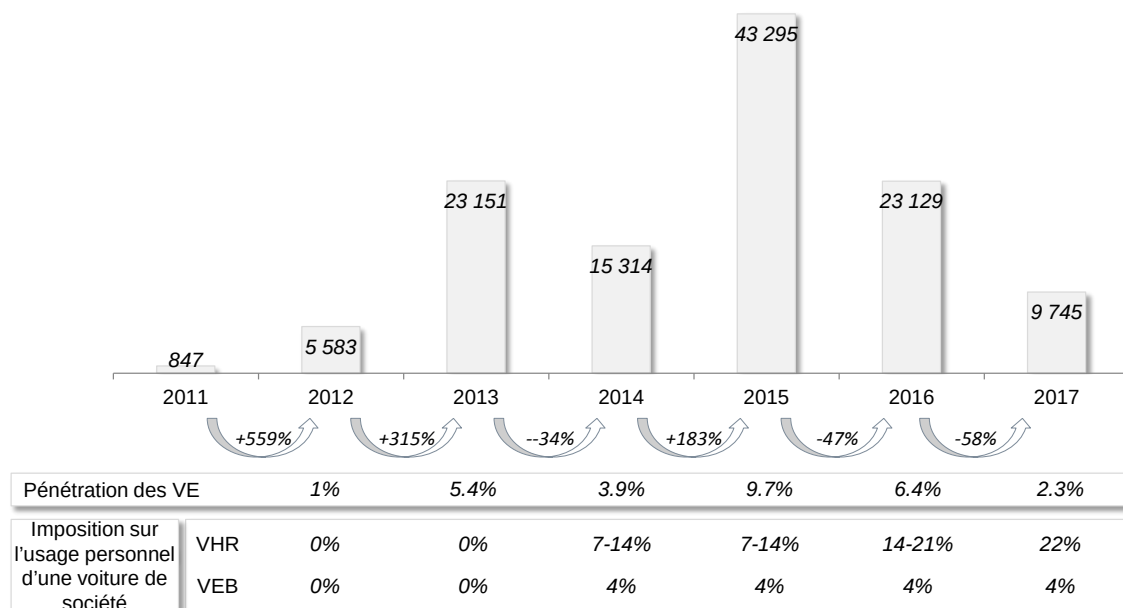


Source : *EV Volumes*

La polyvalence de ces véhicules, qui bénéficiaient d'une incitation financière équivalente à celle accordée à un véhicule électrique à batterie, a orienté le choix des acquéreurs vers cette solution permettant d'économiser plus de 10 000 euros sur quatre ans par rapport à son équivalent diesel.

Mais en 2015, les autorités néerlandaises se sont aperçues que ces véhicules, dont l'acquisition était motivée par ces incitations généreuses, roulaient la majorité de leur temps en mode thermique, étant donné leur autonomie électrique réelle limitée à quelques dizaines de kilomètres : les mesures effectuées, qui montrent des émissions réelles de gaz à effet de serre nettement supérieures à celles des véhicules équivalents diesel ou essence à l'issue des tests d'homologation, sont présentées en annexe 2. Elles ont donc décidé de réduire puis de supprimer les abattements mis en place pour les véhicules hybrides rechargeables de société : les ventes de ces véhicules ont alors chuté de près de 50 % de 2015 à 2016 puis de près de 60 % de 2016 à 2017 (voir graphique 21).

**Graphique 21 – Ventes de voitures électriques aux Pays-Bas
2011-2017**



Source : EV Volumes

Le problème de l'utilisation en mode majoritairement thermique des véhicules hybrides rechargeables, liée à leur faible autonomie électrique réelle, peut de plus conduire à un effet d'aubaine dès lors que le conducteur achète la version hybride rechargeable du modèle choisi, profite ainsi de la fiscalité correspondante et l'utilise

principalement en mode thermique¹. Il se retrouve dans d'autres pays comme le Royaume-Uni : celui-ci envisage de différencier à partir de 2020 les incitations disponibles pour les VHR en fonction de leur autonomie en mode électrique. Comme le montre le tableau 1 ci-dessous, un automobiliste utilisant un VHR de société pour son usage personnel sera imposé à 14 % pour son bénéfice en nature si l'autonomie de son VHR en mode électrique est inférieure à 30 miles, ce qui veut dire qu'il roulera principalement en mode thermique. À l'inverse, si cette autonomie est supérieure à 40 miles, ce qui veut dire qu'il roulera principalement en mode électrique, son imposition sera réduite à 8 %. Cet ajustement devrait permettre d'encourager la vente des véhicules disposant d'une autonomie électrique plus importante, et donc roulant majoritairement en mode électrique.

**Tableau 1 – Taux d'imposition du « bénéfice en nature »
associé à l'usage personnel d'une voiture de société, en pourcentage**

Technologie	Emissions de CO2 (g/km)	Autonomie électrique (en miles)	Année fiscale 2017/18	Année fiscale 2018/19	Année fiscale 2019/20	Année fiscale 2020/21
VEB	0		9	13	16	2
VHR	1-50	>130	9	13	16	2
	1-50	70-129	9	13	16	5
	1-50	40-69	9	13	16	8
	1-50	30-39	9	13	16	12
	1-50	<30	9	13	16	14
	51-54		13	16	19	15
VHNR	55-59		13	16	19	16
	60-64		13	16	19	17
	65-69		13	16	19	18
	70-74		13	16	19	19
	75-79		17	19	22	20

Source : UK Government

¹ Une voiture de sport peut émettre 200 gCO₂/km, ce qui la conduit à devoir supporter un malus d'environ 10 000 euros. Le même modèle sous sa forme hybride équipé d'une batterie de 10 kWh pour un coût de 2 000 à 3 000 euros sera exempté de malus et bénéficiera même d'un bonus de 1 000 euros, alors que son fonctionnement réel sera vraisemblablement très proche de celui de la voiture de sport dans sa version initiale.

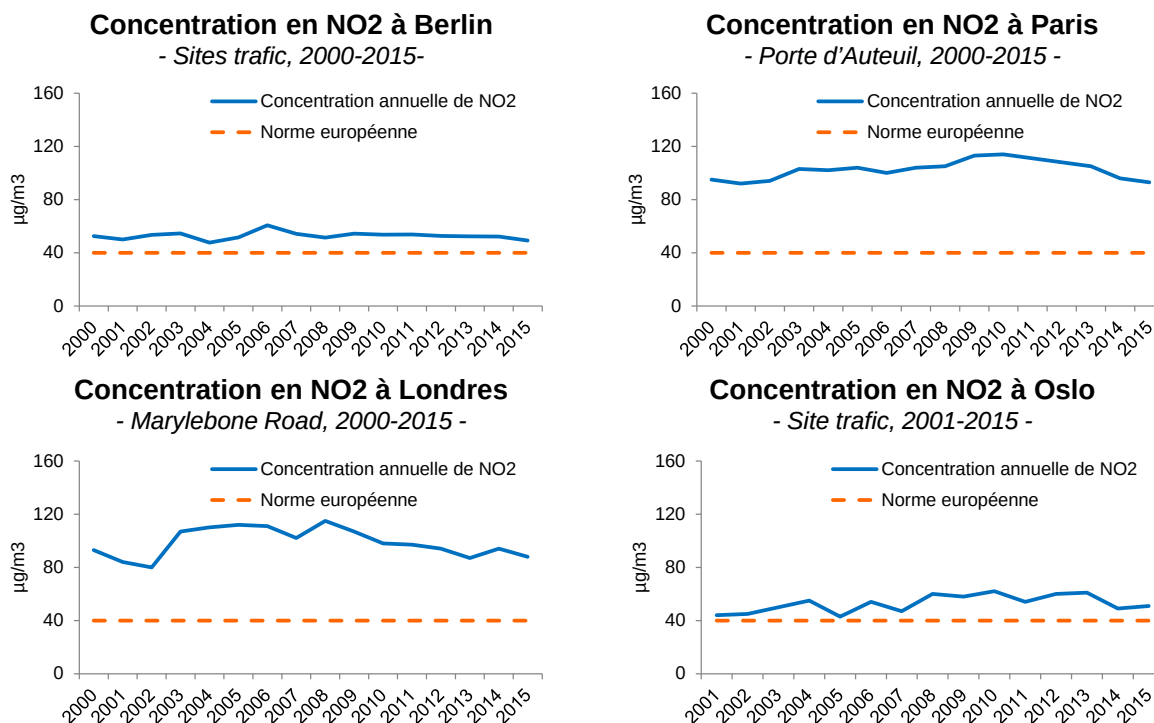
5. Restrictions à la circulation des véhicules les plus polluants et zones zéro émission au cœur des grandes villes européennes

L'application de la directive européenne 2008/50/EC fixant des valeurs limites sur les principaux polluants atmosphériques – particules (PM₁₀ et PM_{2.5}) et dioxyde d'azote (NO₂) – a encouragé la mise en place de restrictions d'accès pour les véhicules les plus polluants : Berlin a restreint par exemple l'accès en 2010 aux véhicules diesel ne respectant pas la norme Euro4, mesure que la Ville de Paris prévoit de mettre en place en 2019 pour l'accès à Paris *intra-muros*.

Les concentrations en particules PM₁₀ ont diminué significativement en Europe depuis 2008 en raison de plusieurs facteurs : la désulfuration des carburants, la mise en place de la norme Euro5 équipant les véhicules diesel de filtres à particules, les incitations de mise à la casse ainsi que la mise en place de zones à faibles émissions. En revanche, les concentrations en dioxyde d'azote n'ont que très faiblement diminué au cours des quinze dernières années dans les grandes villes européennes, la diminution (relative) des émissions des véhicules étant compensée par l'augmentation du parc de véhicules diesel en circulation. Cette situation a conduit, comme nous l'avons évoqué plus haut, des organisations non gouvernementales à engager des recours devant les tribunaux et la Commission à adresser dans un premier temps un dernier avertissement le 15 février 2017 à cinq pays (France, Allemagne, Espagne, Italie et Royaume-Uni) en raison d'infractions continues aux limites réglementaires pour le dioxyde d'azote au niveau de 78 zones de qualité de l'air, puis, dans un deuxième temps, en mai 2018, à renvoyer six Etats membres, dont la France, l'Allemagne et le Royaume-Uni, devant la Cour de justice de l'Union européenne.

Les nouvelles normes Euro 6 et surtout la conformité des émissions en conditions réelles de circulation devraient cependant conduire à une nette diminution en moyenne des émissions de dioxyde d'azote des véhicules diesel neufs.

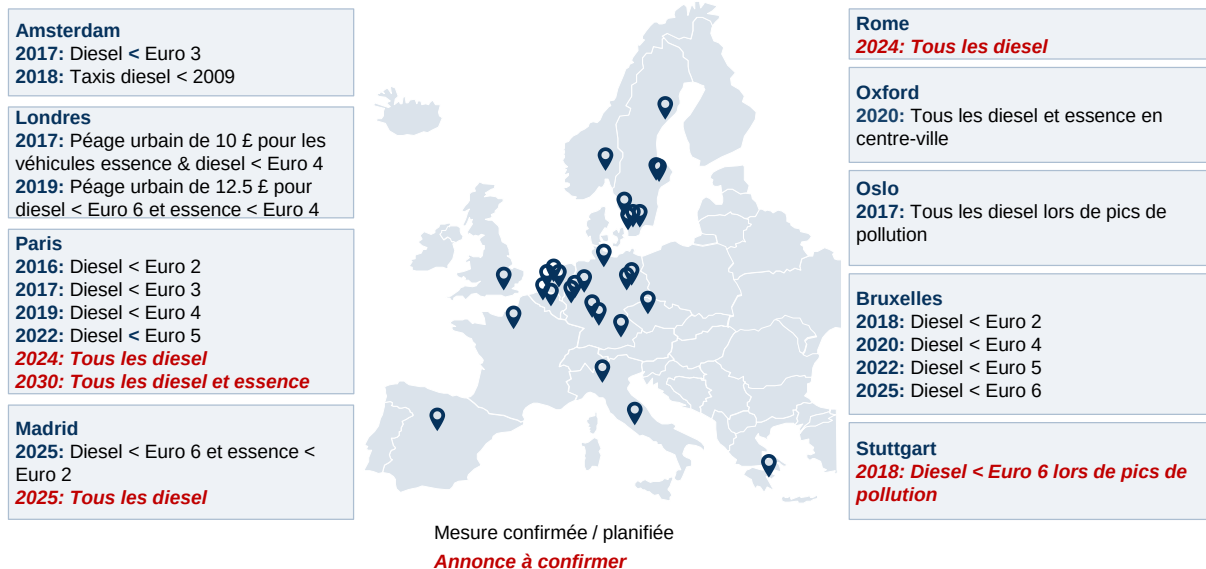
**Graphique 22 – Concentration en dioxyde d’azote (NO₂)
à Berlin, Paris, Londres et Oslo**



Source : Berlin : [Senate Department for Urban Development and Housing](#) ; Paris : [Air Parif](#) ;
Londres : [London Air](#) ; Oslo : [Norwegian Environment Agency](#)

Si les nouvelles normes d'émissions, y compris en conditions réelles de circulation, devraient conduire à des émissions de dioxyde d'azote comparables entre véhicules diesel et essence, les véhicules diesel ne respectant pas les normes en conditions réelles de circulation constituent un contributeur important aux émissions et aux concentrations de dioxyde d'azote. Dès lors, plusieurs villes européennes – Amsterdam, Londres, Paris, Madrid, Barcelone, Rome, Milan, Oslo, Bruxelles, Stuttgart, Düsseldorf et Hambourg – envisagent des restrictions à la circulation de ces véhicules, ce qui devrait favoriser la vente de véhicules électriques. Londres et Paris prévoient de plus la mise en place de « zones zéro émission ».

Carte 1 – Restrictions à la circulation des véhicules les plus polluants en Europe



Source : Frost & Sullivan

6. L'articulation des politiques favorisant le développement du VE entre les différents niveaux de collectivité

La volonté des villes de mener une politique de lutte contre la pollution de l'air de même que la faible autonomie des VE conduisent à privilégier un développement urbain des VE soutenu par les villes. Dans le même temps, les gouvernements nationaux cherchent à mettre en place des politiques de développement de ces véhicules.

Cette complémentarité d'action entre les niveaux national et local doit cependant être bien articulée. Dans la plupart des cas, le gouvernement met en place un certain nombre de mesures bien définies sur son budget qui sont complétées au niveau local ou régional.

À l'inverse, le gouvernement britannique a cherché à susciter l'innovation locale en lançant un appel à manifestation d'intérêt auprès des villes pour le développement des véhicules électriques en 2015 sous forme d'une compétition *Go Ultra Low*.

À l'issue de cette procédure, plusieurs villes ont reçu des financements pour un montant total de 40 millions d'euros :

- Londres devrait ainsi équiper une douzaine de rues du quartier d'Hackney de points de recharge branchés sur des lampadaires et accorder la gratuité de certains parkings pour les véhicules électriques ;
- Bristol offrira un parking résidentiel gratuit aux véhicules à très faible émission et mettra en place près de 80 points de recharge rapide et très rapide à travers la ville ;
- Nottinghamshire et Derby vont financer l'installation de 230 points de recharge et offrir des places de parking à prix réduit ainsi qu'un accès aux voies de bus sur leurs routes principales.

Ce type de procédure qui favorise l'innovation locale doit déboucher sur la diffusion des bonnes pratiques entre les territoires afin d'accroître l'efficacité de la dépense publique.

Conclusion

Le nombre de véhicules électriques vendus par an dans le monde a désormais dépassé le million d'unités. Ces ventes se concentrent particulièrement dans quelques pays et dans quelques zones urbaines dans lesquelles la part de marché des véhicules électriques dépasse les 10 % : la Chine (avec Pékin, Shanghai et Shenzhen), la Californie avec 16 villes dans ce cas, la Norvège avec 40 % des ventes au niveau national et plus de 45 % des ventes à Oslo et Bergen.

Les principaux leviers pour favoriser les ventes de véhicules électriques sont :

- les quotas de ventes mis en place à Pékin ou en Californie ;
- les incitations financières directes et les taxations mises sur les véhicules thermiques, qui dans le cas de la Norvège conduisent à un prix d'achat du véhicule électrique inférieur à celui du véhicule thermique,
- les incitations indirectes qui peuvent jouer un rôle important : péages de villes et tunnels gratuits (Norvège), possibilité d'échapper à la congestion en empruntant des voies réservées au covoiturage (Los Angeles) ;
- les interdictions ou les restrictions de circulation des véhicules les plus polluants.

Dans le futur, le développement du véhicule électrique ne sera possible que dans la mesure où son prix sera nettement diminué, ce qui impose probablement aux constructeurs de développer des véhicules électriques *low-cost* et aux pouvoirs

publics de mener les efforts nécessaires de R & D, en particulier dans le domaine des batteries, pour en abaisser le coût sur le moyen-long terme, ainsi que de favoriser l'essor d'un marché d'occasion du véhicule électrique.



CHAPITRE 3

LE DÉPLOIEMENT DES BORNES DE RECHARGE

La batterie est l'élément essentiel du véhicule électrique : elle doit être capable d'emmagasiner une grande quantité d'énergie sans être trop lourde, elle doit être fiable et avoir une bonne longévité, elle doit présenter le moins possible de risques d'incendie, elle ne doit pas être enfin trop coûteuse. Même si la batterie rechargeable de Gaston Planté en 1859, améliorée par Camille Faure en 1881, a donné l'impulsion nécessaire à l'apparition des premiers véhicules électriques à la fin du XIX^e siècle, les batteries, notamment au plomb, sont restées beaucoup trop lourdes durant la quasi-totalité du XX^e siècle pour permettre le développement du véhicule électrique. Il faudra en effet attendre 1991 pour assister à une première révolution, lorsque Sony parvient à produire la première batterie au lithium, nettement plus compacte et plus légère, pour caméscope. La batterie lithium ion s'est ensuite imposée en quelques années dans les appareils électroniques grand public (téléphones, ordinateurs portables, etc.).

Une vingtaine d'années supplémentaires seront nécessaires pour adapter cette révolution à l'automobile. La baisse des coûts, de 1 000 €/kWh à 400 ou 500 €/kWh, permettra en effet à la fin des années 2000 l'apparition de la génération suivante de véhicules électriques, dotés d'une capacité de 25 kWh, ce qui leur conférerait une autonomie voisine de 150 km (100 km sur autoroute). La recharge associée pouvait alors s'effectuer soit chez soi ou sur des bornes de recharge lente avec une puissance de 3 kW (le délai de recharge était donc voisin de huit heures), soit sur bornes de recharge rapide, le long des principaux axes routiers et autoroutiers avec une puissance voisine de 50 kW (assurant la plus grande partie de la recharge en une demi-heure).

Sous l'impulsion de Tesla et depuis deux ans des Sud-Coréens, la mobilité électrique connaît une nouvelle évolution : les coûts des batteries coréennes ont nettement diminué (environ 200 €/kWh) et leur poids a été quasiment divisé par deux. Les

véhicules emportent désormais des batteries d'une capacité de 40 à 50 kWh et, à partir de 2019-2020, de 75 à 100 kWh, leur donnant une autonomie de 300 à 500 km sur route et de 200 à 300 km sur autoroute (pour 50 et 75 kWh). La puissance des bornes de recharge doit également s'adapter : une borne de recharge rapide sur autoroute devra désormais pouvoir fournir une puissance de 150 à 200 kWh, tandis que la prise classique à domicile ne parviendra à recharger une batterie de 50 kWh qu'en 16 heures !

Ainsi, le déploiement des bornes de recharge est confronté en France, mais également dans tous les autres pays, à une triple problématique :

- la rapidité de mise en place : une multiplication par trente du nombre de véhicules électriques rechargeables dans les quinze prochaines années pour atteindre un parc de 4,5 millions de véhicules électriques en circulation (contre 150 000 aujourd'hui) signifie que nous ne sommes qu'au tout début de ce déploiement ;
- l'adaptation de la puissance des bornes de recharge (en particulier rapide) à la capacité croissante des batteries ;
- son financement enfin.

Dans cette course à la capacité et à la puissance de la recharge, trois idées doivent cependant être gardées en mémoire :

- le vieillissement de la batterie résulte de phénomènes complexes insuffisamment connus aujourd'hui. Néanmoins, une accumulation de charges très rapides conduit très vraisemblablement à un vieillissement accéléré de celle-ci ;
- des recharges en moins de dix minutes ne sont pas possibles en l'état actuel des technologies : un article désormais bien connu¹ montre en effet qu'une recharge en cinq minutes, sous une tension de 200 volts, d'une batterie de 15 kWh (dont la résistance serait de 0,25 ohm) dégagerait (par effet Joule) une chaleur équivalente au chauffage d'un immeuble de quatre étages, ce qui entraînerait quelques dommages pour la batterie. Les batteries actuelles peuvent, en première approche, se recharger sans dommage sur 80 % de leur plage à une puissance égale à deux fois leur capacité (charge dite à 2C), autrement dit pendant 24 minutes ;
- dans certains types de batteries, peuvent apparaître des phénomènes de court-circuit entre électrodes entraînant des débuts d'incendie.

¹ Zaghbi K., Goodenough J.B., Mauger A. et Julien C. (2009), « Unsupported claims of ultrafast charging of LiFePO₄ Li-ion batteries », *Journal of Power Sources*, 194(2), p. 1021-1023.

Le nombre de bornes de recharge en France au 1^{er} janvier 2018

Au 1^{er} janvier 2018, la France comptait 22 308 points de recharge ouverts au public pour un parc de 127 000 véhicules électriques et 25 300 hybrides rechargeables, répartis sur 8 320 stations, ce qui correspond à un point de charge ouvert au public pour 5,7 véhicules électriques et 1 point de recharge pour 6,8 véhicules rechargeables. Il y avait 8 600 points de recharge en septembre 2014, 10 200 en décembre 2015 et 15 900 en janvier 2017.

La France bénéficiait par ailleurs de :

- 515 superchargeurs Tesla (réservés aux propriétaires de Tesla), ce qui correspond au 3^e réseau mondial du constructeur après les États-Unis et la Chine ;
- 200 bornes de recharge rapide du réseau Corri-Door (43 kW AC et 50 kW DC) en service depuis fin 2016.

Ce chapitre présentera d'abord l'état du déploiement des bornes de recharge dans un certain nombre de pays, avant de s'interroger sur les modèles économiques qui en sont à l'origine et d'esquisser un certain nombre de pistes possibles pour le favoriser.

1. Une condition nécessaire mais non suffisante

À l'évidence, le déploiement d'un nombre suffisant de points de recharge, normale et rapide, accessibles au public est nécessaire, au-delà de ceux qui peuvent être installés au domicile ou au travail, pour permettre le développement du véhicule électrique. Ce déploiement est en particulier nécessaire pour éviter le syndrome du « *charge anxiety* »¹, observé en Norvège et qui correspond à la crainte de la file d'attente à la station de recharge et au « *charging time trauma* »² qui peut en résulter. La directive européenne 2014/94/UE du 22 octobre 2014 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs mentionne « à titre indicatif » un ratio de référence de 1 pour 10 entre le nombre de points de recharge ouverts au public et le nombre de véhicules électriques en circulation. Ce ratio doit être pondéré par le type d'habitat : un habitat reposant principalement sur la maison individuelle et sur l'équipement de bornes au travail permet à la plupart des habitants de se recharger la nuit à leur domicile (ainsi que le jour à leur travail), les bornes lentes accessibles au public sont donc moins nécessaires. Au contraire, un pays avec un habitat collectif

¹ www.match-project.eu/news/newspage/charging-anxiety-on-the-fringes-of-norway.cid296914.

² <https://www.nytimes.com/2017/10/05/automobiles/wheels/electric-cars-charging.html>.

important dans lequel il est bien souvent difficile d'installer des points de recharge, cherchera à compenser cette difficulté par un plus grand nombre de bornes de recharge accessibles au public.

La recharge des véhicules électriques : quelques définitions

Le décret n° 2017-26 du 12 janvier 2017 relatif aux infrastructures de recharge pour véhicules électriques précise la définition d'un certain nombre de termes :

station de recharge : une borne associée à des emplacements de stationnement ou un ensemble de bornes associées à des emplacements de stationnement, alimentée par un même point de livraison du réseau public de distribution d'électricité ou par une même installation locale de production ou de stockage d'énergie et exploitée par un seul opérateur ou groupement d'opérateurs ;

borne de recharge : un appareil fixe raccordé à un point d'alimentation électrique, comprenant un ou plusieurs points de recharge et pouvant intégrer notamment des dispositifs de communication, de comptage, de contrôle ou de paiement ;

point de recharge : une interface associée à un emplacement de stationnement qui permet de recharger un seul véhicule électrique à la fois ;

charge intelligente : une charge de véhicule électrique contrôlée par une communication afin de répondre aux besoins des utilisateurs en optimisant les contraintes et les coûts des réseaux et de la production d'énergie au regard des limitations du système et de la fiabilité de l'alimentation électrique ;

point de recharge normale : un point de recharge permettant le transfert d'électricité vers un véhicule électrique à une puissance inférieure ou égale à 22 kW ;

point de recharge rapide ou à haute puissance : un point de recharge permettant le transfert d'électricité vers un véhicule électrique à une puissance supérieure à 22 kW ;

point de recharge ouvert au public : un point de recharge, exploité par un opérateur public ou privé, auquel les utilisateurs ont accès de façon non discriminatoire.

Le décret précise de plus que l'accès non discriminatoire n'interdit pas d'imposer certaines conditions en matière d'autorisation, d'authentification, d'utilisation et de paiement. Est notamment considéré comme un point de recharge ouvert au public :

- un point de recharge dont l'emplacement de stationnement est physiquement accessible au public, y compris moyennant une autorisation ou le paiement d'un droit d'accès ;
- un point de recharge rattaché à un système de voitures partagées et accessible à des tiers, y compris moyennant le paiement du service de la recharge.

De façon symptomatique, la directive ne donne pas de ratios pour les bornes de recharge rapide ou à haute puissance : ceux-ci restent à établir. De tels ratios devraient d'ailleurs distinguer les anciennes bornes rapides ou à haute puissance de 50 kW des nouvelles qui devraient être calibrées à 150 ou 200 kW pour répondre au besoin de la prochaine génération de véhicules électriques d'une capacité de 75 à 100 kWh.

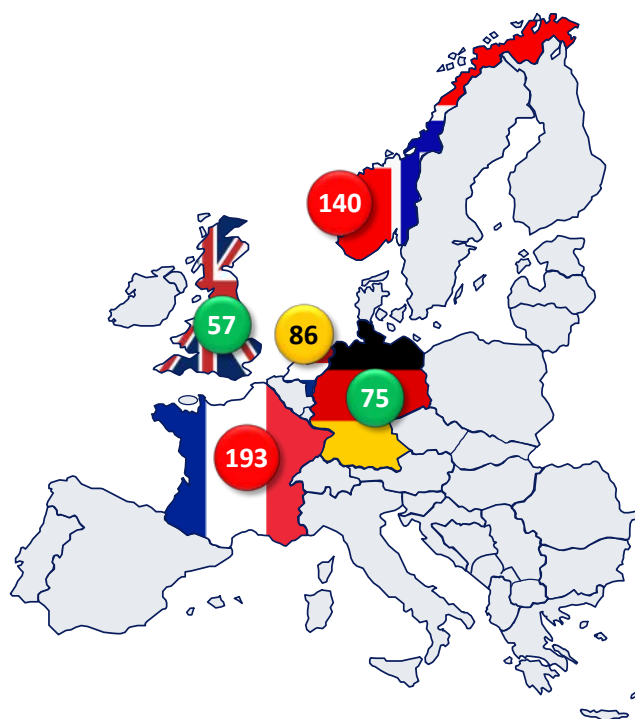
1.1. Recharge lente : un déploiement inégal suivant les pays

La figure ci-dessous (qui ne comptabilise pas les points de recharge non accessibles au public) montre une forte disparité dans le nombre de points de recharge ouverts au public entre les différents pays : la Norvège, qui est en pointe dans le développement des véhicules électriques, n'a qu'un point de recharge accessible au public pour 23 véhicules électriques, tandis que l'Allemagne en a un pour 17 et la France un pour 7.

**Carte 2 – Nombre de véhicules électriques à batterie par point de recharge
Janvier 2018**

Pays		Points de charge	Points de charge rapide
France		22,308	660
Allemagne		8,103	1,137
Pays-Bas		15,288	303
Norvège		7,984	852
Royaume-Uni		5,690	988

Country		Parc VE/ # de points de charge	Parc VEB / # de points de charge rapide
France		7	193
Allemagne		17	75
Pays-Bas		8	86
Norvège		23	140
Royaume-Uni		25	57



Source : European Alternative Fuel Observatory, EV Volumes

Dans le cas de la Norvège, le tableau 2 ci-dessous montre que la plupart des véhicules électriques effectuent actuellement des trajets quotidiens de distance limitée, ce qui leur permet de revenir à leur domicile, à l'exception bien sûr des

propriétaires de Tesla qui bénéficient d'une infrastructure réservée, non prise en compte dans ce schéma. La faiblesse du nombre de points de recharge normale en accès sur la voirie publique, d'ailleurs peu utilisés, est dès lors liée à l'importance de l'habitat individuel, qui permet à 75 % des ménages de recharger leur véhicule chez eux, et à 14 autres pourcents de recharger à moins de cent mètres de chez eux : 95 % des recharges sont ainsi effectuées la nuit et à la maison¹. De plus, même si le nombre de stations de recharge rapide est faible en comparaison du nombre de véhicules, le gouvernement norvégien a veillé à ce qu'au moins deux points de recharge multistandard 50 kW soient présents tous les cinquante kilomètres sur les principaux axes routiers. Dans les villes, le privé a pris le relais en installant des bornes de recharge rapide sur ses parkings : Ikea, McDonald et les magasins d'alimentation Kiwi en sont trois exemples.

**Tableau 2 – Réponse à la question :
« À quelle fréquence et où rechargez-vous votre véhicule ? »**

	Maison séparée	Appartement
À la maison, quotidiennement ou hebdomadairement	97 %	64 %
À la maison, mensuellement ou jamais	3 %	36 %
Au travail, quotidiennement ou hebdomadairement	36 %	38 %
Au travail, mensuellement ou jamais	64 %	62 %
À des bornes publiques de recharge, quotidiennement ou hebdomadairement	11 %	28 %
À des bornes publiques de recharge, mensuellement ou jamais	89 %	72 %
À des bornes de recharge rapide, quotidiennement ou hebdomadairement	12 %	18 %
À des bornes de recharge rapide, mensuellement ou jamais	88 %	82 %

Source: Norwegian EV Owner Survey 2017 ²

¹ Cf. <http://chairgovreg.fondation-dauphine.fr/fr/publication/597/electromobility-challenging-issues> ainsi que <https://wpstatic.idium.no/elbil.no/2016/08/EVS30-Charging-infrastructure-experiences-in-Norway-paper.pdf>.

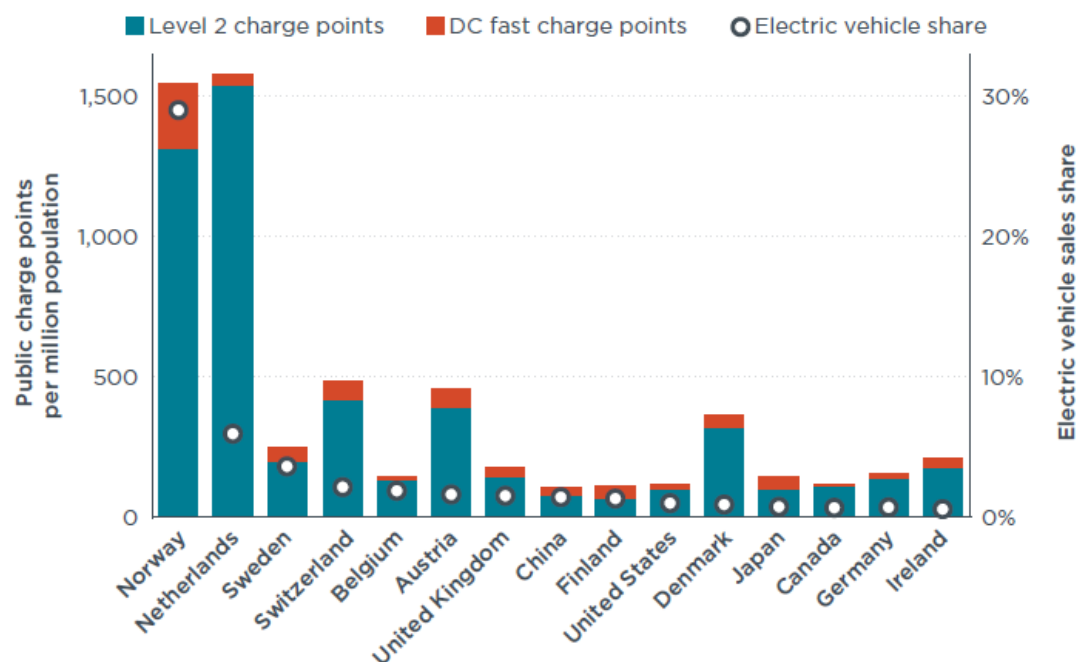
² Norwegian Electric Vehicle Association, Norwegian EV Owner Survey 2017, www.elbil.no. Tableau cité dans Lorentzen E., Haugneland P., Bu C. et Hauge E. (2017), « Charging infrastructure experiences in Norway – The worlds most advanced EV market », <https://wpstatic.idium.no/elbil.no/2016/08/EVS30-Charging-infrastructure-experiences-in-Norway-paper.pdf>.

À l'inverse, les Pays-Bas, qui disposent d'un habitat collectif important, dans lequel la multiplicité des propriétaires rend le déploiement de bornes de recharge plus difficile, ont mis en place un des réseaux les plus denses au monde avec un point de recharge public pour huit voitures électriques en circulation et plus de 15 000 points de recharge. Là encore, ce n'est pas une condition suffisante au développement du VE. Suite à la diminution des incitations financières en 2016 puis en 2017, les Pays-Bas ont vu leurs ventes de voitures électriques baisser, passant de 9,7 % des ventes de voitures neuves en 2015 à seulement 2,3 % en 2017.

1.2. Recharge rapide ou à haute puissance : un réseau inégal suivant les pays et qui reste largement à construire en France

La directive ne donne pas de ratio de référence pour les points de recharge rapide, qui sont pourtant essentiels pour les trajets de moyenne longue distance. La plupart des points de charge rapide étant multistandard, c'est-à-dire équipés de deux ou trois prises différentes parmi les prises Type 2, CHAdeMO et CCS, le graphique 23 retient pour chaque pays le nombre maximal de points de charge disponibles entre ces trois différentes prises afin de ne pas compter plusieurs fois le même point de charge. Il ne comptabilise pas les stations Tesla réservées aux propriétaires des véhicules de cette marque.

Graphique 23 – Nombre de points de recharge publics par million d'habitants



Source : « [Emerging best practices for electric vehicle charging infrastructure](#) », ICCT, octobre 2017

Les différentes bornes actuelles de recharge rapide ou à haute puissance

De nombreuses bornes de recharge rapide ou à haute puissance sont désormais capables de recevoir trois types de prises.

Le standard européen¹ correspond à la prise dite de type 2, certifiée par l'Association de l'industrie automobile allemande (VDA) puis recommandée par l'Association européenne des constructeurs automobile (ACEA) en 2011. Cette prise est capable de transporter jusqu'à 43 kW en courant alternatif triphasé et plus de 50 kW en courant continu.

Dans un second temps, l'industrie automobile et l'Union européenne ont fait le choix d'une extension au connecteur Type 2 appelé Combo 2 ou CCS (*Combined Charging System*) pour assurer la recharge à courant continu à des puissances plus élevées allant jusqu'à 350 kW. Le réseau Ionity en cours d'installation en Europe avec des puissances de 350 kW utilise ce standard.

L'industrie japonaise (avec notamment Nissan, Mitsubishi ou Toyota) a retenu, quant à elle, le standard CHAdeMO² qui, dans un premier temps, offrait une recharge de 50 kW et qui, depuis 2017, peut transporter une puissance de 150 kW.

Le décret de janvier 2017³ impose d'ailleurs aux installations de recharge rapide de pouvoir accueillir ces trois types de prises jusqu'en 2024 : au-delà, seule la compatibilité avec les deux premières sera obligatoire.

(NB : jusqu'à présent, les véhicules Tesla peuvent soit se brancher sur des bornes Tesla, soit sur des bornes accueillant des prises de type 2. Le rapprochement possible de Tesla et du réseau Ionity pourrait conduire Tesla à ajouter une prise compatible avec le format européen CCS. Les véhicules Tesla vendus en Chine contiennent déjà une prise compatible avec le standard chinois GB/T).

Cela résulte du développement français du VE qui était conçu au départ comme un véhicule essentiellement dimensionné pour couvrir les trajets du quotidien et peu adapté aux trajets longue distance. Le développement des capacités des batteries et de l'autonomie des VE conduit à modifier cette vision : au-delà du

¹ www.automobile-propre.com/dossiers/recharge/la-prise-type-2/.

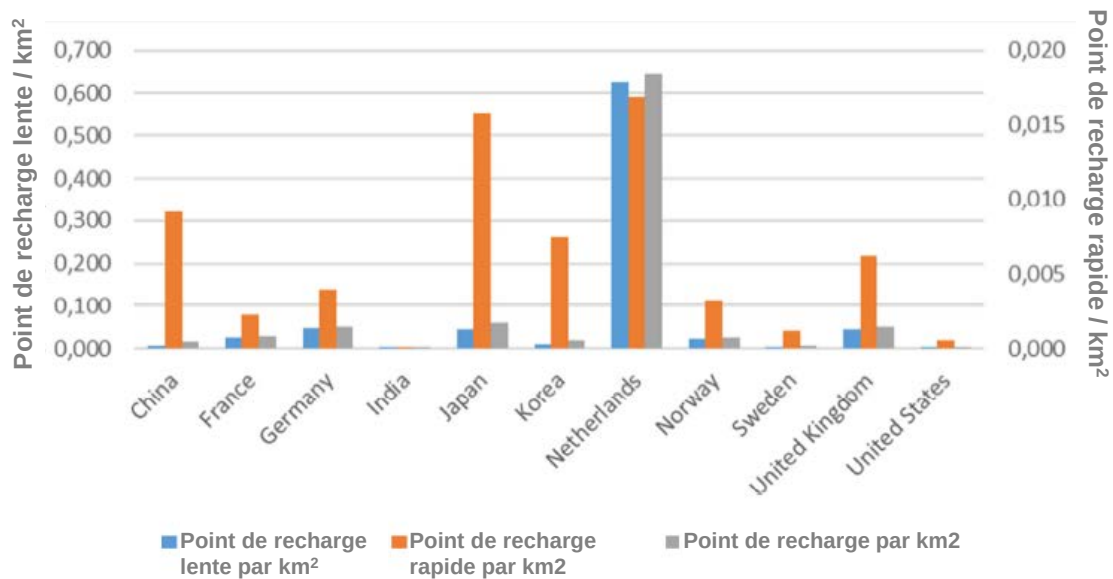
² L'acronyme CHAdeMO est une contraction des deux mots « Charge » et « Move » (charger et se déplacer) mais est aussi l'abréviation de la phrase japonaise « O cha demo ikaga desuka », soit : « Vous prendrez bien un thé pendant que la voiture recharge » ; www.automobile-propre.com/definitions/chademo/.

³ www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000033860620&dateTexte=&categorieLien=id.

déploiement du réseau Corri-Door avec ses 200 bornes de recharge rapide (43 kW AC et 50 kW DC) installées depuis 2016 et correspondant aux VE dotés d'une capacité de 50 kWh, plusieurs projets d'installation de bornes de recharge rapide sur les autoroutes (avec des puissances de recharge nettement plus élevées), présentés plus loin dans ce chapitre, sont en cours. Au Royaume-Uni, le National Grid, l'équivalent britannique de RTE, a récemment évoqué la perspective d'un déploiement de 50 stations de recharge ultra-rapide, pouvant fournir jusqu'à 350 kW de puissance, sur les autoroutes de l'Angleterre, de l'Écosse et du Pays de Galle. Cette fourniture sera destinée non seulement aux VEB, mais aussi aux VUL et aux petits poids lourds. Reliés directement au réseau de transport, ce réseau de recharge rapide devrait être plus économique qu'un réseau plus diffus de stations principalement reliées au réseau de distribution.

Le Japon est un autre exemple intéressant, cette fois-ci sur la recharge rapide (en orange sur le graphique 24), d'un pays ayant une infrastructure de points de recharge rapide très dense avec des ventes de voitures électriques limitées à 1 % des ventes de voitures neuves. La difficulté d'installer des points de recharge dans les parkings et garages des logements collectifs reste cependant dans ce pays un frein très important au développement du VE.

Graphique 24 – Densité de points de recharge lente, rapide et totale par km²



Source : IEA (2017), EAFO (2017)

Ainsi, si le déploiement d'un réseau, ouvert au public, de bornes de recharge normale et rapide est nécessaire au développement à grande échelle du véhicule électrique, il n'est cependant pas suffisant. Certains freins peuvent empêcher son développement, tels que l'absence d'incitations financières, ou leur réduction trop brutale, comme le montre l'exemple des Pays-Bas, mais aussi l'importance de l'habitat collectif ne permettant pas de disposer de points de recharge.

2. Le financement : le secteur privé en relais de la puissance publique

Il n'existe pas aujourd'hui de modèle économique simple du déploiement des bornes de recharge reposant sur la seule vente de l'électricité à l'automobiliste. La fixer à un prix élevé permettrait de rentabiliser le déploiement des bornes de recharge mais pourrait, à l'inverse, freiner le développement du véhicule électrique.

**Tableau 3 – Les coûts de recharge d'un véhicule électrique :
quelques repères**

Type de charge et consommation	Coût annuel pour 100 km	Coût annuel pour 13 000 km
Chargement d'un VEB (17 kWh pour 100 km) pendant les heures creuses avec abonnement 9 kVA	2,4 €	313 €
Chargement d'un VEB (17 kWh pour 100 km) pendant les heures pleines avec abonnement ^(*) 9 kVA	3,0 €	390 €
Diesel sur route (4,8 l pour 1,42 €/TTC et 0,59 €/l HT)	6,8 €	886 €
Essence sur route (6,4 l pour 1,5 €/l TTC et 0,56 €/l HT)	9,6 €	1 248 €

(*) Dans ce calcul, la consommation pour le véhicule électrique représente environ le tiers de la consommation annuelle du ménage (considérée comme égale à 4 673 kWh sans la consommation du véhicule électrique).

Source : France Stratégie

Pour autant, le déploiement des bornes de recharge ne doit pas reposer sur le seul financement public : le partenaire privé, de même que l'automobiliste, peuvent trouver une certaine utilité à ce service, au-delà de l'achat ou de la vente de l'électricité. Cette utilité peut concerner les constructeurs automobiles qui ont besoin, pour accroître leurs ventes, de rassurer leurs clients sur la possibilité de « faire le plein d'électricité », les compagnies d'électricité qui sont intéressées par ce nouveau débouché que leur offre la recharge des voitures électriques, les commerçants qui attirent ainsi une nouvelle clientèle qui aura tendance à rester plus longtemps en attendant la fin du chargement de leur véhicule (ce qui accroît le chiffre des ventes) ou l'automobiliste lui-même qui en payant une charge rapide peut économiser du temps.

Dans ces conditions, le rôle des pouvoirs publics (Union européenne, États, collectivités) va consister à :

- lever les obstacles juridiques (urbanisme, portabilité des contrats, etc.) au déploiement privé des bornes de recharges ;
- assurer la bonne exploitabilité des bornes déployées pour un maximum de véhicules, via des normes et/ou subventions conditionnées, afin d'éviter le développement exclusif de réseaux propriétaires limitant l'accès aux seuls véhicules de leur marque ;
- dans une première phase, si le nombre de VE en circulation ne permet pas au partenaire privé d'espérer un retour sur investissement rapide, sinon positif,

subventionner, généralement sous forme de cofinancement avec un ou plusieurs partenaires privés, le déploiement des bornes de recharge : c'est notamment le cas des 60 stations de recharge BéliB' à Paris (avec trois points de recharge par station, deux accélérées, une lente) ;

- dans un second temps, lorsque le parc de véhicules électriques en circulation sera suffisamment important pour permettre au partenaire privé d'obtenir une meilleure rentabilité de son investissement, diminuer, voire arrêter, la part de leur cofinancement en se reposant plus fortement sur le marché, mais en étant toutefois attentif au suivi du déploiement du réseau, de manière à assurer une couverture sur l'ensemble du territoire.

Préfigurant les usages futures, les collectivités peuvent de plus s'entendre avec un partenaire privé pour déployer une flotte de VE en autopartage avec possibilité, pour les autres véhicules, d'accéder aux bornes de recharge : c'est le cas d'Autolib' à Paris, de Bluecub à Bordeaux ou de Bluely à Lyon. Ce peut être également le cas demain de flottes de véhicules autonomes électriques.

Que ce soit aux États-Unis, aux Pays-Bas, au Royaume-Uni ou en Allemagne, les premiers réseaux de borne de recharge ont ainsi été mis en place dans le cadre de programmes cofinancés par la puissance publique :

- aux États-Unis, le programme « EV Project », cofinancé à hauteur de 115 millions de dollars par le département de l'Énergie américain (US DoE), a permis l'installation de 12 000 points de recharge depuis 2009, dont une centaine de points de recharge rapide ;
- au Royaume-Uni, la puissance publique a investi 30 millions de livres sterling pour cofinancer le développement de 5 500 points de recharge au sein de huit régions, dans le cadre du programme « *Plugged-In Places* » de 2010 à 2013 ;
- aux Pays-Bas, 16 millions d'euros de subventions ont cofinancé le déploiement des bornes de recharge de 2011 à 2015 au travers du programme « *Electric mobility gets up to speed* » ;
- en Allemagne, suite à la crise financière de 2008, le gouvernement fédéral a subventionné plus de 200 projets pour un montant total de 130 millions d'euros afin de permettre le développement de la mobilité électrique, que ce soit les véhicules ou les bornes de recharge, dans huit régions, comme au Royaume-Uni.

La Commission européenne a également un rôle prépondérant notamment dans le cofinancement des bornes de recharge rapide sur les autoroutes européennes, avec comme objectif la possibilité pour chaque citoyen européen de pouvoir traverser

l'Europe en voiture électrique : le déploiement de plus de 1 000 bornes de recharge rapide a ainsi été cofinancé, à 50 % de l'investissement, par la Commission européenne pour un montant équivalent à 40 millions d'euros (voir tableau 4).

Elle a en outre financé à hauteur de 3,7 millions d'euros l'installation de 74 bornes de recharge rapide sur les autoroutes britanniques dans le cadre du projet « *Rapid Charge Network* », et a consacré 5,7 millions d'euros pour cofinancer l'installation des 200 bornes de recharge rapide le long des autoroutes françaises dans le cadre du projet « Corri-Door ».

Tableau 4 – Liste non exhaustive de projets de développement de bornes de recharge rapide cofinancés par la Commission européenne

Pays	Nom du projet	Partenaires	Objectifs	Investissement	Dates
Royaume-Uni et Irlande	Rapid Charge Network (Ten-T)	Constructeurs automobiles : Nissan, BMW, Renault et VW Electriciens: Ecotricity and ESB	Installation de 74 bornes de recharge rapide multistandards CCS, Chademo et Type 2	7.4 M€ cofinancé à 50% par l'UE	2013-2015
Autriche, Croatie, Allemagne, Slovaquie et Slovénie	Central European Green Corridors (Ten-T)	Electricien : Verbund AG Constructeurs automobiles : BMW, Nissan, Renault et VW	Installation de 115 bornes de recharge rapide	7.1 M€ cofinancé à 50% par l'UE	2014-2015
Danemark, Allemagne, Pays-Bas, et Suède	European Long-distance Electric Clean Transport Road Infrastructure Corridor (Ten-T)	ABB, Fastned, Clever and Öresundskraft AB	Installation de 155 bornes de recharge rapide : 30 au Pays-Bas, 23 au Danemark, 35 en Suède et 67 en Allemagne	8.4 M€ cofinancé à 50% par l'UE	2014-2015
Danemark, Allemagne et Suède	Greening-NEAR (Ten-T)	Electricien : E.On	Installation de 40 bornes de recharge rapide multistandards	2.3 M€ cofinancé à 50% par l'UE	2014-2017
France	Corri-Door (Ten-T)	Electricien : EDF (Sodetrel) Constructeurs automobiles : BMW, Nissan, Renault & VW	Installation de 200 bornes de recharge rapide 50 kW multistandards tous les 80 km	12.5 M€ cofinancé à hauteur de 5,7 M€ par l'UE	2014-2017
Allemagne, Belgique, République tchèque et Slovaquie	Fast-E (CEF-T)	Electricien: RWE, enviaM, DB energy Constructeurs automobiles : BMW, Renault, Nissan et VW	Installation de 307 bornes de recharge rapide multistandards : 241 en Allemagne, 37 en Belgique et 29 en République Tchèque et en Slovaquie	20 M€ cofinancé à 50% par l'UE	2014-2017

Source : Frost et Sullivan

En Europe, ce sont les compagnies d'électricité et les constructeurs automobiles qui ont cofinancé, en plus de la contribution de 50 % de la Commission européenne, les projets de déploiement de bornes de recharge rapide sur autoroute : le financement du projet « *Rapid Charge Network* » au Royaume-Uni est ainsi assuré par les opérateurs électriques Ecotricity et ESB mais aussi par les constructeurs automobiles Nissan, BMW, Renault et Volkswagen. Le projet européen « *Fast-E* », qui a permis l'installation de 240 bornes de recharge rapide en Allemagne, a été cofinancé à hauteur de 10 millions d'euros par les opérateurs électriques RWE, enviaM et DB Energy ainsi que les constructeurs automobiles BMW, Renault, Nissan et Volkswagen.

**Tableau 5 – Les coûts de rechargement d'un VE sur autoroute :
quelques repères**

Type de charge et consommation	Coût annuel pour 100 km
Chargement d'un VEB (25 kWh pour 100 km) sur le réseau Corri-Door avec abonnement avec une puissance disponible de 40 kW	4 €
Chargement d'un VEB (25 kWh pour 100 km) sur le réseau Corri-Door avec abonnement avec une puissance disponible de 20 kW	7,25 €
Chargement d'un VEB (25 kWh pour 100 km) sur le réseau Corri-Door avec abonnement avec une puissance disponible de 10 kW	14,5 €
Chargement d'un VEB (25 kWh pour 100 km) sur le réseau Fastned avec abonnement	8,75 €
Diesel sur autoroute (5,9 l pour 1,56 €/l TTC)	9,2 €
Essence sur autoroute (7,4 l pour 1,62 €/l TTC)	12,15 €

Source : France Stratégie

La seconde phase du déploiement des bornes de recharge, porté par le privé, a cependant déjà commencé. Récemment, un consortium composé de constructeurs automobiles¹, Ionity, s'est formé afin de déployer 400 points de recharge ultra-rapide, disposant d'une puissance de 350 kW, à travers toute l'Europe d'ici 2020 (dont 80 à 100 en France). Ionity bénéficie du soutien financier de la Commission européenne et pourrait aussi recevoir des subventions des États membres comme les 200 millions d'euros du programme allemand *Ladeinfrastruktur Project* destinés au déploiement de 5 000 points de recharge rapide en Allemagne.

Le déploiement de bornes de recharge s'effectue sans financement public dans un certain nombre de pays.

Aux États-Unis, les opérateurs électriques investissent plus de 300 millions de dollars dans le déploiement de bornes de recharge (voir tableau 6 : l'opérateur électrique

¹ Ce consortium a initialement été fondé par BMW, Mercedes-Benz, Ford, ainsi qu'Audi et Porsche du Groupe Volkswagen. Il pourrait s'étendre à d'autres constructeurs avec lesquels des discussions seraient en cours : Volvo, Fiat-Chrysler, PSA/Opel, Jaguar Land Rover mais également Tesla, ainsi qu'à des compagnies d'électricité et d'assurance ; www.electrive.com/2018/04/20/ionity-negotiating-with-volvo-fca-psa-jaguar-and-tesla/.

Pacific Gas & Electric va investir à lui-seul 130 millions de dollars sur trois ans pour installer 7 500 points de recharge lente et 50 points de recharge rapide.

Nissan et Tesla ont également investi plusieurs dizaines de millions de dollars afin de développer un réseau de bornes de recharge rapide, en propre pour Tesla ou accessible au public pour Nissan, et soutenir la vente de leurs voitures électriques. Tesla fournit de plus gratuitement des bornes de recharge à des commerçants qui prennent les frais d'installation à leur charge et bénéficient de la publicité qui leur est faite auprès des propriétaires de véhicules Tesla. Au Royaume-Uni, Ikea a également annoncé, en novembre 2013, l'installation d'infrastructures de chargement des véhicules électriques dans tous ses magasins en partenariat avec le fournisseur d'énergie verte Ecotricity. Ceux-ci sont gratuits pour les clients des magasins et payants pour ceux n'ayant rien acheté chez Ikea.

Tableau 6 – Liste non exhaustive de projets de développement de bornes de recharge financés par les électriciens et les constructeurs automobiles aux États-Unis

Périmètre géographique		Coordinateur	Dates	Investissement (millions de \$)	Installation de points de charge	
					Lente	Rapide
Electriciens						
Etats-Unis	NRG Energy	2012 - 2016	120	10,000	200 CCS/CHAdemo	
Californie	California Energy Commission	2014 – 2016	2.8	175	15 CCS	
Californie	Southern California Edison	2016 - 2018	22	1,500	NA	
Californie	San Diego Gas & Electric	2014 - 2018	45	3,500	NA	
Californie	Pacific Gas & Electric	2017 - 2019	130	7,500	50 CCS	
Géorgie	Georgia Power	2014 – 2017	12	500	50 CCS	
Missouri	KCP&L	2015 - 2018	20	1,000	NA	
Constructeurs automobiles						
Etats-Unis	Volkswagen	2015 - 2020	2,000		200 CCS	
Etats-Unis	BMW	2015 - 2016	5		50 CCS	
Etats-Unis	Nissan	2015 - 2017	87.5		1,800 CHAdemo	
Etats-Unis	Tesla	2012 - 2020	125		2,500 Super chargeurs	

Source : Frost & Sullivan

Les distributeurs de carburants s'inscrivent désormais également dans cette dynamique : au Royaume-Uni, Shell a annoncé en octobre 2017 l'installation de chargeurs rapides dans dix stations d'essence dont neuf ont été équipées à Londres. Indépendamment pour le moment du déploiement des bornes du réseau Ionity, Total a effectué des annonces similaires pour ses stations-services situées en France : il prévoit notamment l'installation de 200 bornes de recharge rapide dans ses stations-services sur les grands axes routiers.

Les Pays-Bas : la société Fastned promeut un modèle économique de déploiement de stations de recharge rapide sans subvention

Fastned est une récente startup qui a déployé un réseau de stations de recharge rapide aux Pays-Bas (sans subvention), puis en Allemagne (avec subvention). Son modèle économique repose sur un prix du kWh élevé : 59 cts €/kWh sans abonnement ou 35 cts €/kWh avec un abonnement mensuel de 9,90 euros (alors que le prix moyen de l'électricité aux Pays-Bas est de 19 cts €/kWh). L'électricité fournie est entièrement d'origine renouvelable : chaque station est équipée de panneaux solaires. La société estime qu'elle devrait devenir rentable aux Pays-Bas lorsque 200 000 véhicules électriques circuleront dans ce pays.

Inconvénient, ce prix du kWh renchérit nettement le coût du véhicule électrique sur les trajets longs, augmentant son coût total et pouvant dissuader un certain nombre d'acheteurs. Ce modèle s'appuie par contre sur le consentement à payer des automobilistes qui préfèrent économiser le temps qu'ils passent sur une station d'autoroute (avec une valeur du temps d'environ 15 €/h).

Notons également, toujours aux États-Unis, un financement original du déploiement de bornes de recharge rapide : Volkswagen devrait y consacrer une partie des 25 milliards de dollars d'amende qu'il doit verser à la suite du scandale du diesel. Le programme « Electrify America », financé à hauteur de 2 milliards de dollars par Volkswagen, devrait ainsi permettre le développement de 200 stations de recharge rapide à travers les États-Unis.

En France, malgré un nombre de points de recharge rapide faible par rapport à d'autres pays, le préfet Vuibert, chef de projet du programme industriel électromobilité auprès du ministre de l'Économie et des Finances, souligne que compte tenu des projets actuellement envisagés, il ne « paraît pas aujourd'hui opportun d'envisager une initiative publique complémentaire [de déploiement de bornes de recharge rapide sur les autoroutes et routes express], si ce n'est sous la forme de mesures d'accompagnement. Il est cependant de « la responsabilité de la

puissance publique de veiller à la cohérence de l'offre de recharge sur le réseau autoroutier¹ » et d'aider à la mise en place de ces bornes.

Dans le modèle économique qui lui est spécifique, la Chine investit plusieurs centaines de millions de dollars par l'intermédiaire de ses opérateurs électriques pour installer 850 « stations-services » électriques d'ici 2020, chacune équipée de huit points de recharge rapide, tous les 50 km sur les autoroutes.

Notons à l'inverse qu'en 2016, dix-huit pays de l'UE-28 n'avaient pas mis en place de financements publics pour le développement des bornes de recharge² : les ventes de véhicules électriques n'y dépassaient donc pas les quelques dizaines, voire quelques centaines, d'exemplaires en 2017³. À ce titre, Erik Jonnaert, le secrétaire général de l'ACEA, l'Association européenne des constructeurs automobiles, considère « qu'un réseau dense de bornes en Europe est un devoir absolu si l'on veut que les acheteurs adoptent réellement l'électrique »⁴.

3. Le déploiement actuel des bornes se heurte à un certain nombre de difficultés

Le déploiement des voitures électriques est contraint par la recharge à domicile : 37 % des résidences principales en France (en individuel ou en collectif, en urbain comme en rural) ne disposent pas d'une place de parking. Dans la petite couronne de Paris, où le taux d'équipement automobile des ménages est moins élevé que dans le reste du pays⁵, moins d'un foyer sur deux dispose d'une place de parking. Ainsi, les foyers qui ont une automobile mais pas de parking (environ 9 % des foyers

¹ En France, au-delà des stations Tesla, Total et de celles du réseau Corri-Door (financé par la Commission européenne, Renault, Nissan et Volkswagen), quatre autres projets (dont les trois premiers ont été approuvés par la Commission) prévoient un déploiement de bornes de recharge rapide sur les autoroutes françaises : a) High-speed electric mobility in Europe : E.On + Clever (DK) ; b) Ionity : BMW, Daimler, Volkswagen, Audi, Porsche, + Shell ; c) Mega-E : porté notamment par Allego BV (NL) ; d) E-VIA – FLEX-E Mobility.

² European Environment Agency (2018), « [Appropriate taxes and incentives do affect purchases of new cars](#) », mars.

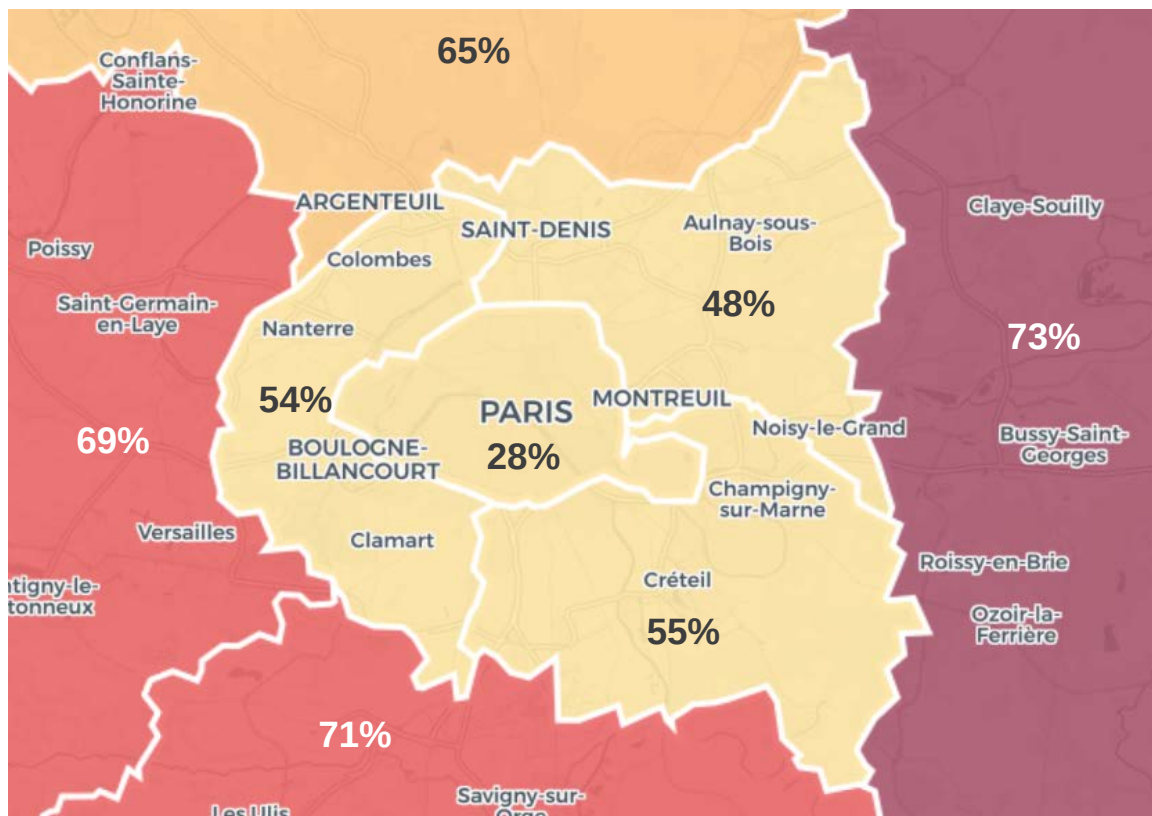
³ www.best-selling-cars.com/europe/2017-full-year-europe-electric-hybrid-vehicle-sales-per-eu-efta-country/.

⁴ www.automobile-propre.com/europe-aei-pointe-du-doigt-le-manque-de-bornes-de-recharge/.

⁵ Selon l'Insee, en 2014 les taux d'équipement automobile des ménages en Île-de-France étaient de 37 % pour le département 75, 62 % pour le 93, 66 % pour le 92 et 69 % pour le 94. Il pourrait en être déduit qu'à Paris, 75 % des ménages possesseurs d'une automobile ont un parking ; www.insee.fr/fr/statistiques/2012694.

en Île-de-France) mais aussi ceux qui ont un parking dans un immeuble collectif ont des difficultés d'accès à la mobilité électrique.

Carte 3 – Part des ménages disposant d'au moins un parking (%)
Par département, 2012



Source : DataFrance

Ce déploiement se heurte également, tout au moins en France, à l'absence d'intérêt dans certains territoires pour le déploiement des véhicules électriques : fin 2017, le préfet Vuibert, chef de projet du programme industriel électromobilité auprès du ministre de l'Économie et des Finances, soulignait ainsi l'hétérogénéité du déploiement des stations de recharge ouvertes au public sur le territoire français, en insistant sur le nombre de bornes de certains départements de l'Île-de-France plus faible que dans des départements moins densément peuplés du centre de la France¹.

¹ Entretien particulier, janvier 2018.

3.1. Les points de recharge dans la rue et les parkings publics pour des ménages ne possédant pas de parking privé

Certains pays comme les Pays-Bas ou encore le Royaume-Uni ont mis en place des subventions importantes afin de permettre aux personnes ne disposant pas de place de parking privée d'installer un point de recharge dans la rue à proximité de leur domicile. Au Royaume-Uni, les particuliers peuvent faire la demande auprès de leur conseil municipal pour qu'un point de recharge soit installé dans leur rue (*On-street Residential Chargepoint Scheme*). L'État propose aux collectivités locales depuis 2016 de financer à hauteur de 75 % l'installation de ce point de recharge, les 25 % restant étant à la charge de la collectivité locale. L'OLEV (Office for Low Emission Vehicles) a ainsi alloué 4,5 millions de livres à l'échelle nationale pour financer les coûts d'installation jusqu'à 2020 : les conseils municipaux peuvent faire des demandes de subvention d'un maximum de 7 500 livres. En deux ans, seules cinq collectivités locales ont cependant sollicité ces aides gouvernementales pour installer une cinquantaine de points de recharge : les contraintes financières auxquelles la plupart des collectivités sont exposées ne leur permettraient pas de financer les 25 % du coût d'installation restant à leur charge. Pour les parkings privés des particuliers, ces derniers peuvent aussi obtenir une subvention allant jusqu'à 75 % du coût du point de recharge (*Electric Vehicle Homecharge Scheme*).

Au-delà de la subvention fournie par la puissance publique pour permettre aux ménages de recharger leur véhicule à domicile, la possibilité pour la collectivité locale de réserver des places de stationnement exclusivement aux voitures électriques, à l'exemple des places réservées aux personnes à mobilité réduite, constitue également un levier important compte tenu de la difficulté de se garer sur la voie publique dans les zones urbaines les plus denses.

3.2. Les points de recharge pour logements collectifs

À Tokyo, 60 % de la population réside dans 130 000 logements collectifs alors que 90 % des propriétaires de véhicules électriques vivent dans des maisons individuelles. Dans ces conditions, le développement du VE n'est possible que dans la mesure où des points de recharge en nombre suffisant seront installés dans les parkings et garages des logements collectifs ou sur l'espace public : la ville de Tokyo, souhaitant accélérer la diffusion de véhicules électriques, a donc pris début 2018 des mesures visant l'installation gratuite de points de recharge dans les complexes

résidentiels¹. Sur demande des habitants d'un logement collectif, qui s'entendent sur l'intérêt et le nombre de points de recharge à déployer, des subventions combinées de l'État et de la ville de Tokyo leur sont versées qui couvrent le coût de l'installation des points de recharge envisagés mais pas celui de leur maintenance.

L'accélération de l'équipement en points de recharge des parkings et garages des immeubles collectifs dans les villes denses semble constituer un point clé du développement du VE.

3.3. Les bornes de recharge rapide sur autoroute

Jusqu'à présent, hormis le cas des véhicules Tesla qui disposent déjà de batteries de fortes capacités mais aussi de leur propre infrastructure de recharge, l'autonomie des véhicules électriques, inférieure à 200 kilomètres, limitait fortement les déplacements de moyenne-longue distance et le besoin de points de recharge rapide sur autoroute. Les bornes de recharge rapide implantées en France délivraient quant à elles une puissance annoncée de 50 kW, mais qui se révélait parfois n'être que de 10 ou 20 kW, obligeant un conducteur à s'arrêter plus d'une heure pour pouvoir effectuer les 100 kilomètres suivants ! La première page du site Web du réseau de bornes de recharge rapide de Corridor indique ainsi que sur les 200 bornes de son réseau, 10 200 charges auront été réalisées en 2017 : soit une moyenne d'environ une charge par semaine et par borne. La technologie n'était donc pas adaptée à des parcours de moyenne longue distance, donnant lieu à des récits épiques².

L'augmentation de la taille des batteries – une capacité de 75 kWh permet un trajet de 300 km sur autoroute – de même que la possibilité de retrouver 80 % de son autonomie en vingt-cinq minutes (ce qui suppose pour une batterie de 75 kWh une puissance de recharge de 150 kW) vont désormais permettre ce type de trajet qui deviendra de plus en plus fréquent à partir de 2019-2020. Le développement des points de recharge ultra-rapide sur autoroute devient donc nécessaire.

Si les opérateurs d'électricité et les constructeurs automobiles ont investi plusieurs dizaines de millions d'euros pour financer le déploiement sur autoroute des bornes de recharge rapide, un modèle économique reposant sur la seule vente d'électricité ne permet pas de rentabiliser ces investissements pour l'instant et se heurte très

¹ www.japantimes.co.jp/news/2018/01/08/national/tokyo-subsidize-installation-ev-charging-facilities-condominiums/.

² Voir notamment www.automobile-propre.com/paris-marseille-zoe-40-recharge-bornes-corridor/ et le droit de réponse de l'opérateur concerné : www.sodetrel.fr/droit-de-reponse-corridor.

rapidement à la nécessité d'augmenter fortement le coût de l'électricité, ce qui pourrait décourager le consommateur d'acheter un VE.

La société Fastned évoquée plus haut a par exemple mis en place un modèle économique reposant sur un prix élevé de l'électricité pour le déploiement de ses stations de recharge rapide aux Pays-Bas et en Allemagne.

La rentabilité de ce déploiement pour des opérateurs privés va donc reposer sur des bénéfices complémentaires : ventes accrues pour les commerces présents sur la station d'autoroute, temps gagné pour les consommateurs, revenus supplémentaires attendus pour une compagnie d'électricité ou un constructeur automobile. Il appartient alors à la puissance publique de favoriser l'implantation de ces bornes en levant les obstacles juridiques et réglementaires qui pourraient entraver l'initiative privée et en intégrant par exemple ce déploiement dans le cahier des charges des stations-services sur autoroute concédée.

La rentabilité doit cependant être examinée avec soin : l'opérateur électrique Ecotricity, qui a installé dans le cadre du projet Européen Ten-T des bornes de recharge sur l'ensemble des stations du réseau autoroutier britannique, s'interroge sur la rentabilité à terme de ses investissements, qu'il doit réaliser en continu soit pour augmenter la puissance de ses bornes de recharge existantes, soit pour ajouter des nouvelles bornes de recharge, tandis que son chiffre d'affaires, proportionnel à l'augmentation du nombre de véhicules électriques en circulation, augmente moins rapidement.

Les conditions de fonctionnement des bornes de recharge rapide méritent attention. L'expérience norvégienne¹ nous donne deux enseignements intéressants :

- la Norwegian EV Association donne à chaque acheteur d'un véhicule électrique un *universal charging tag* qui lui permet d'être reconnu par chaque borne de recharge et de recharger ensuite son véhicule, ce qui conduit malgré tout à recevoir des factures de tous les opérateurs des bornes de recharge utilisées ;
- la facturation estimée la plus efficace pour les recharges rapides consiste en une combinaison des kWh effectivement chargés (et donc de l'énergie) mais aussi du temps passé (ce qui incite à libérer la place lorsque la puissance de la recharge, qui varie non seulement en raison de la puissance disponible à la borne, mais aussi de la puissance admissible par le véhicule qui baisse en fin de chargement, devient faible).

¹ <https://wpstatic.idium.no/elbil.no/2016/08/EVS30-Charging-infrastructure-experiences-in-Norway-paper.pdf>.

Par ailleurs, les expériences de quelques utilisateurs des réseaux de recharge rapide¹ montrent l'intérêt pour les réseaux autoroutiers de :

- fournir une puissance de recharge qui permette une véritable recharge à 80 % en vingt-cinq minutes, ce qui pour des batteries de 50 à 75 kWh signifie une puissance de recharge de 100 à 150 kW ;
- garantir cette puissance ;
- prévoir une véritable signalétique sur la station d'autoroute ;
- prévoir des tarifs spécifiques des péages autoroutiers pour les véhicules électriques à batterie.

3.4. L'appel de puissance et la mise en place de bornes de recharge intelligentes pouvant rendre des services au réseau

Si dans la plupart des cas les réseaux électriques peuvent fournir l'énergie correspondant aux véhicules électriques, il n'en est pas forcément de même de la puissance surtout si les bornes de recharge rapide se développent en grand nombre.

La puissance appelée par le rechargement des véhicules électriques

Un parc automobile français composé uniquement de véhicules électriques consommerait près de 90 TWh par an. Ce surplus de consommation est gérable : il correspond à 20 % de la consommation d'électricité française ou à la quantité d'électricité exportée par la France en 2015. En revanche, la concomitance des recharges peut induire des appels de puissance considérables que ne pourrait supporter notre système électrique. Un parc de 30 millions de véhicules électriques se rechargeant en même temps à 19 heures, même lentement à 3 kW, nécessiterait une puissance supplémentaire de 90 GW, soit un quasi-doublement de la demande de pointe actuelle. Une gestion intelligente, visant à répartir la recharge sur 24 heures, doit donc être prévue dès le départ. Elle suppose la mise en place d'une structure tarifaire adaptée, évoluant en fonction de la demande, avec possibilité pour le gestionnaire du réseau d'interrompre les recharges, voire de soutirer l'énergie contenue dans les batteries des véhicules particuliers, quitte à rémunérer le service rendu. Cette gestion intelligente devra de plus être protégée contre les cyberattaques, notamment celle

¹ Voir notamment : www.01net.com/actualites/voiture-electrique-on-a-teste-le-reseau-de-charge-sur-autoroute-et-c-est-une-vraie-galere-1397527.html mais aussi www.automobile-propre.com/paris-marseille-zoe-40-recharge-bornes-corri-door/ ainsi que le droit de réponse de l'opérateur concerné www.sodetrel.fr/droit-de-reponse-corridor.

qui déclencherait la recharge de toutes les batteries en même temps pour provoquer la chute du réseau.

Dans ces conditions, la question de la charge des véhicules électriques sur un réseau déjà tendu est un point d'attention au Royaume-Uni et se traduit dans le projet de loi en cours devant le Parlement sur les véhicules électriques. Celui-ci prévoit d'introduire des mesures pour s'assurer que la fourniture en électricité demeure suffisante dans le futur. Le National Grid, gestionnaire du réseau, a réalisé en juillet 2017 une étude¹ de la demande supplémentaire que cela pourrait représenter pour le réseau électrique. Il a ainsi établi des scénarios futurs (*Future Energy Scenarios*) qui prévoient qu'aux heures de pointe en 2050, ces infrastructures pourraient représenter jusqu'à 18 GW de demande supplémentaire, soit l'équivalent de la capacité de six réacteurs nucléaires du type *Hinkley Point* selon le scénario moyen *Consumer Power* d'un monde relativement riche et dont les ambitions vertes sont liées au marché. Dans son scénario de développement important du véhicule électrique, l'augmentation du pic de puissance serait de 30 GW (1,3 GW environ chaque année de 2025 à 2045). Dans trois des quatre scénarios, une forte augmentation des véhicules électriques est constatée, ceux-ci représentant plus de 90 % des ventes de voitures d'ici 2050. Toutefois, la pression sur le réseau pourrait être plus faible grâce aux technologies de recharge intelligente (*smart charging*) qui permettraient de réaliser la charge durant les heures creuses.

Le développement des VE n'est ainsi envisageable que dans la mesure où les appels de puissance à la pointe sont réduits de manière à ce que le système électrique puisse fournir le courant demandé. Cela peut se faire grâce à des bornes de recharge « intelligentes » ou programmables qui reportent la demande en fonction des signaux tarifaires qu'elles reçoivent.

En ce sens, le projet de loi actuel au Royaume-Uni sur les véhicules électriques devrait prévoir l'obligation de vendre ou d'installer uniquement des points de recharge « intelligents », selon le témoignage fourni par l'Office for Low Emission Vehicles devant la commission parlementaire du BEIS (Department for Business, Energy and Industrial Strategy) sur le sujet « *Electric vehicles: developing the market and infrastructure* ».

Dans le même ordre d'idées, le gouvernement néerlandais envisage d'incorporer les infrastructures de recharge au sein d'un réseau intelligent (*smart grid*). Dans ce

¹ National Grid (2017), [Future Energy Scenarios](#), juillet.

cadre, entre 2011 et 2016, 12 projets pilotes ont été menés aux Pays-Bas au sein du *Intelligent Grids Innovation Programme* (IPIN).

Plus généralement, le déploiement du véhicule électrique doit donner lieu à une réflexion d'ensemble sur le système électrique : si les appels de puissance peuvent menacer son équilibre, à l'inverse, la modulation de la charge des véhicules électriques peut permettre d'ajuster la consommation d'électricité en fonction de la production disponible. Cette intelligence du réseau doit cependant être préparée le plus tôt possible pour que les bornes de recharge puissent la relayer. Dans une vision complémentaire, encore au stade expérimental, les batteries pourraient même fournir de l'énergie au réseau en période de pointe : c'est le sens de différentes expérimentations en cours actuellement à travers le monde, notamment en Californie¹.

Sur une plus petite échelle, les Pays-Bas mènent des expérimentations sur la possibilité de fournir de l'énergie à la maison à partir de la batterie du véhicule électrique pendant les périodes de pointe (en se rechargeant pendant les heures creuses de la nuit). Là encore, une généralisation de cette expérience, si elle s'avérait concluante, influerait sur la gestion du système électrique.

3.5. Le système de recharge à domicile et le réseau de distribution peuvent nécessiter des aménagements

La Norvège compte 180 000 véhicules électriques fin 2017 en circulation et espère en atteindre 400 000 en 2020 : à ce stade, la demande d'électricité supplémentaire engendrée par le VE reste inférieure à 1 % de la consommation totale et la puissance requise par 1 % du parc se rechargeant de manière rapide à 150 kW ne dépasse pas 1 GW. En première analyse, le système électrique ne devrait donc pas être impacté. Pourtant, des problèmes apparaissent principalement chez les particuliers et dans le réseau de distribution² :

- 17 % des propriétaires de VEB et 31 % des propriétaires de VHR ont déjà observé une puissance de recharge insuffisante : la puissance demandée au réseau étant supérieure à celle qu'il peut transmettre ;

¹ Voir notamment www.forbes.com/sites/constancedouris/2017/12/18/electric-vehicle-to-grid-services-can-feed-stabilize-power-supply/#198abdd663df.

² OCDE/IEA (2018), *Nordic EV Outlook 2018*, p. 57 et suivantes.

- 14 % des propriétaires de VEB et 25 % de VHR ont constaté un endommagement des câbles¹ ;
- et 2 % ont constaté des traces de brûlure au niveau de la prise de courant (ce qui aurait pu entraîner un début d'incendie)².

Ces expériences révèlent une sous-estimation des dangers engendrés par l'appel de puissance, nécessaire à une recharge de typiquement 3 à 7 kW pendant huit à dix heures : toutes les prises de courant ne supportent pas une puissance de 3 à 7 kW pendant huit heures, de même que les câbles et les installations domestiques. Chaque système électrique ayant ses particularités, l'expérience norvégienne n'est pas directement transposable à la France. Le rapport du Centre d'analyse stratégique de 2011 sur le véhicule électrique³ soulignait cependant que les exigences pour les stations de charge, les socles et les prises de courant, ainsi que les modes de charge reconnus et recommandés pour le véhicule électrique étaient définis par la norme NF EN 61851 et conduisaient à un consensus sur un certain nombre de bonnes pratiques⁴.

Les estimations effectuées par la Norvège montrent de plus que si l'appel de puissance des ménages norvégiens augmentait de 5 kW en moyenne, plus de 30 % des transformateurs du réseau de distribution seraient en surcharge et 10 % des câbles devraient être remplacés. L'association norvégienne du véhicule électrique, Elbilforeningen, a déjà soulevé le problème et appelé aux innovations techniques pour y faire face (*smart grid*, batteries stationnaires, etc.). Elle ajoutait que le pays devait absolument mettre en place de nouvelles infrastructures pour pouvoir espérer atteindre ses objectifs de développement des véhicules « propres ».

¹ Le texte précise qu'il s'agit des câbles de recharge du véhicule, sans qu'il soit possible de comprendre s'il s'agit réellement des câbles entre la prise et le véhicule ou des câbles à l'amont de la prise.

² Voir également <https://wpstatic.idium.no/elbil.no/2016/08/EVS30-Charging-infrastructure-experiences-in-Norway-paper.pdf>.

³ *La voiture de demain : carburants et électricité*, rapport de la mission présidée par Jean Syrota.

⁴ Le consensus en France consistait à : i) prescrire une prise dédiée de recharge tant au domicile que dans les lieux publics, avec un niveau de sécurité adéquat (mode de charge 3, conformément à la norme NF EN 61851-1, et socles de prise avec obturateur) ; ii) tolérer dans une phase transitoire, pour une puissance et un courant limités en fonction des usages, l'utilisation d'une prise classique (trois broches dont une pour la terre) en mode de charge 1 ou 2 pour la seule charge normale, avec un dispositif de coupure différentiel adapté (DDR) permettant de limiter le courant appelé pour améliorer la sécurité de la charge et la durée de vie de la prise. Cela suppose toutefois une vérification de conformité de l'installation pour garantir la sécurité de l'utilisateur, en particulier pour s'assurer de la qualité de la prise de terre.

Une première solution qui peut retarder la modification des transformateurs consiste à installer des dispositifs de gestion de la demande notamment dans les immeubles et les bornes de recharge permettant de lisser dans le temps l'énergie appelée pour recharger les véhicules ; de telles solutions existent déjà en Norvège et en Suède, même si leur modèle économique reste à préciser.

3.6. Le développement des normes et des bornes interopérables

L'interopérabilité des bornes de recharge suppose que n'importe quel conducteur de véhicule électrique puisse brancher sa prise sur les bornes de recharge existantes et régler sa facture. Elle est de fait réelle aux Pays-Bas et en Norvège, elle commence à l'être en France, elle ne l'est pas dans les autres pays de l'Union européenne.

Si les Pays-Bas ont conditionné l'octroi des subventions prévues par le plan d'action « *Electric mobility gets up to speed* » à la mise en place de bornes de recharge utilisables par tout conducteur d'un véhicule électrique rechargeable au niveau national¹, l'Allemagne et le Royaume-Uni ont privilégié le déploiement de réseaux de bornes de recharge au niveau régional, avec des programmes s'articulant dans chacun des pays autour de huit régions, sans toutefois exiger une interopérabilité des réseaux.

Par conséquent, le réseau de bornes de recharge néerlandais est l'un des rares réseaux en Europe (probablement avec le réseau norvégien) qui permet à n'importe quelle voiture électrique de se charger sur n'importe quelle borne de recharge quel que soit le fournisseur de service de recharge. Ce n'est ni le cas au Royaume-Uni, où l'un des acteurs, Chargemaster, a développé une position de quasi-monopole en exploitant la moitié des points de recharge sur la voie publique, sans toutefois en donner l'accès aux autres opérateurs, ni en Allemagne où deux réseaux de bornes de recharge ont été développés en parallèle – Hubject et Ladenetz – mais ne sont pas interopérables entre eux. Le gouvernement fédéral allemand a demandé à ces deux réseaux de bornes de recharge de faire le nécessaire pour devenir interopérables à moyen terme.

En France, un décret de janvier 2017 oblige les nouvelles bornes de recharge à pouvoir accueillir plusieurs types de prises différents afin que les conducteurs de véhicule électrique puissent se recharger sur n'importe quelle borne : il reste néanmoins à appliquer cette obligation aux bornes déjà installées lors de la parution du décret.

¹ C'est également le cas en France pour les appels à projet de l'Ademe financés par l'Ademe.

À l'échelle européenne, l'article 9 de la directive 2014/94/UE du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs précise que : « Tous les points de recharge ouverts au public prévoient, en outre, la possibilité d'une recharge *ad hoc* pour les utilisateurs de véhicules électriques sans souscription d'un contrat avec le fournisseur d'électricité ou l'exploitant concerné ». Ce n'est malheureusement pas encore le cas même si les différents opérateurs d'interopérabilité nationaux – GIREVE en France, Hubject en Allemagne, e-clearing.net aux Pays-Bas, Enel en Italie, MOBI.E en Espagne – travaillent depuis 2015¹ à la connexion de leurs plateformes d'interopérabilité respectives pour permettre aux usagers un accès plus simple et plus pratique aux réseaux de bornes de recharge en Europe. Cette connexion, principalement technique, nécessitera cependant de s'abonner à chacune de ces plateformes pour avoir accès à ses services (ce qui ne diminuera pas forcément le coût de l'interopérabilité).

Notons enfin qu'en Californie, des obligations de libre accès aux bornes de chargement ont également été mises en place afin que ces bornes ne puissent faire l'objet de certaines pratiques commerciales (telles que l'obligation d'abonnement par exemple²).

Conclusion

Le déploiement des bornes de recharge est une condition nécessaire mais non suffisante du développement du véhicule électrique. C'est un défi pour tous les acteurs dans les trente prochaines années : une multiplication par trente du nombre de véhicules électriques rechargeables dans les quinze prochaines années signifie que nous ne sommes qu'au tout début de ce déploiement.

Si le financement public peut intervenir dans un premier temps pour permettre le déploiement initial du réseau, il pourrait ensuite s'effacer pour laisser toute sa place au partenaire privé tout en veillant à ce que le déploiement s'effectue de manière satisfaisante. Si nous sommes encore dans un certain nombre de cas dans la première phase du déploiement où l'argent public permet d'accélérer le processus, de nombreux points de recharge dans le monde sont cependant mis en place sur financement privé : la société Fastned développe même un réseau de stations de recharge rapide aux Pays-Bas (sans subvention) et en Allemagne (avec subvention).

¹ www.avem.fr/docs/pdf/Gireve20150324.pdf.

² www.afdc.energy.gov/laws/11067.

Ainsi, le déploiement des bornes de recharge en Europe ressort d'une intervention mixte entre le privé et le public, depuis les collectivités locales jusqu'à la Commission européenne. Il appartient dès lors à la puissance publique :

- d'encourager le déploiement de bornes de recharge sur financement privé, en levant les obstacles juridiques et réglementaires éventuels (urbanisme, portabilité des contrats, etc.) ou en imposant, par exemple, la mise en place d'un certain nombre de bornes dans les cahiers des charges des stations d'autoroute ;
- de mettre en œuvre l'itinérance de la recharge qui permet à un usager de dialoguer avec son opérateur de mobilité et de se recharger depuis n'importe quelle borne : un décret de janvier 2017 l'impose pour les différentes bornes de recharge. Il reste néanmoins à appliquer cette obligation aux bornes déjà installées au moment de la parution du décret ;
- d'intervenir, à l'exemple du Danemark, des Pays-Bas et du Royaume-Uni, pour installer des points de recharge à la demande sur l'espace public pour des ménages ne disposant pas de parking ;
- d'intervenir financièrement, en liaison avec les collectivités concernées, à l'exemple de Tokyo, pour prendre en charge l'installation de points de recharge dans les logements collectifs ;
- et de lever plus généralement les freins à la recharge à domicile et sur le lieu de travail afin de limiter les besoins d'installation de points de recharge sur l'espace public, de permettre le développement du VE en zone urbaine et d'éviter les phénomènes de « charge anxiety » observés en Norvège (peur de la file d'attente à la station de recharge).

Plus généralement, le développement du véhicule électrique doit se concevoir dans une réflexion plus globale sur le futur du système électrique : le véhicule électrique va certes entraîner des contraintes supplémentaires dans sa gestion, mais il peut également apporter un certain nombre de solutions. Les exemples de la Norvège et du Royaume-Uni montrent qu'il est souhaitable de préparer très à l'amont des plans de renforcement des réseaux de distribution et de transport : le schéma à dix ans de renforcement du réseau électrique de transport, prévu par le code de l'énergie, devrait ainsi prendre en compte, dans ses hypothèses, un développement important du VE, en envisageant, par exemple, une part pour les VE de 30 % des ventes de véhicules neufs à 2030 et prévoir la gestion nécessaire du système pour passer les pointes de demande. Cependant, il devrait également préciser les services que pourrait rendre le véhicule électrique au réseau non seulement par la modulation de la demande, mais également par la capacité des batteries à fournir de l'énergie au

réseau notamment dans les périodes de pointe dans la suite des expérimentations réalisées au Danemark ou en Californie.

Ce schéma devrait de plus préciser l'intérêt économique pour la collectivité de prévoir des stations de recharge rapide raccordées de manière préférentielle sur le réseau de transport ou disséminées sur le réseau de distribution. La loi pourrait également imposer aux gestionnaires des réseaux de distribution d'envisager les adaptations nécessaires de leurs réseaux à dix ans pour accompagner ce développement¹.

¹ Ces adaptations devraient également tenir compte du développement des énergies renouvelables.



CHAPITRE 4

ANTICIPER UN DÉVELOPPEMENT À GRANDE ÉCHELLE DE LA PRODUCTION

La filière automobile est un élément clé des paysages industriels français et européen : le quart des moteurs thermiques et des boîtes de vitesse produits chaque année dans le monde provient aujourd'hui de l'Europe pour une valeur de 65 à 70 milliards d'euros, et la filière automobile européenne représente plus de deux millions d'emplois. L'émergence du véhicule électrique est cependant susceptible de rebattre les cartes entre les différents pays, mais aussi entre les continents : la Chine, qui veut réduire sa dépendance vis-à-vis de ses importations pétrolières et dont les entreprises fabriquent déjà la moitié des véhicules électriques vendus dans le monde, souhaite maîtriser cette nouvelle technologie.

Le développement des véhicules électriques, dont les ventes annuelles devraient dépasser la dizaine de millions au cours de la prochaine décennie, représente un défi en même temps qu'un challenge pour les constructeurs français et européens. Le Royaume-Uni considère en particulier la montée en puissance du VE comme une opportunité de développement et de création d'emplois qu'il convient d'accompagner. Il cherche ainsi à encourager la R & D et les formations requises pour fabriquer les prochaines générations de véhicules électriques. Dans le même temps, les constructeurs allemands dépensent des sommes considérables pour préparer ce nouveau marché.

Dans ce contexte, il est difficile de se prononcer sur le niveau d'emploi à 2030 dans la filière automobile européenne : les incertitudes liées au devenir des technologies, à l'évolution des chaînes de valeur ainsi qu'aux modifications de comportement sont nombreuses.

Ce chapitre sera donc essentiellement prospectif ; il présentera d'abord les caractéristiques de l'emploi dans l'industrie automobile, puis attirera l'attention sur les conséquences économiques des différentes politiques de développement du VE, en

accordant une attention particulière aux politiques mises en place au R. Il examinera enfin, à travers une revue des études réalisées sur ce thème, les différents effets sur l'emploi à attendre d'un passage au VE.

1. L'organisation de la filière automobile : des caractéristiques propres

Avant d'examiner l'évolution possible de la filière automobile européenne, rappelons quelques-unes des caractéristiques propres à la filière automobile. L'étude réalisée par Cambridge Econometrics¹ pour la Fondation européenne pour le climat montre ainsi que :

- les voitures sont la plupart du temps fabriquées dans la région du monde où elles sont vendues. Le nombre de voitures physiquement fabriquées en Asie et importées en Europe ne représente que 2 % des ventes, tandis que les exportations de l'Europe vers l'Amérique du Nord en représentent moins de 1 %². Carlos Ghosn³ souligne ainsi que, dans l'industrie en général, et dans l'automobile en particulier, il est nécessaire de s'approvisionner, de produire et de distribuer au plus près de ses marchés et de ses clients afin de diminuer les coûts et les besoins en fonds de roulement, et de réduire l'impact des variations des taux de change et des barrières douanières. Il cite l'exemple de Renault qui produit désormais à Curitiba (Brésil) ses voitures destinées au marché sud-américain, à Moscou celles destinées au marché russe et à Chennai celles qui alimenteront le marché indien ;
- de plus, les usines des sous-traitants sont généralement proches de celles des constructeurs. Ainsi en Europe, les importations relevant du secteur automobile en provenance d'un autre continent ne représentent qu'une faible part des fournitures ;
- une partie non négligeable de la valeur ajoutée réalisée sur les véhicules vendus reste dans les pays où sont situées les chaînes d'assemblage et les usines de fabrication des différents composants du véhicule.

Au final, un pays dans lequel seront situées plusieurs chaînes d'assemblage automobile et usines de fabrication des différentes pièces des véhicules pourra ainsi

¹ *Fuelling Britain's Future*, Cambridge Econometrics, mars 2015.

² « *Capacity needs in the auto industry in the short- to medium-run* », OECD, 2013.

³ Ghosn C. (2014), « *En matière de production industrielle, il n'y a pas de "fatalité française"* », *Annales des Mines - Réalités industrielles* 2014/2, mai, p. 17-22. DOI 10.3917/rindu.142.0017.

obtenir de bons résultats en termes d'emplois et de valeur ajoutée. S'ils veulent créer de l'emploi dans ce secteur, les pays ont donc intérêt à attirer sur leur territoire le plus grand nombre possible d'usines de fabrication automobile.

Depuis le début des années 2000, le secteur automobile européen a été confronté à une forte restructuration liée notamment à la crise économique de 2008 et à la chute des ventes qui en a résulté. Si la période de croissance préalable à la crise avait conduit les constructeurs à construire de nouvelles chaînes de montage en Europe de l'Est, la crise les a forcés à résorber les surcapacités de production et à arrêter les chaînes de production les moins rentables. Ainsi, de 2000 à 2012, 12 usines d'assemblage de voitures ont fermé en Europe de l'Ouest alors que 11 usines d'assemblage ouvraient en Europe de l'Est.

Le secteur automobile français n'a pas échappé à ce phénomène de restructuration : entre 2004 et 2012, la valeur ajoutée (en volume) et l'emploi intérieur (hors intérimaires) de la branche ont respectivement diminué de 26 % et 31 %, et la production de véhicules automobiles est passée de 3,62 millions de véhicules assemblés en 2003 à 1,74 million en 2013¹. En parallèle, la balance commerciale de ce secteur n'a cessé de se dégrader : positive en 2006 avant la crise, avec un solde de 3,8 milliards, elle accusait un déficit de 8 milliards en 2015. Le déficit du secteur automobile français provient aujourd'hui essentiellement de l'importation des véhicules fabriqués en Allemagne, au Royaume-Uni, en Espagne, mais aussi dans les pays de l'est de l'Europe.

L'embellissement de la conjoncture économique actuelle conduit cependant à une très nette amélioration économique de la situation des principaux constructeurs français. PSA, au bord du dépôt de bilan en 2014, a réalisé un profit de 1,9 milliard d'euros en 2017² avec une marge de 6,1 % et vient d'annoncer des résultats particulièrement positifs pour le premier trimestre 2018 avec un chiffre d'affaires en hausse de 42,1 % à 18,2 milliards d'euros sur les trois premiers mois de l'année, dopé par l'intégration d'Opel Vauxhall³. Renault a annoncé en février des résultats, qualifiés d'historiques avec un chiffre d'affaires pour l'année 2017 de 58,8 milliards

¹ Dahmani S., Gazaniol A. et Rioust de Largentaye T. (2014), « [Quel avenir pour l'industrie automobile française ?](#) », *Lettre Trésor Éco*, n° 138, octobre.

² http://abonnes.lemonde.fr/economie/article/2018/03/01/automobile-psa-affiche-des-resultats-historiques-malgre-les-pertes-d-opel_5264156_3234.html.

³ Le chiffre d'affaires de la division automobile, avec les trois marques Peugeot, Citroën et DS, connaît également une progression de 13,3 %, à 10,2 milliards d'euros ; www.lesechos.fr/industrie-services/automobile/0301603705894-psa-affiche-des-ventes-records-au-premier-trimestre-2171458.php.

d'euros, en hausse de 14,7 %, avec une marge opérationnelle de 6,6 % contre 6,4 % en 2016¹.

2. S'appuyer sur une véritable politique industrielle

Comme le souligne le directeur général des entreprises, Pascal Faure², l'automobile représente un enjeu considérable pour la France tant en ce qui concerne les entreprises que l'intérêt public. Ce constat, qui pourrait être étendu à l'Allemagne ou au Royaume-Uni, amène à s'interroger sur la politique mise en place par les pouvoirs publics dans les différents pays à l'égard de la filière automobile et plus spécifiquement du développement du véhicule électrique. Plusieurs articles montrent qu'il sera très différent selon que la priorité est accordée au développement industriel ou aux objectifs environnementaux. Cette section se conclut par l'exemple de la politique industrielle actuelle du Royaume-Uni pour renforcer la R & D dans le secteur du VE, en particulier dans celui de la batterie, et soutenir ainsi la filière du VE.

2.1. Politique environnementale ou politique industrielle ?

Les politiques d'incitations au développement du VE actuellement en place ont deux motivations principales :

- la réduction du risque environnemental ;
- le développement industriel.

Lane *et al.* (2013)³ montrent que certains pays ont privilégié l'un des objectifs tandis que d'autres ont pris en compte les deux, avec des conséquences importantes pour le développement industriel du VE.

Dans tous les cas cependant, les pays mettent en place une politique de la demande en instaurant des aides publiques (aides à l'achat, aides à l'installation des points de recharge) afin que les constructeurs puissent bénéficier d'un marché suffisant pour pouvoir continuer à innover. Ces aides qui permettent le décollage du marché ont

¹ www.lemonde.fr/economie/article/2018/02/16/renault-annonce-des-resultats-financiers-historiques_5257871_3234.html.

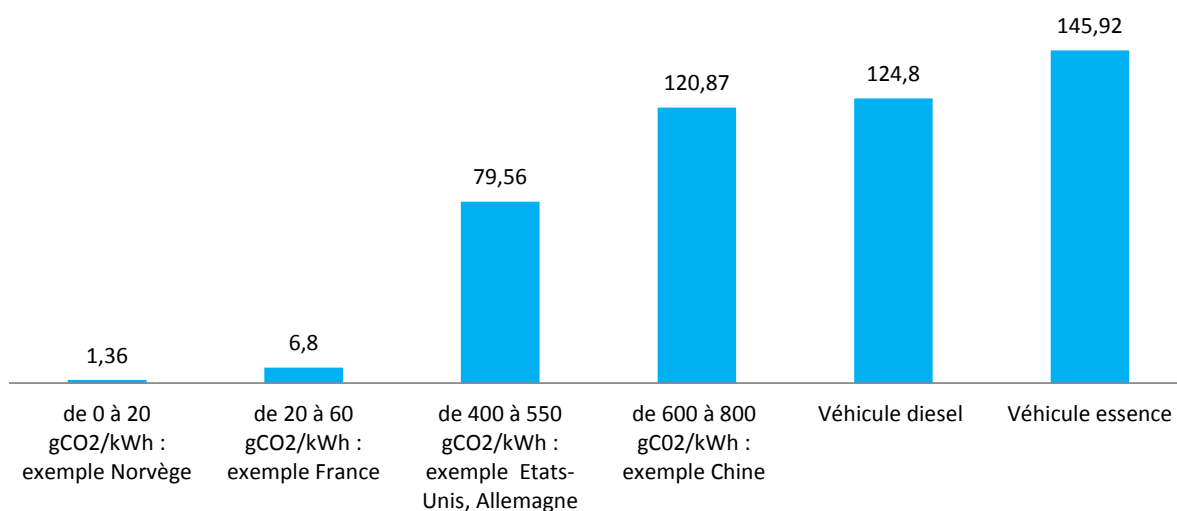
² Faure P. (2014), « L'automobile: un enjeu considérable pour la France, tant en ce qui concerne les entreprises que l'intérêt public », *Annales des Mines – Réalités industrielles*, 2014/2, mai, p. 3-10. DOI 10.3917/rindu.142.0003.

³ Lane B.W., Messer-Betts N., Hartmann D., Carley S., Krause R.M. et Graham J.D. (2013), « Government promotion of the electric car: Risk management or industrial policy? », *European Journal of Risk regulation*, 4(2), p. 227-245.

ensuite vocation à être progressivement réduites au fur et à mesure du développement du véhicule électrique et de la baisse de ses coûts.

Le graphique 25 donne les émissions de CO₂ associés au parcours d'un kilomètre d'un véhicule électrique, diesel ou essence en fonction des émissions de différents mix électriques possibles. Il prend en compte les émissions nécessaires associées à la production d'électricité mais pas celles liées à la fabrication des batteries (qui dépendent de leur lieu de production). Dans un pays dont la production d'électricité est encore fortement carbonée, le développement du véhicule électrique n'entraîne pas ou peu de réduction d'émissions de GES. Il les accroît même en Chine (quand on prend en compte les émissions provenant de la fabrication de la batterie). Dans ce cas, un développement important du véhicule électrique relèvera donc plutôt d'une politique industrielle que d'une politique environnementale qui retiendrait comme première priorité de décarboner la production d'électricité avant de développer le véhicule électrique.

Graphique 25 – Ordre de grandeur des émissions de CO₂ en grammes pour un km parcouru en fonction des émissions de différents mix de production d'électricité¹



Source : France Stratégie

¹ Hypothèses de consommation pour 100 km : véhicule électrique : 17 kWh, véhicule essence : 6,4 l, véhicule diesel : 4,8 l.

Plusieurs pays mettent en avant les objectifs industriels dans le développement du véhicule électrique

a) La Chine

D'après Lane *et al.* (2013)¹, la Chine privilégie exclusivement le développement industriel. Les auteurs soulignent que ce pays, qui est en retard dans les technologies des moteurs à faibles émissions de CO₂ et des véhicules hybrides, compte fournir une part importante du marché du VE. Même si le soutien de la Chine a été déterminant dans la signature de l'Accord de Paris, ils rappellent que son électricité est encore largement fournie par les énergies fossiles et considèrent que le développement du véhicule électrique n'entraînera pas à court terme de réduction des émissions de gaz à effet de serre (et n'aura en outre qu'un effet limité sur la réduction de la pollution dans les villes chinoises). Ils rappellent à ce propos la déclaration² du ministre de la Science et des Technologies, Wan Gang, qui considérerait l'initiative chinoise en faveur du véhicule électrique comme un élément central de la compétitivité du pays, et non comme un simple moyen d'atteindre ses objectifs environnementaux. On peut d'ailleurs remarquer que la stratégie de développement du véhicule électrique est portée par le ministère de l'industrie et des Technologies de l'information et non par le ministère de l'Écologie et de l'Environnement.

La Chine bénéficie aujourd'hui de trois atouts majeurs dans la compétition pour la fabrication du VE :

- son marché automobile, le plus grand au monde. Elle produit aujourd'hui plus de 600 000 véhicules électriques. Ses entreprises auront donc la capacité financière et technique de construire des usines dans les autres pays : à titre d'exemple, le constructeur chinois BYD vient ainsi d'installer deux usines de bus électriques en Hongrie et au Maroc ;
- grâce à la présence dans l'actionnariat des constructeurs occidentaux des entreprises chinoises, la Chine va bénéficier d'un accès privilégié au marché automobile européen pour les voitures électriques qu'elle produira chez elle : ce sera le cas de Polestar³, la marque de Volvo dédiée aux voitures électriques, dès 2019 ;

¹ Lane B.W. *et al.*, *op. cit.*

² Voir notamment Bradsher K. (2009), « [China is said to plan strict gas mileage rules](#) », *The New York Times*, 27 mai.

³ <https://electrek.co/2017/11/24/volvo-polestar-electric-car-brand-construction-factory-china/>.

- le contrôle, important, mais non exclusif, qu'elle exerce sur la chaîne d'approvisionnement des métaux rares, utilisés dans les moteurs et les batteries, lui procure un avantage pour devenir demain la base de production de ces véhicules à faibles émissions : 77 % du cobalt utilisé dans les batteries est raffiné en Chine¹.

Dans le cadre de cette politique d'abord tournée vers l'industrie, la Chine n'hésite donc pas à mettre en place des barrières protectionnistes qui retardent le déploiement du VE sur son territoire mais qui doivent permettre à ses entreprises de progresser plus facilement :

- dans le secteur automobile, les constructeurs étrangers doivent faire face à une taxe à l'importation de 25 % sur les véhicules assemblés, qui les oblige de fait à localiser leur production en Chine et à créer, à cette fin, des co-entreprises avec un partenaire chinois qui en possédera la majorité des parts ;
- dans le cas des véhicules à très faibles émissions, les constructeurs étrangers doivent également composer avec le fait que les subventions à l'achat sont exclusivement réservées aux modèles de marque « chinoise »² ;
- il est extrêmement difficile d'homologuer des véhicules conçus avec des batteries de fabrication étrangère, ce qui impose aux constructeurs une phase de développement supplémentaire (de l'ordre de un à deux ans) pour adapter aux batteries chinoises les véhicules conçus initialement avec d'autres modèles de batteries ;
- enfin, la réglementation sur l'obtention de licences de production des véhicules à très faibles émissions entrée en vigueur en juillet 2017 impose la fourniture d'informations très précises et très sensibles pour obtenir les homologations. Les risques de transferts de technologies non souhaités à la co-entreprise, et donc au partenaire chinois, sont donc réels.

b) Les États-Unis

La politique actuelle des États-Unis, menée par le Président Trump, est clairement destinée à protéger les intérêts industriels américains au détriment, s'il le faut, des objectifs environnementaux. Une révision des normes d'efficacité énergétique des véhicules particuliers et petits utilitaires – dites « *Corporate Average Fuel Economy standards* » (CAFE) – a donc été lancée concernant les véhicules qui seront

¹ www.wsj.com/articles/theres-a-global-race-to-control-batteriesand-china-is-winning-1518374815.

² Les véhicules produits par les constructeurs étrangers en co-entreprises en Chine sont éligibles à ces subventions, mais ces véhicules doivent être vendus sous une marque créée spécifiquement pour le marché local et non sous les marques reconnues à l'international.

commercialisés sur la période 2022-2025, à la suite de l'intervention des constructeurs automobiles qui estiment que ces normes ont été adoptées de manière précipitée fin 2016 par l'administration Obama et qu'elles sont trop contraignantes. Les constructeurs ont aussi obtenu le gel de l'augmentation du montant des pénalités pour violation des normes CAFE.

Enfin, les aides fédérales à l'achat d'un VE devaient être supprimées : la loi de finances 2018 les a finalement prolongées, non pas pour lutter contre les émissions de GES, mais plus probablement pour répondre aux demandes de Tesla et de General Motors¹. Cette question va d'ailleurs se poser dans les prochaines semaines : Tesla qui a déjà vendu 178 000 véhicules électriques aux États-Unis, et General Motors 176 000, se rapprochent du seuil de 200 000 véhicules vendus au-delà duquel les aides nationales devraient fortement baisser. Pour éviter une chute brutale de leurs ventes, ces deux constructeurs devront donc réduire fortement leurs prix de vente : c'est le pari de la Tesla Model 3 qui devrait être vendue à un prix nettement moins élevé que celui de la Tesla Model S (69 000 euros). À moins que le gouvernement prenant en compte les intérêts de Tesla et de General Motors ne relève ce seuil.

Sous la précédente mandature du Président Obama, le gouvernement américain cherchait à concilier les objectifs environnementaux en s'engageant en faveur de la lutte contre le changement climatique, tout en favorisant l'industrie. À cette époque, il a ainsi investi des sommes financières importantes en faveur du développement du véhicule électrique² :

- le DOE (*Department of Energy*) a encouragé par des aides financières extrêmement importantes la recherche mais aussi la mise en place des usines de fabrication correspondantes. L'objectif qui n'a pas été tenu était simple : fabriquer 40 % des batteries pour les véhicules hybrides et électriques au bout de cinq ans dans un marché essentiellement dominé par les constructeurs asiatiques. Dans le cadre d'un tel programme³, Nissan USA a ainsi reçu le plus gros prêt consenti à un constructeur étranger à ce jour aux États-Unis, soit 1,6 milliard de dollars, pour réaménager et moderniser son usine de fabrication de la Leaf et de ses batteries. Dans le cadre des plans de relance, le gouvernement américain a mis en place, en août 2009, un programme de prêts, destiné à des industriels situés aux États-

¹ Voir notamment www.nytimes.com/2018/01/11/business/electric-vehicles-taxes-tesla-gm.html et <https://electrek.co/2018/03/16/electric-vehicle-tax-credit-cap-tesla-gm/>.

² Centre d'analyse stratégique (2011), *La voiture de demain : carburants et électricité*, rapport de la mission présidée par Jean Syrota.

³ DOE Advanced Technology Vehicles Manufacturing Program.

Unis et crédit de 2,4 milliards de dollars¹. Quarante-huit projets ont été distingués ;

- dans le domaine de la recherche, le DOE a lancé sur les batteries de grands programmes dans le cadre d'une organisation rigoureuse guidée par un certain nombre de grands laboratoires – notamment le Laboratoire national d'Argonne (Chicago) et le Lawrence Berkeley National Laboratory.

c) La Californie

La Californie a toujours réussi à développer ses politiques environnementales en s'appuyant sur l'industrie. Plus exactement, elle a, semble-t-il, défini dans le domaine des transports ses objectifs de lutte contre l'environnement en étroite partenariat avec l'industrie en tenant compte de ses programmes de recherche. En 1987, lors d'une course trans-Australie, la victoire d'un véhicule à énergie solaire de General Motors eut ainsi une double conséquence² : la présentation par le président de General Motors d'un concept de véhicule électrique au Los Angeles Auto Show de 1990 et l'adoption par l'État de Californie d'une loi imposant aux sept plus grands constructeurs automobiles américains d'inclure dans leurs ventes des modèles à « zéro émission » : 2 % en 1998, 5 % en 2001 et 10 % en 2003, sous peine de ne plus être autorisés à vendre leurs véhicules en Californie. Cette loi répondait également à la problématique de la pollution extrêmement forte à l'époque sur Los Angeles. Six ans plus tard, le lancement par General Motors d'un nouveau véhicule électrique fut l'occasion d'un événement médiatique retentissant, censé préfigurer la production en masse de véhicules électriques. C'était la première voiture dans toute l'histoire de l'entreprise à porter le nom de General Motors et non celui d'une filiale ! Les performances de la batterie n'étant pas suffisantes, ce modèle ne fut fabriqué qu'à 1 117 exemplaires et fut arrêté en 2003. En parallèle, en 2003, le programme « Zéro émission » de l'État de Californie (qui avait été considéré par certains comme une rente pour General Motors³) fut assoupli¹.

¹ 1,5 milliard de dollars pour fabriquer des batteries ainsi que leurs composants et pour accroître les capacités de recyclage ; 500 millions pour produire des composants pour véhicules électriques ; 400 millions pour acheter des milliers de véhicules électriques (hybrides rechargeables ou tout électrique) afin de les tester dans plusieurs dizaines d'endroits, pour installer des infrastructures de recharge et pour financer des formations destinées à accompagner la transition vers de nouveaux systèmes électriques de transport.

² Centre d'analyse stratégique (2011), *La voiture de demain : carburants et électricité*, op. cit.

³ Roediger-Schluga T. (2004), *The Porter Hypothesis and the Economic Consequences of Environmental Regulation: A Neo-Schumpeterian Approach*, Cheltenham, UK and Northampton, MA: Edward Elgar, p. 289.

Le programme de véhicules à zéro émission ne sera repris que quelques années plus tard avec le développement des batteries au lithium qui permettait de nouveau de concilier environnement et industrie. Ce versant industriel de la politique de la Californie est d'autant plus important que son écosystème, particulièrement favorable à l'innovation et au capital-risque, lui permet de créer et d'attirer un grand nombre de startups.

d) Les aides directes

Le cabinet FTI Consulting² souligne également l'existence d'un certain nombre d'aides directes accordées aux constructeurs automobiles aussi bien en Chine qu'aux États-Unis ce que, sauf dérogations prévues par les traités, l'article 107 du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (TFUE) interdit :

- subventions, plus ou moins opaques, accordées aux constructeurs chinois : BYD aurait ainsi reçu 387 millions d'euros de 2011 à 2015, représentant quasiment la moitié de ses bénéfices nets, pour un chiffre d'affaires³ de 12,3 milliards de dollars en 2015, en augmentation annuelle de 37,8 % par rapport à 2014 ;
- subventions et prêts accordés aux entreprises présentes sur le sol américain, notamment à travers le programme *Advanced Technology Vehicles Manufacturing* qui a permis à certaines d'entre elles de se moderniser et de construire de nouvelles usines, de batteries notamment.

e) La guerre commerciale entre les États-Unis et la Chine

En avril 2018, les États-Unis ont annoncé que, compte tenu des taxes chinoises à l'importation, ils allaient également relever les leurs sur les véhicules chinois à 25 %⁴. En réponse, le gouvernement chinois a dans un premier temps annoncé qu'il comptait réduire ses tarifs d'importation⁵. Il a de plus indiqué qu'il allait lever l'obligation pour un constructeur automobile étranger voulant produire en Chine de créer une joint-venture à majorité chinoise : cet assouplissement devrait intervenir dès 2019 pour les véhicules électriques et hybrides, en 2020 pour les véhicules commerciaux et en 2022 pour les véhicules particuliers. L'avenir dira si ce repositionnement de la Chine est une concession accordée aux investisseurs

¹ Voir notamment Centre d'analyse stratégique (2011), *La voiture de demain : carburants et électricité*, op. cit.

² FTI Consulting (2017), *The Impact of Electrically Chargeable Vehicles on the EU Economy – A literature review and assesment*, Study prepared for ACEA, mars, p. 16.

³ <http://french.peopledaily.com.cn/Economie/n3/2016/0506/c31355-9054248.html>.

⁴ www.thedrive.com/news/20007/trump-take-on-chinas-stupid-auto-trade-may-stymie-industry-growth.

⁵ www.thedrive.com/news/20017/china-promises-to-lower-import-tariffs-after-trumps-tweet.

étrangers en réponse aux demandes du président des États-Unis, ou une nouvelle étape de sa stratégie industrielle qui a été d'une efficacité remarquable dans certains secteurs, mais qui n'a pas permis, pour le moment, aux entreprises chinoises d'intégrer le classement des dix premiers constructeurs automobiles mondiaux.

L'Union européenne met surtout en avant la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre

L'Union européenne met en avant l'objectif environnemental, avec, en comparaison, peu d'investissements publics prévus en faveur du véhicule électrique. L'Allemagne et la France se distinguent cependant :

- en France, la production d'électricité décarbonée permet d'utiliser le VE pour réduire les émissions de gaz à effet de serre ;
- en Allemagne, les politiques sont essentiellement industrielles et visent à protéger l'industrie automobile des standards environnementaux imposés par l'UE. Des politiques pour développer la demande de VE suffisamment, avant de bannir les véhicules à combustion, sont réclamées en Allemagne comme au Royaume-Uni (Falk *et al.*, 2017¹, The Guardian, 2017²).

Il existe cependant une différence entre le Royaume-Uni et l'Allemagne, remarquée dans Mazur *et al.* (2015)³ qui montrent qu'alors que ces deux pays semblent partager les mêmes objectifs de réduction des émissions de protection de l'industrie automobile et de développement du VE, leurs politiques publiques diffèrent et ne visent pas les mêmes buts. Les objectifs environnementaux du Royaume-Uni sont plus stricts, tandis que le devenir de l'industrie automobile joue un rôle beaucoup plus important en Allemagne. Alors que le Royaume-Uni veut développer une nouvelle industrie automobile dans le domaine de la mobilité électrique, l'Allemagne cherche avant tout à préserver l'industrie existante et assurer une transition douce.

Les deux pays se rejoignent toutefois dans le soutien actif à la R & D pour développer les véhicules de demain, électriques ou hybrides : entre 2010 et 2015, un tiers des

¹ Falck O., Ebnet M., Koenen J., Dieler J. et Wackerbauer J. (2017), *Auswirkungen eines Zulassungsverbots für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge mit Verbrennungsmotor*, München: ifo Zentrum für Industrieökonomik und neue Technologien und ifo Zentrum für Energie, Klima und erschöpfbare Ressourcen, juin.

² The Guardian (2017), « *Carmakers say fossil-fuel vehicle ban will dent industry and stall sales* », 26 juillet.

³ Mazur C., Contestabile M., Offer G. J. et Brandon N. P. (2015), « *Assessing and comparing German and UK transition policies for electric mobility* », *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 14, p. 84-100.

brevets relatifs à l'électromobilité ou au système de conduite hybride provenait d'Allemagne (Falk *et al.*, 2017¹).

Mais, tandis que le Royaume-Uni a mis en place très rapidement (comme la France) des subventions à l'achat de véhicules à faible émission, il faudra attendre juillet 2016 pour que l'Allemagne adopte à son tour une telle mesure. C'est peut-être cette mesure qui est la plus révélatrice de la politique industrielle suivie par l'Allemagne. Dans un premier temps, avant 2016 et le scandale du *dieselgate*, la politique allemande consistait à préserver la position des constructeurs allemands, et à ne pas pénaliser les véhicules thermiques, essence ou diesel, tout en exerçant une politique de recherche active sur les véhicules électriques à batterie, à hydrogène ou hybrides. Cette politique ne cherchait donc pas particulièrement à développer dans l'immédiat le véhicule électrique en Allemagne d'autant plus que l'électricité y est encore fortement carbonée : il n'y avait donc aucun bénéfice à attendre en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le *dieselgate* a conduit l'Allemagne à réviser sa position, d'autant plus que l'un de ses principaux marchés, la Chine, était en train de développer fortement le véhicule électrique. Dans ces conditions, tout en cherchant à éviter une baisse trop forte des ventes de diesel, la Chancelière cherche, en liaison avec les constructeurs allemands, à mettre en place une politique beaucoup plus active de développement du véhicule électrique pour être leader sur ce marché : elle consiste à la fois en des politiques de recherche et développement mais aussi en une politique de soutien de la demande.

En 2013-2015, dates des études de Lane *et al.* et Mazur *et al.* reprises ici, la fabrication du VE se serait donc, selon ces auteurs, surtout développée dans les pays qui souhaitent le développement de ce véhicule pour des motifs industriels plus qu'environnementaux.

2.2. Renforcement de la *supply chain*, soutien à la R & D et à la formation : l'exemple du Royaume-Uni

Le Royaume-Uni a affiché son ambition de devenir l'économie la plus innovante au monde. Le 27 novembre 2017, le gouvernement britannique a présenté le Livre blanc sur la stratégie industrielle qui définit quatre défis technologiques majeurs auxquels le Royaume-Uni doit répondre, dont la croissance verte et la mobilité du futur. Il affiche ainsi sa volonté d'attirer les talents et les startups du monde demain. Le secteur automobile constitue l'un des secteurs clés de cette stratégie.

¹ Falck O. *et al.*, *op. cit.*

Un nécessaire soutien à la R & D

En janvier 2018, le gouvernement du Royaume-Uni a publié un « accord sectoriel sur l'automobile ». Cet accord, présenté plus complètement en annexe 3, vise à renforcer la *supply chain* britannique (la part nationale des composants des véhicules fabriquée au Royaume-Uni a déjà augmenté¹ de 36 % en 2011 à 44 % en 2017) avec un investissement de 225 millions de livres dans la R & D entre 2023 et 2026 et le financement à hauteur de 16 millions de livres d'un programme national d'amélioration de la productivité et de la compétitivité des fournisseurs, dans les deux cas, avec participation équivalente du secteur privé. Cet accord comprend d'autre part la création du *Faraday Battery Challenge* doté de 246 millions de livres sur quatre ans. Celui-ci vise à soutenir les trois phases de la R & D autour des batteries (recherche fondamentale, innovation et changement d'échelle) pour transformer efficacement la recherche en technologies commercialisables. Ainsi, deux nouveaux centres nationaux ont été créés :

- l'Institut Faraday, doté de 78 millions de livres et annoncé le 2 octobre 2017, pour réunir l'expertise de sept universités, de partenaires industriels et d'institutions académiques afin d'accélérer la recherche fondamentale sur les technologies de batterie ;
- le National Battery Manufacturing Development Facility : 80 millions de livres investis dans ce centre indépendant destiné à favoriser le passage des technologies les plus prometteuses du développement à la production. Il fournira également un soutien à la formation et au développement des compétences.

Enfin, le programme *Faraday Battery Challenge Innovate UK* est doté de 88 millions de livres tirés de l'*Industrial Strategy Challenge Fund* dont 40 millions de livres ont déjà été attribués à 27 projets innovants réunissant 66 organisations. Ceux-ci visent à améliorer les techniques de production, la performance opérationnelle ou les méthodes de recyclage des batteries.

Plus globalement, en 2013 a été lancé l'Advanced Propulsion Centre, un hub de coordination pour soutenir les technologies bas carbone (développement et commercialisation). Il est doté de 1 milliard de livres sur dix ans, réparti également entre le public et le privé. Plusieurs compétitions pour financer des projets ont été lancés, dont APC8 en août 2017 pour laquelle trois projets de Ford, GKN et Jaguar Land Rover ont gagné.

¹ Holweg M., Padgett T. et Davies P. (2015), *Growing the Automotive Supply Chain: Local Vehicle Content Analysis*, report for the Automotive Council, septembre.

Le Royaume-Uni investit également dans les technologies *vehicle-to-grid* (V2G), afin de permettre aux véhicules électriques de fournir de l'électricité au réseau : 21 projets de V2G vont ainsi recevoir au total 30 millions de livres pour financer la R & D et étudier les opportunités commerciales de ces technologies. À Oxford, EDF Energy R&D UK est à la tête d'un consortium de huit organisations pour le projet V2G qui vise à développer et évaluer les *business models* potentiels pour l'utilisation de véhicules électriques par les opérateurs de flottes et leur pertinence pour un chargement en V2G. Ce projet devrait utiliser une centaine de véhicules électriques.

Un nécessaire soutien à la formation

Une étude d'impact européenne ELAB-study¹, datant de 2014, met en évidence l'évolution des compétences nécessaires dans un secteur automobile dominé par le VE : l'électronique va prendre de plus en plus d'importance, la mécanique sera moins prépondérante, et des compétences nouvelles vont être requises pour la gestion des systèmes à haute tension ainsi que des nouveaux matériaux (lithium par exemple). Cette étude estime ainsi à 460 000 le nombre nécessaire de créations d'emplois à qualification élevée d'ici 2025. Ce chiffre est à rapprocher des 888 000 départs à la retraite prévus dans la filière automobile européenne d'ici 2025 : il donne ainsi une idée du nombre de recrutements à prévoir et de leurs compétences d'ici 2025.

Le Royaume-Uni mène des actions très générales pour améliorer la formation initiale ou continue en ce qui concerne les mathématiques, l'éducation numérique et technique (406 millions de livres investis) afin de faire face au déficit de compétences en « *science, technology, engineering and maths* » (STEM)². Il a ainsi créé un *National Retraining Scheme* qui aide à la reconversion, avec 64 millions de livres consacrés à la formation dans la construction et le numérique³.

De plus, à l'occasion de l'« accord sectoriel sur l'automobile », il a annoncé la mise en place d'un certain nombre d'actions de formation dont le développement d'un Institut de l'apprentissage et le soutien au développement de nouvelles qualifications techniques. Celles-ci s'appuieront sur la feuille de route du développement des compétences dans l'automobile établie par l'industrie⁴.

¹ EU Skills panorama on the automotive sector and clean vehicle, 2014.

² https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/672824/automotive-sector-deal-double-pages.pdf.

³ *Ibid.*

⁴ www.gov.uk/government/publications/automotive-sector-deal.

Soulignons, enfin, que la fermeture de General Motors au Royaume-Uni en 2005 a montré que l'efficacité des politiques d'accompagnement à la reconversion peut être minorée par une trop forte précarité sur le marché du travail et l'absence de « *training on the job* » pour les emplois qualifiés (Bailey et de Ruyter, 2015¹).

Les effets du Brexit peuvent être dévastateurs

Il doit cependant être souligné que le Brexit est susceptible d'affecter significativement les effets initialement attendus de ces mesures, comme l'a remarqué David Bailey², professeur de stratégie industrielle à Aston University : « *Whether car plants in the UK can export tariff free to the EU will have a big impact on whether foreign investment will continue to come to make new cars -- including electric ones -- in the UK* ».

L'exemple du vilebrequin de la Mini de BMW est peut être l'un des plus illustratifs des difficultés que poserait le Brexit s'il devait conduire à la mise en place de barrières douanières³ : fabriqué en France, ajusté au Royaume-Uni, placé dans le moteur à Munich, lui-même intégré dans le véhicule à Oxford, il traverse ainsi au moins trois fois la Manche avant que le véhicule fini ne soit éventuellement vendu en France après une quatrième traversée de la Manche.

3. Incertitudes sur l'évolution à terme de l'emploi

Les analyses menées sur l'évolution de l'emploi dans l'automobile à 2030 diffèrent fortement. Cette partie évoquera donc d'abord les principaux facteurs d'évolution de l'emploi, listera ensuite les résultats de plusieurs études ainsi que leurs incertitudes et conclura sur quelques points d'attention nécessaires si l'on souhaite voir l'emploi se développer dans la filière automobile à l'horizon 2030.

3.1. Les principaux effets directs et indirects sur l'emploi

L'évolution du secteur automobile d'ici à 2030 sera notamment marquée par :

- le développement des véhicules électriques, VEB aussi bien que VHR. L'Agence internationale de l'énergie envisage ainsi un parc mondial de 9 à 20 millions de

¹ Bailey D. et de Ruyter A. (2015), « [Plant closures, precariousness and policy responses: Revisiting MG Rover 10 years on](#) », *Policy Studies*, Vol. 36, n° 4, p. 363-383.

² <http://money.cnn.com/2018/03/06/investing/brexit-electric-cars-jaguar-land-rover/index.html>.

³ www.theguardian.com/business/2017/mar/03/brexit-uk-car-industry-mini-britain-eu.

véhicules électriques à 2020 et de 40 à 60 millions à 2025¹. Exxon envisage plus de cent millions de véhicules électriques en circulation dans le monde en 2040 ;

- les modifications nécessaires des moteurs thermiques afin de les rendre compatibles avec les normes d'émissions qui leur seront imposées tant en termes de gaz à effet de serre que de polluants classiques ;
- le développement des fonctions d'autonomisation du véhicule, voire de sa complète autonomie, qui va reposer sur le numérique et l'intelligence artificielle ;
- sans oublier l'évolution des comportements qui, avec le développement de l'auto-partage et du véhicule autonome, peut conduire à repenser l'usage de l'automobile et l'articulation des différents modes de transport.

Les effets directs sont nombreux

Dans ces conditions, les principaux effets directs de ces transformations sur l'emploi seront les suivants :

- un transfert d'emplois de la production des véhicules thermiques vers les véhicules électriques. La chaîne de traction (en particulier le moteur) d'un véhicule électrique à batterie comporte nettement moins de pièces qu'un moteur thermique (200 contre 1 400²). Il serait pourtant hasardeux d'en conclure que le développement du véhicule électrique va conduire à une perte d'emplois proportionnelle dans la filière automobile. L'emploi dépendra principalement du degré d'automatisation de la chaîne de production des différentes composantes et de celle de la chaîne d'assemblage. De plus, un véhicule hybride qui, par définition, contient un moteur thermique et un moteur électrique, qui doivent être couplés, demandera au contraire plus de travail et plus d'emplois. C'est ce type d'arguments qui est avancé par Cambridge Econometrics (2017)³ pour expliquer pourquoi leur scénario dans lequel le VE se développe en même temps que le véhicule hybride aboutit à une stabilisation des emplois à 2030 dans la filière automobile allemande. Dans ce même scénario, le remplacement à 2050 de l'hybride par le VE aboutit à un effet sur l'emploi négatif à cet horizon, avec une perte nette estimée pour l'Allemagne de 10 000 emplois dans le secteur automobile. Cependant, en raison des effets macroéconomiques présentés dans la section ci-dessous, l'emploi dans l'ensemble de l'économie augmente de plusieurs

¹ IEA (2017), *Global EV Outlook 2017*, op. cit.

² Friederich Ebert Stiftung (2015), « *The future of the German automotive industry – Structural change in the automotive industry: challenges and perspectives* », *WISO Diskurs*, 2015(20).

³ Cambridge Econometrics (2017), « *Low-carbon cars In Germany: A summary of socio-economic impacts* ».

centaines de milliers. En effet, avec une hypothèse d'importation des batteries de VE à hauteur de 50 %, l'emploi augmente globalement, notamment dans le secteur des services et dans les secteurs industriels autres que l'automobile, suite à la moindre utilisation de produits pétroliers et à la réduction du coût de production des véhicules électriques¹ ;

- une création d'emplois pour la production des dispositifs de dépollution rendus nécessaires par l'évolution des normes sur les émissions des véhicules thermiques : le filtre à particules devient ainsi obligatoire pour tous les véhicules thermiques neufs (à injection directe) ;
- une création d'emplois dans la mise en place de points de recharge normale et rapide aussi bien chez les particuliers que dans les villes et sur les axes routiers, ainsi que dans le renforcement des réseaux de distribution et de transport ; d'après Cambridge Econometrics (2018)², l'installation de points de recharge rapide tous les 60 km requerrait en Europe un investissement de 700 millions d'euros pour la seule préparation des sites ;
- une perte d'emplois dans le raffinage à rapprocher de l'emploi nécessaire à la production d'électricité correspondante ;
- une perte possible d'emplois dans les stations-services probablement faible tant que le VE ne sera pas majoritaire dans les ventes et d'autant plus faible si les stations-services s'équipent également de points de recharge rapide ;
- une perte possible d'emplois dans les métiers de la maintenance automobile liée à un entretien plus facile du véhicule électrique et à une modification du modèle économique des services d'après-vente, qui pourrait néanmoins être compensée par le développement d'autres services : dépannage et recharges de secours, nettoyage et entretien beaucoup plus fréquents des véhicules autonomes en autopartage lorsqu'ils se développeront, mise en place des services rendus par le véhicule électrique au réseau (effacement de la recharge du véhicule en période de pointe, soutien éventuel du réseau par la fourniture de courant (V2G), seconde vie des batteries), etc. ;
- une création enfin d'emplois qualifiés dans la R & D pour la conception des véhicules électriques, le développement du recyclage et la réduction de la pollution et de la consommation d'énergie des moteurs thermiques.

¹ Voir page suivante sur les effets macroéconomiques et pages 17-19 de Cambridge Econometrics (2017), *op. cit.*

² Cambridge Econometrics (2018), « [Fueling Europe's Future, how the transition from oil strengthens the economy](#) », report for the European Climate Foundation.

Les effets macroéconomiques reposent sur de nombreux paramètres et ne sont pas univoques

Mais, au-delà de ces effets directs sur l'emploi, on doit également prendre en compte les effets macroéconomiques liés à cette transformation¹:

- le coût de production d'un VE est aujourd'hui plus élevé que celui d'un véhicule thermique, ce qui réduit le pouvoir d'achat des ménages ou les dépenses de l'État si l'achat est subventionné. Certains² voient cependant cette différence s'inverser en faveur du véhicule électrique ce qui pourrait conduire à une plus forte consommation ;
- le deuxième effet est lié à la réduction de notre consommation pétrolière qui constituerait un facteur favorable pour la balance commerciale et relancerait l'économie. Cet effet pourrait cependant être compensé par une augmentation forte de nos importations si les batteries étaient fabriquées (et assemblées³) à l'étranger et si les logiciels de bord des véhicules étaient importés, comme le sont aujourd'hui ceux de Microsoft ;
- l'introduction du VE devrait réduire les rentrées fiscales liées au prélèvement de la taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques et de sa composante carbone. Cette perte de revenu pourrait être contrebalancée par l'accroissement des autres sources de revenus fiscaux (par exemple de la TVA) ;
- la généralisation du véhicule électrique devrait enfin permettre de réduire les émissions polluantes des véhicules thermiques et les dépenses de santé associées.

Il existe également une forte incertitude relative au nombre de véhicules que nous produirons sur notre territoire et à la part de la valeur ajoutée des véhicules, en particulier liée à la batterie et aux logiciels de bord, qui sera captée par les pays européens.

La batterie : un segment de la valeur ajoutée qui pourrait être reconquis

Depuis l'invention de la batterie pour caméscope au début des années 1990, l'industrie asiatique, coréenne en particulier, est en pointe dans le développement des batteries au lithium. À la fin des années 2000, les États-Unis sous l'impulsion du DOE ont lancé d'importants programmes de recherche et ont créé de nombreuses

¹ Voir notamment Cambridge Econometrics (2018), « [Fueling Europe's Future, how the transition from oil strengthens the economy](#) », report for the European Climate Foundation.

² Voir notamment <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>.

³ L'assemblage se fait le plus souvent en Europe aujourd'hui.

startups. Pourtant, depuis 2016, ce sont les Coréens du Sud, LG Chem et Samsung notamment, qui ont franchi une nouvelle étape en mettant dans le commerce une nouvelle batterie au lithium (avec une électrode en Nickel Manganèse et Cobalt) produite à grande échelle et à bas coût : ces deux sociétés construisent donc des usines de production en Europe. Celle de LG Chem, qui devrait être pleinement opérationnelle à la fin de l'année 2018, se situe en Pologne, celle de Samsung en Hongrie.

Grâce à leur marché intérieur gigantesque, les constructeurs chinois BYD et CATL (qui compte pour clients Volkswagen, Ford, Daimler, mais aussi, plus récemment, Renault et Nissan) cherchent à accélérer leur croissance et sont en train d'installer de nouvelles usines de fabrication qui devraient leur permettre de vendre des batteries de type NMC à des coûts très bas.

Si, à moyen terme, l'Union européenne n'arrivait pas à produire ses propres batteries¹, cette situation la condamnerait pour chaque voiture à un coût d'importation non négligeable et à une dépendance vis-à-vis des pays qui contrôlent les matériaux nécessaires. Dès lors, son objectif pourrait consister à soutenir fortement la recherche et développement sur les prochaines générations de batteries, dans le cadre du programme Horizon 2020 ou de son successeur, en mobilisant les moyens alloués aux défis sociétaux ou technologies clés, voire dans le cadre d'une agence européenne d'innovation de rupture sans être trop prescriptif sur les technologies afin d'éviter des choix sous-optimaux. Elle pourrait ainsi explorer plusieurs pistes (notamment le sodium-ion, la batterie à électrolyte solide, etc.) et garder une solution de repli reposant sur une autre technologie (en misant par exemple sur le lithium ion phosphate de fer qui évite la dépendance au cobalt). La batterie lithium/air pourrait également constituer un axe important de la recherche : des avancées dans cette technologie (qui présente une densité énergétique nettement meilleure que les batteries actuelles) marqueraient en effet une révolution dans la mobilité électrique. La mise au point par le laboratoire d'Argonne et l'université de l'Illinois à Chicago d'une batterie lithium air qui garde ses performances sur plus de 700 cycles² va dans

¹ Voir *European battery cell R&I workshop Final report 12/02/2018*, European Commission, <https://h2020.org.tr/en/news/european-battery-cell-ri-workshop-summary-report> : « Indeed, as manufacturing capacity build-up for Li Ion is already ongoing in Asia particularly in China, it does not seem effective to spend significant efforts to establish a mass production chain in Europe on current Li Ion commercial technologies. Efforts for establishing manufacturing capacity in Europe should therefore primarily target Li Ion cells of [new generations of batteries] ».

² www.nature.com/articles/nature25984 et www.anl.gov/articles/out-thin-air?utm_source=Argonne+Advances&utm_campaign=31929e706d-Advances_External_2018_03&utm_medium=email&utm_term=0_fc4b7a30df-31929e706d-231000869.

le bon sens, même si la nature exacte des cycles effectués reste à préciser et si sa traduction industrielle demande au minimum une dizaine d'années.

Dans cette perspective, le Royaume-Uni a institué le *Faraday Battery Challenge* doté de 246 millions de livres sur quatre ans. Celui-ci vise à soutenir les trois phases de la R & D autour des batteries (recherche fondamentale, innovation et changement d'échelle) pour transformer efficacement la recherche en technologies commercialisables.

Dans ces conditions, le calcul de l'emploi résultant de l'évolution du secteur automobile d'ici 2030 va dépendre d'un grand nombre de paramètres. Il n'est donc pas étonnant, comme vont l'illustrer les paragraphes suivants, que les résultats soient différents selon les études effectuées.

3.2. Des résultats très différents suivant les études

Une étude récente de l'institut allemand IFO réalisée pour l'association des constructeurs automobiles allemands (Falk *et al.*, 2017)¹ à partir de la structure de production de 2015 et de statistiques détaillées de la production industrielle, estime qu'en Allemagne 600 000 emplois pourraient être directement concernés par le passage au véhicule électrique (426 000 dans l'industrie automobile et 130 000 dans les PME). Dans la même veine, au Royaume-Uni, la Société des constructeurs et vendeurs de moteurs estime que bannir les véhicules à combustion mettrait en péril une industrie qui représente 800 000 emplois (*The Guardian*, 2017)². Ces chiffres sont destinés à attirer l'attention des gouvernements des pays concernés sur l'intérêt de défendre le véhicule thermique : ils concernent cependant le total des emplois liés à la production des véhicules thermiques plus que le nombre d'emplois qui pourraient être perdus ou créés si le véhicule électrique se substituait au véhicule thermique.

Un grand nombre d'études sont pourtant optimistes. Ainsi, une étude de Weitzler *et al.* (2017)³ pour l'institut Fraunhofer, basée sur la littérature existante, conclut à un effet nul ou légèrement positif sur l'emploi en Europe, d'un passage au véhicule

¹ Falck O., Ebnet M., Koenen J., Dieler J. et Wackerbauer J. (2017), *op. Cit.*

² The Guardian (2017), « [Carmakers say fossil-fuel vehicle ban will dent industry and stall sales](#) », 26 juillet.

³ Wietschel M., Thielmann A., Plötz P., Gnann T., Sievers L., Breitschopf B., Doll C. et Moll C. (2017), « Perspektiven des Wirtschaftsstandorts Deutschland in Zeiten zunehmender Elektromobilität », *Working Paper Sustainability and Innovation*, n° S 09/2017, Fraunhofer, ISI.

électrique. Une étude de McKinsey¹ estime que le secteur des véhicules électriques aux Pays-Bas, qui représente actuellement 4 000 emplois, favorisera la création de près de 10 000 emplois dans les prochaines années. Une publication de *Transport et Environnement* (2017)² avance aussi un effet clairement positif (entre 7 000 et 19 000 emplois supplémentaires pour le Royaume-Uni³, 66 000 et 71 000 pour la France et 500 000 et 850 000 pour l'Union européenne) avec une augmentation de 1 % du PIB de l'UE (Harrison, 2014⁴, pour la European Climate Foundation⁵). Ces résultats sont du même ordre que ceux obtenus dans le rapport *Economic Impact Assessment of E-mobility* de l'IEA (2016)⁶. *Cambridge Econometrics* (2018)⁷ obtient même des chiffres plus élevés, avec plus d'un million d'emplois créés en Europe dans le cas d'un scénario avec 9.5 % de VE en 2020, 80 % en 2030, les 20 % restant correspondant à des véhicules hybrides.

D'autres études concluent à un effet positif sur l'emploi si le VE atteint une proportion importante des véhicules (voir tableau 7).

¹ McKinsey & Company (2016), *Accelerating the Energy Transition: Cost or Opportunity?, A thought starter for the Netherlands*.

² Transport & Environnement (2017), « [How will electric vehicle transition impact EU jobs?](#) », *Briefing*, septembre. Établie en 1990, T&E représente 53 organisations de 26 pays européens, essentiellement des groupes environnementaux et des lobbies travaillant pour le transport soutenable aux niveaux national, régional ou local.

³ Transport & Environnement (2017) a repris ces chiffres pour le Royaume-Uni de l'étude Cambridge Econometrics (2015), *Fueling Britain's Future*, report for the European Climate Foundation.

⁴ Harrison P. (2014), « Refueling EU future, how auto innovation leads to EU jobs », European Climate Foundation.

⁵ Organisation internationale qui promeut les politiques climatiques et énergétiques afin que l'Europe réduise significativement ses émissions de gaz à effet de serre et ait davantage de poids dans les négociations internationales.

⁶ IEA (2016), *IA-HEV-TCP Task 24: Economic Impact Assessment of E-mobility. Final Report*, Paris, International Energy Agency.

⁷ Cambridge Econometrics (2018), « [Fueling Europe's future, how the transition from oil strengthens the economy](#) », report for the European Climate Foundation.

Tableau 7 – Effet sur l’emploi d’un passage au véhicule électrique dans différentes études

Zone	Auteur (année)	Titre	Impact
Allemagne	Bundestag (2013)	<i>The Future of the Automotive Industry</i>	Mixed Depending on the growth of productivity versus the growth of value creation (assumed at 2,7% p.a. in Germany) ECVs impact on employment ranges from – 68,000 to 138,000 in 2030
EU	CE Delft (2012)	<i>Literature Review on Employment Impacts of GHG reduction policies for transport</i>	Positive This literature review reports that most studies find a positive impact of EVs on employment based on a simplified theory
EU	CE Delft (2013)	<i>Impact of Electric Vehicles</i>	Positive (but benefits to Hybrid/Fuel efficient market not necessarily pure EV) 110 000 new jobs created in the EU by 2030 in production and R&D
EU	Cambridge Econometrics Ricardo-AEA (2013)	<i>Economic Assessment of Low Carbon Economy</i>	Positive Tech 1 Scenario (5): European employment increase of 443,000 jobs; CPI Scenario (6): increase of 356,000 jobs BY 2050 jobs increase to 2.3m in all low-carbon scenarios examined
EU	EC (2011)	<i>Roadmap for moving to a Competitive Low Carbon Economy</i>	Positive Net job creation to be an increase of 0,7% (~1,5 million jobs) by 2020 jobs compared to BAU
Global	McKinsey & Company (2011)	<i>Boost</i>	Positive 420,000 additional FTEs in global powertrain. Employment shifts from industrialised to emerging countries
EU	Cambridge Econometrics et al. (2013)	<i>Fuelling Europe’s Future</i>	Positive Between 660,000 and 1.1m net jobs could be generated by 2030. This increases to between 1.9m and 2.3m by 2050

Source : FTI consulting, 2017, étude commandée par l’ACEA¹

¹ FTI Consulting (2017), *The impact of Electrically Chargeable Vehicles on the EU economy, A literature review and assessment*, Study prepared for ACEA, mars.

Deux études prennent cependant des hypothèses plus pessimistes et aboutissent logiquement à des effets plus mitigés sur l'emploi :

- l'un des scénarios présentés dans l'étude de Deloitte (2017)¹ considère les hypothèses suivantes. Les moteurs qualifiés d'alternatifs remplacent en Europe la technologie existante à hauteur de 36 % en 2025 et presque 100 % en 2030, et le *car sharing* réduit les ventes de tous les véhicules de 24 %. Un tel développement attire les géants des technologies de l'information et de la communication (TIC) et pas ou peu d'emplois sont créés dans les TIC chez les fabricants automobiles en Europe, qui voient alors leur emploi baisser de 24 %, ce qui correspond environ à une perte de 550 000 emplois en Europe dont 100 000 en France ;
- l'étude préparée pour le Bundestag (voir tableau 7) retient les hypothèses suivantes. Le VE n'a pas une valeur ajoutée supérieure au véhicule thermique et les producteurs allemands perdent des parts de marché (en faveur de la Chine notamment) suite à la concurrence accrue.

3.3. Le leadership français et européen sera déterminant

L'étude de FTI Consulting (2017)², commandée par l'ACEA et dont est issu le tableau précédent, précise bien que ces résultats sont très sensibles aux hypothèses faites sur l'intensité en travail. De ces travaux ressort néanmoins l'idée que l'emploi dans ce secteur dépendra pour la France, comme pour l'Europe, du leadership technologique qu'elle saura ou non développer dans la fabrication des véhicules électriques ainsi que de la valeur ajoutée de son économie dans les véhicules vendus aussi bien en Europe qu'à l'étranger, mais aussi de l'évolution des comportements et de l'usage de l'automobile.

Le risque principal serait que l'industrie du VE ne se développe pas en Europe (« effet Kodak »). En Inde, par exemple, le marché automobile est sujet à des mesures protectionnistes fortes mais la base industrielle permettant de développer une production de véhicules électriques n'existe pas pour le moment, ce qui fait craindre un fort impact négatif sur l'emploi et l'activité dans le secteur en cas de passage rapide à un marché tourné vers l'électrique et explique probablement la réticence du secteur automobile indien à s'engager trop rapidement dans le VE.

En Suède, le constructeur Volvo détenu par le géant automobile chinois Geely, propose déjà différents modèles hybrides qui fonctionnent largement à l'électricité et

¹ Deloitte (2017), *The Future of the Automotive Value Chain – 2025 and beyond*.

² FTI Consulting (2017), *op. cit.*

Håkan Samuelsson, le CEO de Volvo, a déclaré que toutes les nouvelles Volvo seront totalement ou partiellement électriques à partir de 2019. Cependant, l'un des nouveaux modèles électriques de la marque Volvo, la Polestar¹, devrait être fabriqué en Chine et vendu en Europe.

Conclusion : la nécessité d'une politique industrielle en faveur du véhicule électrique

Quel que soit le nombre de véhicules électriques, VEB ou VHR, vendus en France et dans le monde, en 2040, il est probable que le parc automobile correspondant représentera des dizaines de millions de véhicules en 2030 et un marché de plusieurs dizaines de milliards de dollars chaque année. L'industrie automobile européenne maîtrise parfaitement la technologie des moteurs thermiques et pourrait donc perdre un certain nombre d'emplois dans cette évolution, encore que les nombreuses études européennes menées sur ce thème diffèrent dans leurs résultats et vont plutôt dans un sens positif.

L'enjeu essentiel ne réside cependant pas tant dans le fait de savoir si les nouveaux emplois créés dans la fabrication des véhicules électriques compenseront ou non à quelques milliers d'unités près ceux perdus dans les chaînes d'assemblage historiques que dans la capacité de l'industrie automobile française et européenne à se saisir de cette nouvelle opportunité que va désormais représenter le véhicule électrique et à être présente sur ce nouveau marché. Les emplois dépendront en effet principalement des parts de marché et de la valeur ajoutée que les industries françaises et européennes sauront conquérir, notamment face à leurs concurrents asiatiques qui maîtrisent la technologie de la batterie et qui produisent, dès aujourd'hui, plus de 50 % des véhicules particuliers électriques et la majorité, sinon la quasi-totalité des bus électriques, des voiturettes électriques et des vélos électriques.

Ainsi que la stratégie anglaise (mais aussi les stratégies chinoise et allemande) nous le montre, le développement de la filière automobile et de ses emplois, en France et en Europe, passe donc par des mesures de politique industrielle en faveur du développement du véhicule électrique et de politiques transversales de recherche, et notamment par :

- un effort conséquent de R & D, en particulier dans le domaine des batteries, des nouveaux matériaux, du numérique et du recyclage, de manière à rendre le véhicule électrique plus performant et moins coûteux ;

¹ <https://electrek.co/2017/11/24/volvo-polestar-electric-car-brand-construction-factory-china/>.

- le développement des formations continues et initiales pour développer les nouvelles compétences dont l'industrie automobile aura besoin, notamment dans l'électronique, la mécatronique, le numérique, la gestion de la haute tension, les nouveaux matériaux ;
- une aide publique dans sa phase de démarrage, au développement du véhicule électrique (aides à l'achat, aides à l'installation des points de recharge) afin que les constructeurs puissent bénéficier d'un marché suffisant pour pouvoir continuer à innover.

Le discours du président de la République à la Sorbonne sur l'Union européenne proposait « la mise en place d'un programme industriel européen de soutien aux véhicules propres et de déploiement d'infrastructures communes afin qu'il soit possible de traverser l'Europe sans l'abîmer¹ ». Un tel programme pourrait donc comporter deux volets : un volet « offre » visant en particulier la R & D ainsi que la formation, dans le domaine de la fabrication des VE, et un volet « demande » incitant à l'achat des VE.

Le discours de la Sorbonne évoquait également l'instauration d'une taxe carbone conséquente en Europe et à la frontière : elle permettrait d'éviter les fuites de carbone qui rendent inopérantes les contraintes d'émissions fixées localement et de conserver sur les territoires où l'électricité est déjà décarbonée français et européens une plus grande part de la valeur ajoutée dans la fabrication des véhicules de demain, sans qu'une telle mesure, justifiée par son efficacité environnementale, puisse être considérée comme protectionniste. Cette taxe pourrait cependant conduire à l'augmentation du prix de certains biens intermédiaires.[^]

¹ Voir le verbatim du discours [sur le site de l'Élysée](#).



ANNEXES



ANNEXE 1

LETTRÉ DE MISSION



MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Le Ministre d'Etat

*La ministre chargée des transports
auprès du ministre d'Etat*

Paris, le 7 décembre 2017

Monsieur le Commissaire Général,

Le plan Climat prévoit de mettre fin à la vente de voitures émettrices de gaz à effet de serre d'ici 2040. Au niveau international, plusieurs pays (Royaume-Uni, Pays-Bas, Chine, Inde,...) ont pris des engagements similaires à des échéances entre 2025 à 2040. A plus court terme, la Commission européenne doit réviser la directive sur les émissions des véhicules et fixer des objectifs révisés et ambitieux.

Il est difficile d'identifier avec certitude les technologies qui permettront un développement de masse du véhicule propre et le remplacement à moyen terme des véhicules thermiques. Le Gouvernement a donc lancé un groupe de travail sur « l'objectif 2040 » afin d'analyser les trajectoires d'évolution sur les différentes filières et trouver les leviers permettant d'accélérer la transition du parc français et dynamiser l'industrie nationale.

Dans ce cadre, il est nécessaire d'étudier et de s'inspirer des politiques publiques qui ont été mises en œuvre, ou sont en cours de déploiement dans les autres pays du monde et notamment chez nos voisins. Les nouvelles motorisations, électriques, gaz ou hydrogène, ont des impacts sur les usages, les infrastructures, les réseaux énergétiques, les coûts d'utilisation, et ces effets peuvent être exacerbés ou atténués par les incitations et réglementations mis en place. Les retours d'expériences sont utiles pour mettre en place la meilleure régulation et choisir la meilleure option.

Dans ce contexte, nous souhaitons que vous réalisiez une étude de parangonnage de plusieurs pays engagés dans une politique de transition vers un véhicule propre à moyen terme et des options technologiques qu'ils retiennent.

Monsieur Michel YAHIEL
Commissaire général de France Stratégie
18, rue de Martignac
75007 PARIS

Le Gouvernement est particulièrement intéressé par les points suivants :

- Incitations, réglementaires et fiscales, mises en place en faveur des différents types de motorisation ;
- Réglementation et soutien mis en œuvre en faveur du déploiement d'infrastructures dédiées aux nouvelles motorisations ;
- Choix technologique retenu par chaque pays dans le cadre de sa stratégie nationale, et notamment relatif à l'électrification totale des véhicules ;
- Traitement de la question sociale et industrielle relative au changement dans les modes de production des véhicules et dans l'accompagnement des filières.

Vous nous remettrez vos conclusions avant le 31 mars 2018.

Nos services se tiendront à votre disposition pour vous appuyer dans cet exercice.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur le Commissaire Général, l'expression de notre considération distinguée.



Nicolas HULOT



Elisabeth BORNE



ANNEXE 2

ÉMISSIONS DES VÉHICULES HYBRIDES RECHARGEABLES

Le tableau page suivante donne le résultat des mesures effectuées par les Pays-Bas sur les émissions de CO₂ des différents modèles de véhicules hybrides rechargeables en circulation dans leur pays. Il montre la forte différence qui existe entre les émissions de CO₂ mesurées lors de l'approbation du modèle et celles constatées dans la vie courante : 38 gCO₂/km lors des tests, 96 en réel. Cette différence s'accroît avec le temps dans la mesure où les modèles les plus récents ont une plage électrique plus faible : 42 gCO₂/km lors des tests contre 124 en réel en 2015. Ces mesures ont de plus montré que, parmi la population des conducteurs de VHR, 50 % des meilleurs roulaient en moyenne 50 % de leur temps en électrique et émettaient ainsi en moyenne 25 gCO₂/km de moins que l'ensemble des conducteurs.

Seule la BMW i3 avec un prolongateur d'autonomie présente des émissions inférieures à 30 gCO₂/km dans la mesure où la limitation du réservoir à essence conduit à un fonctionnement principalement en mode électrique.

Émissions de CO₂ des VHR lors des tests d'homologation et en réel

Type de véhicule	Emissions de CO ₂ g/km		Emissions réelles de CO ₂ g/km			
	Essais homologation		2013	2014	2015	Q1 2016
Opel Ampera	Moyenne 100%	27	84	85	88	88
	50% les meilleurs	27	62	58	61	62
Chevrolet Volt	Moyenne 100%	27	92	89	94	91
	50% les meilleurs	27	64	59	64	63
Toyota Prius plug-in	Moyenne 100%	49	101	100	102	101
	50% les meilleurs	49	88 8è		88	86
Volvo V60 PHEV	Moyenne 100%	48	128	127	129	125
	50% les meilleurs	48	104	104	106	101
Mitsubishi Outlander PHEV	Moyenne 100%	44	155	135	139	135
	50% les meilleurs	44	121	106	108	103
Audi e-tron	Moyenne 100%	37-39			118	117
	50% les meilleurs	37-39			92	91
VW Golf GTE	Moyenne 100%	35-37			122	118
	50% les meilleurs	35-37			94	91
Ford C-Max plug-in hybride	Moyenne 100%	46			114	119
	50% les meilleurs	46			86	97
Mercedes-Benz C350 e	Moyenne 100%	48-55			149	143
	50% les meilleurs	48-55			126	114
VW Passat GTE	Moyenne 100%	37-39			127	121
	50% les meilleurs	37-39			100	95
BMW i3	Moyenne 100%	13		21	27	28
	50% les meilleurs	13		14	14	16
Moyenne globale						
	Essais homologation		38	41	42	42
	Moyenne 100%		96	115	124	123
	50% les meilleurs		74	91	98	95

Source : Monitoring van plug-in hybride voertuigen (PHEVs) april 2012 t/m maart 2016, TNO-rapport, 22 augustus 2016¹

1 www.parlementairemonitor.nl/9353000/1/j9vvij5epmj1ey0/vke4c26zgdz0.



ANNEXE 3

L'ACCORD SECTORIEL BRITANNIQUE SUR L'AUTOMOBILE

Dans la lignée de la stratégie industrielle parue le 27 novembre 2017, le gouvernement britannique a publié le 10 janvier les détails de l'accord sectoriel sur l'automobile. Il répond ainsi à deux grands enjeux majeurs présentés dans la stratégie industrielle : la croissance verte et la mobilité du futur. Cet accord structure des annonces déjà présentes dans le projet de Loi de finances 2018 et dans la stratégie industrielle en détaillant certains investissements. Il précise également la gouvernance autour de l'Automotive Council qui sera chargé de réaliser chaque trimestre une revue des progrès face aux objectifs. Si l'industrie est souvent évoquée et présentée comme un acteur crucial, peu d'exemples concrets sont mis en avant pour matérialiser le rôle qu'elle va jouer.

Un accord basé sur le renforcement d'une *supply chain* britannique

Le secteur automobile représente 390 000 emplois au Royaume-Uni et une production de 1,7 million de voitures et 2,5 millions de moteurs à combustion interne en 2016. Les exportations atteignent 40 milliards de livres (MdB) en 2016 dont 50 % vers l'Union européenne. L'automobile fait partie des secteurs clés du gouvernement pour atteindre l'objectif d'augmenter les dépenses en R & D à 2,4 % du PIB en 2027. En 2016, les dépenses en R & D dans l'automobile ont atteint 3,4 MdB soit 20 % de plus que l'année précédente. L'accord reprend la décision du gouvernement d'investir 225 millions de livres (M£) dans la R & D entre 2023 et 2026 avec une participation équivalente de financement privé.

En parallèle, l'accord insiste sur la problématique de la *supply chain*. Il met en avant le travail réalisé pour augmenter la part nationale de 36 % en 2011 à 44 % en 2016 et fixe l'objectif d'atteindre 50 % en 2022 (la France et l'Allemagne sont autour de 60 %). Une étude de l'Automotive Council en mars 2015 a ainsi identifié 4 MdB

additionnels par an de composants que les constructeurs au Royaume-Uni pourraient envisager d'acheter auprès d'équipementiers *Tier one* britanniques si ceux-ci étaient suffisamment compétitifs. Dans ce cadre, l'accord souhaite renforcer la compétitivité à long terme de la chaîne d'approvisionnement à travers des formations sur mesure et une simplification des processus. Le gouvernement va financer à hauteur de 16 M£ un programme national d'amélioration de la productivité et de la compétitivité des fournisseurs, assorti d'un financement privé égal.

Un soutien aux véhicules électriques dans le cadre de la croissance verte

En outre, l'accord sectoriel insiste sur la volonté du gouvernement d'accélérer la transition vers les voitures à zéro émission et reprend plusieurs mesures lancées en 2017 en les précisant. En effet, le gouvernement s'est engagé à ne plus vendre de voitures essence et diesel d'ici 2040. Une revue a été menée par Richard Parry-Jones sur ce thème qui est à l'origine de la création du *Faraday Battery Challenge* doté de 246 M£ sur quatre ans. Celui-ci vise à soutenir les trois phases de la R & D autour des batteries (recherche fondamentale, innovation et changement d'échelle) pour transformer efficacement la recherche en technologies commercialisables. Ainsi, deux nouveaux centres nationaux ont été créés :

- l'Institut Faraday doté de 78 M£ et annoncé le 2 octobre 2017 pour réunir l'expertise de sept universités, de partenaires industriels et d'institutions académiques afin d'accélérer la recherche fondamentale sur les technologies de batterie ;
- le National Battery Manufacturing Development Facility : 80 M£ investis dans ce centre indépendant chargé d'amener les technologies les plus prometteuses du développement à la production. Il fournira également un soutien à la formation et au développement des compétences.

Enfin, le programme *Faraday Battery Challenge Innovate UK* est doté de 88 M£ tirés de l'Industrial Strategy Challenge Fund dont 40 M£ ont déjà été attribués à 27 projets innovants réunissant 66 organisations. Ceux-ci visent à améliorer les techniques de production, la performance opérationnelle ou les méthodes de recyclage des batteries.

Plus globalement, en 2013 a été lancé l'Advanced Propulsion Centre, un hub de coordination pour soutenir les technologies bas carbone (développement et commercialisation). Il est doté de 1 Md£ sur dix ans, répartis également entre le public et le privé. Plusieurs compétitions pour financer des projets ont été lancées dont APC8 en août 2017 pour laquelle trois projets de Ford, GKN et Jaguar Land Rover ont gagné.

Le gouvernement avait également annoncé d'autres initiatives pour soutenir les voitures électriques lors du projet de loi de finances qui sont reprises dans cet accord : un investissement de 200 M£ dans les infrastructures de chargement (soutenu par 200 M£ de financements privés), 100 M£ pour une subvention à l'achat, 40 M£ pour des projets de nouvelle technologie de chargement et 200 M£ pour soutenir la R & D de l'Office for Low Emission Vehicles. Le gouvernement central s'engage également à équiper sa flotte de 25 % de voitures à très faibles émissions d'ici 2022.

Une volonté de se positionner sur les voitures autonomes

Enfin, cet accord souhaite créer un environnement favorable pour positionner le Royaume-Uni sur un enjeu technologique majeur : le futur de la mobilité autour des voitures autonomes et connectées (VAC). L'ambition du Royaume-Uni est d'avoir des voitures autonomes sur les routes d'ici 2021 en s'appuyant sur un cadre réglementaire ouvert pour permettre les tests de voitures autonomes sans un opérateur humain. Le gouvernement va investir dans ce but 250 M£ d'ici 2021 dont 150 M£ en R & D collaborative (56 M£ ont déjà été investis par le secteur privé dans ce sens) et 100 M£ pour développer des infrastructures de test, également soutenus par 100 M£ de l'industrie dans ce sens. Tout ce travail se structure autour de la marque Meridian dans le cadre d'un cluster allant du bassin automobile historique des West Midlands aux centres d'innovation autour d'Oxford – Milton Keynes et Cambridge. Le but est également de réunir les industries adjacentes de la Fintech, de l'intelligence artificielle et de l'assurance.

L'accord sectoriel vient ainsi détailler les mesures dans le secteur automobile autour des cinq fondements de la productivité et des enjeux technologiques définis dans la stratégie industrielle. Toutefois, une partie de l'accord consiste à agréger des mesures existantes. Par ailleurs, le rôle du gouvernement doit être précisé puisque la plupart des collaborations annoncées impliquent des investissements de la part de l'industrie dont les conditions ne sont pas explicitées. Enfin, de même que pour la stratégie industrielle, l'impact du Brexit n'est que très peu évoqué. Au vu de l'interdépendance des chaînes de valeur et d'approvisionnement, il est pourtant légitime de penser que cet impact pourrait être significatif. La question du contenu national est de fait cruciale dans le cadre des négociations sur le futur accord de libre-échange.



ANNEXE 4

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ACEA	Association européenne des constructeurs automobiles
AIE	Agence internationale de l'énergie
CAFE	<i>Corporate Average Fuel Economy standards</i>
CCS	<i>Combined charging system</i>
GES	Gaz à effet de serre
GNL	Gaz naturel liquéfié
ICCT	International Council on Clean Transportation
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
IEA	International Energy Agency
MIIT	Ministère chinois de l'Industrie et des technologies de l'Information
ONG	Organisation non gouvernementale
PL	Poids lourd
TICPE	Taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques
VE	Véhicule électrique
VEB	Véhicule électrique à batterie
VEH ₂	Véhicule électrique à hydrogène
VHE	Véhicule hybride électrique
VHNR	Véhicule hybride non rechargeable
VHR	Véhicule hybride rechargeable
Vth	Véhicule thermique
VUL	Véhicule utilitaire léger
ZCR	Zone à circulation restreinte



TÉLÉCHARGEZ LE RAPPORT
"LES POLITIQUES PUBLIQUES EN FAVEUR DES VÉHICULES
À TRÈS FAIBLES ÉMISSIONS"

LA NOTE DE SYNTHÈSE
"PANORAMA DES POLITIQUES PUBLIQUES EN FAVEUR DES VÉHICULES
À TRÈS FAIBLES ÉMISSIONS"

RETROUVEZ
LES DERNIÈRES ACTUALITÉS
DE FRANCE STRATÉGIE SUR :



www.strategie.gouv.fr



[francestrategie](https://www.facebook.com/francestrategie)



[@Strategie_Gouv](https://twitter.com/Strategie_Gouv)

Ce rapport est publié sous la responsabilité éditoriale du commissaire général de France Stratégie. Les opinions exprimées engagent leurs auteurs et n'ont pas vocation à refléter la position du gouvernement.



FRANCE STRATÉGIE



France Stratégie est un organisme d'études et de prospective, d'évaluation des politiques publiques et de propositions placé auprès du Premier ministre. Lieu de débat et de concertation, France Stratégie s'attache à dialoguer avec les partenaires sociaux et la société civile pour enrichir ses analyses et affiner ses propositions. Elle donne à ses travaux une perspective européenne et internationale et prend en compte leur dimension territoriale.