



## Note de conjoncture

# SUR LA PISTE DU VÉHICULE ÉLECTRIQUE



De la France à la Chine, en passant par l'Union Européenne, nombreuses ont été les annonces politiques ces derniers mois affichant la volonté d'interdire la vente de véhicules thermiques – voire même leur circulation – à des horizons plus ou moins proches. A cette occasion, l'OIE dresse l'état des lieux d'un marché qui pourrait représenter le futur de la mobilité propre, le marché des véhicules électriques.



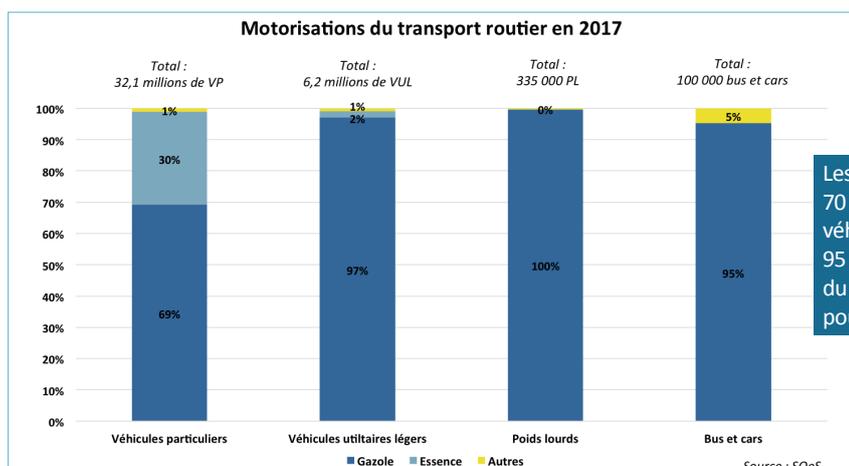
# SYNTHESE

- Le secteur du transport en France consomme presque exclusivement des carburants pétroliers, notamment du diesel. Le diesel représente 70 % du marché des véhicules particuliers et motorise la quasi-totalité des autres véhicules du transport routier.
- Depuis quelques années, deux tendances peuvent cependant être observées dans les ventes de véhicules particuliers neufs en France : l'érosion des ventes de véhicules diesel et l'émergence de motorisations alternatives. Ces deux phénomènes sont directement corrélés aux préoccupations croissantes de la société sur les enjeux climatiques et environnementaux.
- Parmi les solutions de mobilité propre, le véhicule électrique connaît actuellement une accélération importante. Si en France, le parc de véhicules particuliers électriques se composait au 1<sup>er</sup> octobre 2017 de 85 000 véhicules (à peine 0,3 % du parc total) les ventes de véhicules électriques neufs sont en constante augmentation.
- A l'image de Volvo, de très nombreux constructeurs automobiles ont annoncé que la place occupée par les véhicules électriques dans leur gamme serait de plus en plus importante.
- Différents facteurs clés peuvent déjà être identifiés comme des défis pour le développement de l'électromobilité : les enjeux techniques, économiques et environnementaux autour des batteries, la trajectoire de déploiement des infrastructures de recharge ou l'avènement des véhicules autonomes.



# ÉTAT DES LIEUX DU TRANSPORT ROUTIER

Le parc de véhicules routiers en France se compose presque exclusivement de véhicules consommant des carburants fossiles :

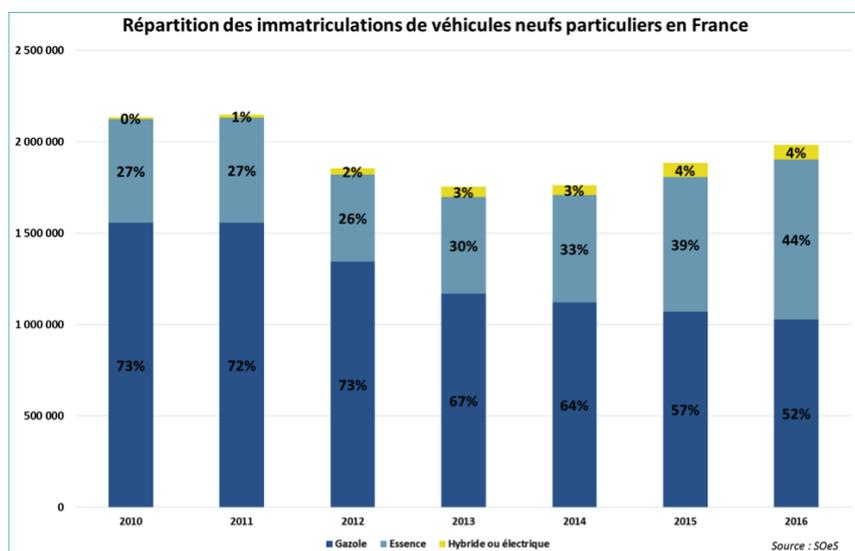


Les moteurs diesel représentent 70 % des motorisations des véhicules particuliers et plus de 95 % dans les autres segments du transport routier, notamment pour des raisons de coûts.

Conséquences directes des préoccupations climatiques et de santé publique actuelles, les technologies alternatives (électricité, hydrogène, GNV...) occupent une place de plus en plus importante dans les débats entourant le futur de la mobilité. A la lumière de l'analyse des immatriculations de véhicules particuliers neufs, deux nouvelles tendances viennent confirmer l'émergence de ces sujets.

**L'érosion de la diesélisation du parc :** les inquiétudes croissantes liées à la pollution de l'air, qui se sont matérialisées à travers le scandale des moteurs truqués, ainsi que la fin annoncée de la fiscalité avantageuse pour le diesel par rapport à l'essence, sont des facteurs ayant conduit à la baisse de la part relative du diesel dans les ventes de véhicules particuliers neufs en France.

**L'essor des motorisations alternatives :** autrefois cantonnés à des marchés très confidentiels, les véhicules particuliers hybrides (consommation mixte carburant fossile / électricité) et électriques font dorénavant leur apparition dans les gammes des constructeurs automobiles.



Chaque année en France, 2 millions de véhicules particuliers neufs sont vendus en moyenne. La part du gazole est passée entre 2010 et 2016 de 73 % à 52 %. Les motorisations alternatives équipent maintenant 4 % des véhicules neufs, alors qu'elles étaient quasi inexistantes en 2010.

## Hydrogène, batterie, hybride... de quoi parle-t-on ?

**Véhicule hybride et hybride rechargeable :** L'architecture la plus commune des voitures hybrides est l'association d'un moteur essence et d'un moteur électrique. La part d'utilisation du moteur thermique dépend des caractéristiques techniques de la batterie électrique. Ce véhicule vient se remplir à la pompe à essence. Un véhicule hybride rechargeable offre de plus la possibilité de recharger la batterie sur le réseau électrique.

**Véhicule hydrogène (ou véhicule électrique à pile à combustible) :** Ces véhicules sont propulsés par un moteur électrique. Embarquée dans le véhicule, c'est la pile à combustible, alimentée par de l'hydrogène et de l'oxygène, qui permet de produire l'électricité alimentant le moteur. Ces véhicules viennent donc se recharger sur des stations hydrogène.

**Véhicule électrique :** Le véhicule électrique possède une batterie électrochimique qui vient alimenter un moteur électrique. Cette batterie vient se recharger en se branchant sur le réseau électrique. C'est principalement ce type de véhicule qui sera évoqué dans cette note.

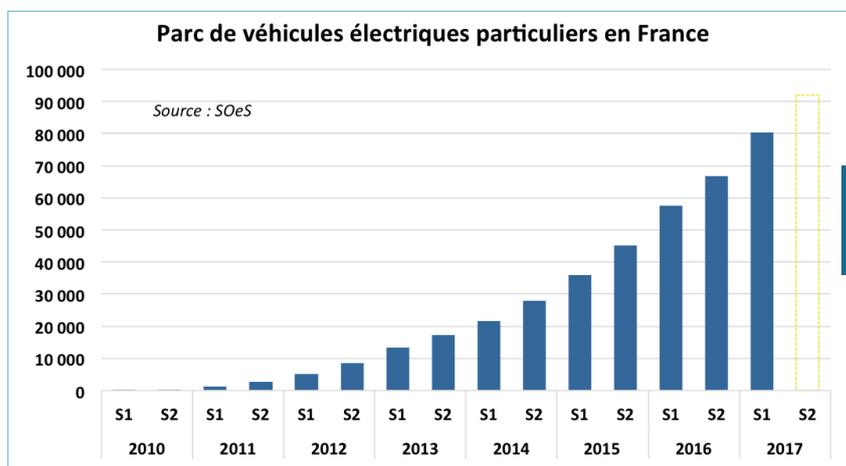


## VEHICULE ELECTRIQUE : DECOLLAGE EN VUE

Les ventes de véhicules particuliers électriques connaissent depuis quelques années une croissance remarquable. Si les parts de marché sur l'ensemble

des ventes demeurent faibles et devraient représenter un peu plus de 1 % des ventes en 2017, les nécessités environnementales et les progrès

techniques réalisés laissent entrevoir un fort développement de la mobilité électrique pour les années à venir.



Au 1<sup>er</sup> octobre 2017, le parc de véhicules particuliers électriques comptait 85 000 véhicules.

La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie a fixé un point de passage ambitieux quant au parc de véhicules électriques sur le territoire: « **L'objectif de développement de l'électromobilité pour les véhicules particuliers et utilitaires légers de moins d'une tonne de charge utile est de 2 400 000 véhicules électriques ou hybrides rechargeables en 2023** »<sup>1</sup>.

De nombreux constructeurs ont annoncé le développement d'une large gamme de véhicules électriques : Volvo a par exemple expliqué cette année que l'ensemble des véhicules qu'il produira possèdera

un moteur électrique à partir de 2019. De son côté, Volkswagen a annoncé que 25 % de ses ventes en 2025 seraient des véhicules électriques.

Le marché encore non mature de l'électromobilité rend difficile l'exercice des projections de ventes sur les prochaines années. Les grands déterminants du développement du véhicule électrique sont toutefois déjà identifiés.

### Transport routier et électromobilité : où en est-on sur les autres segments ?

La mobilité électrique progresse également sur d'autres fronts : au 1<sup>er</sup> octobre 2017, on dénombrait ainsi 30 000 véhicules utilitaires légers électriques. Un total qui reste faible au regard du parc total de 6,2 millions de VUL, mais qui progresse rapidement.

Les constructeurs travaillent également sur des prototypes de camions électriques : Mercedes a ainsi présenté un poids lourd électrique fin 2016, qu'il teste cette année sur les routes du monde entier.

## LES GRANDS DEFIS DE LA MOBILITE ELECTRIQUE

Alors que le marché du véhicule électrique est en train de décoller, il est déjà possible de pointer des défis auxquels l'électromobilité devra faire face lors des prochaines années : **l'évolution des batteries des véhicules, le déploiement des infrastructures de recharge et l'apparition de la conduite autonome.**

### Quel avenir pour les batteries ?

Les batteries sont actuellement au cœur des enjeux techniques, économiques et environnementaux de la mobilité électrique.

**Sur le plan technique, l'autonomie des batteries concentre la plupart des efforts de recherche et développement.** Les progrès réalisés ces dernières

années laissent augurer un avenir prometteur pour le rayon d'action des véhicules électriques. Tesla, à travers des modèles haut de gamme, affiche déjà des autonomies de l'ordre de 600km. La nouvelle version de la Renault Zoé, modèle électrique le plus vendu en France, a de son côté doublé son autonomie par rapport à la précédente version (de 200 à 400 km). Cette autonomie est à mettre en regard des besoins de mobilité quotidienne, qui n'excèdent que rarement quelques dizaines de kilomètres.

Des constructeurs aux instituts de recherche, de nombreux acteurs mènent actuellement des travaux pour accroître l'autonomie de ces batteries. Des chercheurs du Fraunhofer Institute

travaillent ainsi sur un nouveau design des batteries des véhicules électriques : en repensant la façon dont les cellules de la batterie sont structurées entre elles, **ces scientifiques espèrent pouvoir atteindre une autonomie de 1 000 km pour une batterie d'ici l'année 2020**<sup>2</sup>.

**L'économie des batteries est également un enjeu majeur de la mobilité électrique.** Si le véhicule électrique peut devenir rentable à l'usage (un plein d'électricité étant moins cher qu'un plein de carburant, le véhicule électrique est d'autant plus rentable que son kilométrage est important), une limite importante de son déploiement reste le surcoût à l'achat par rapport à un véhicule thermique, qui est principalement lié au coût de la batterie.

1. Décret n° 20161442 du 27 octobre 2016 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie, article 6

2. Fraunhofer Institute, projet Embatt, 2017-2020



À l'image d'autres filières en pleine rupture technologique comme le photovoltaïque, le coût de production de la capacité de stockage des batteries a vertigineusement diminué ces dernières années. Une étude menée par McKinsey estime ainsi que ces coûts ont chuté de 1 000 \$/kWh en 2010 à 350 \$/kWh en 2015<sup>3</sup>. **Cette baisse devrait se poursuivre lors de la décennie à venir, la même étude estimant que l'on devrait descendre en-dessous des 100 \$/kWh à l'horizon 2025.**

Mises en place par Tesla, les « Gigafactories » devraient permettre de réaliser des économies d'échelle fortes qui contribueront à ces réductions de coûts<sup>4</sup>. Vice-président de la Commission Européenne, Maroš Šefčovič a de son côté plaidé pour la mise en place d'un « Airbus des batteries », un consortium qui pourrait permettre à l'Europe de venir concurrencer les plus grandes puissances économiques mondiales sur le terrain de la fabrication de batteries.

**Enfin, un enjeu essentiel des batteries réside dans la gestion de leur fin de vie.** Le recyclage des batteries est notamment un sujet qui peut avoir des conséquences environnementales fortes s'il n'est pas regardé avec attention. Des modèles d'affaire différents vont émerger lors des prochaines années : les batteries peuvent par exemple avoir une deuxième vie au sein du système électrique. D'une durée de vie moyenne de 8 ans dans un véhicule électrique, une batterie peut-être réutilisée pour de nouvelles applications.

La filière du recyclage des batteries en est encore à ses débuts. L'Union Européenne a cependant pris les devants et publié une directive qui devrait permettre de structurer le développement de la filière recyclage, en désignant le producteur des batteries comme responsable du recyclage des batteries en fin de vie<sup>5</sup>.

### **Bornes de recharge, la nécessité d'une cohérence**

Le développement à grande échelle des véhicules électriques en France nécessite le déploiement d'un réseau d'infrastructures de recharge adéquat. Ces infrastructures doivent permettre de satisfaire les besoins des usagers, que ce soit leurs besoins de recharge liés aux déplacements quotidiens ou ceux associés aux déplacements longue distance. **Le développement de l'électromobilité sera donc directement corrélé à la satisfaction de ces besoins par un déploiement cohérent de bornes de recharge ouvertes au public**, à la fois pour les usagers ne disposant pas de point de charge privé et pour les besoins des trajets couvrant une grande distance.

Il est généralement admis qu'il faut 2 points de charge publics pour 10 véhicules électriques. Le parc de véhicules électriques français s'élevant à près de 115 000 unités (85 000 VP et 30 000 VUL) pour près de 20 000 points de charges ouverts au public<sup>6</sup>, on constate un léger sous-équipement du territoire national en points de charge accessibles au public (1,7 point de charge

public pour 10 véhicules en circulation).

L'augmentation à venir du parc de véhicules électriques demande surtout d'anticiper le déploiement des bornes de recharge publiques. **Le développement des IRVE ouvertes au public doit répondre aux besoins des usagers, à la fois en termes quantitatifs, en termes de localisation géographique et en termes de puissance de recharge<sup>7</sup>.**

### **Conduite autonome, le game changer**

Une rupture décisive pourrait enfin donner un coup d'accélérateur définitif à la maturité de l'électromobilité : l'avènement du véhicule autonome. **Si des défis réglementaires et éthiques restent encore à relever pour la conduite autonome, les progrès techniques réalisés par les constructeurs automobile et les géants du numérique sont fulgurants**, à tel point que les véhicules autonomes ont déjà parcouru plusieurs millions de kilomètres aux Etats-Unis.

En France, l'Institut pour la Transition Énergétique Vedecom mène en parallèle des projets de recherche sur l'électrification des véhicules et la délégation de conduite. **Au vu des synergies profondes existant entre mobilité électrique et autonome<sup>8</sup>, il apparaît que le développement du véhicule autonome pourrait devenir un catalyseur majeur dans le déploiement du véhicule électrique.**

## CONCLUSION

Le secteur des transports demeure actuellement très étroitement associé à la consommation de carburants pétroliers. En lien avec la place croissante qu'occupent dans le débat public les sujets liés au réchauffement climatique et à la pollution atmosphérique, les motorisations alternatives sont amenées à se développer de façon importante lors des années à venir.

La mobilité électrique pourrait rapidement devenir un levier majeur de la mise en œuvre de la transition énergétique dans les transports. Si le marché du véhicule électrique est encore peu développé, les évolutions technologiques en cours pourraient être à l'origine d'un essor massif de l'électromobilité. Des progrès effectués sur les batteries à l'apparition de la conduite autonome, en passant par

le développement des infrastructures de recharge, ce sont autant de facteurs, à des échelles de temps pouvant être très courtes, qui rythmeront la vitesse de déploiement des véhicules électriques sur le territoire.

3. McKinsey, *An integrated perspective on the future of mobility*, Octobre 2016

4. Construite dans le Nevada, la première de ces immenses installations a commencé à produire des batteries en février 2017. Tesla espère diminuer le coût des batteries de 30 % grâce à ces usines.

5. Directive n° 2006/66/CE du 06/09/06 relative aux piles et accumulateurs ainsi qu'aux déchets de piles et d'accumulateurs et abrogeant la directive 91/157/CEE

6. GIREVE

7. OIE, *Les enjeux de l'intégration des véhicules électriques dans le système électrique*, Septembre 2017

8. OIE, *Électricité et autonomie, la mobilité du futur ?*, Septembre 2016



## Annexes

Votée en 2015, la Loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte (LTECV) a permis de fixer des grands objectifs énergétiques à l'horizon 2030, au premier rang desquels figurent la réduction de la consommation d'énergie finale, la réduction de la consommation primaire d'énergies fossiles, la lutte contre le réchauffement climatique et l'amélioration de la qualité de l'air.

Au regard de ces grands enjeux et du poids qu'y représente le secteur des transports, la mobilité électrique semble pouvoir apporter des réponses concrètes pour chacun d'eux.

### Réduction de la consommation d'énergie finale

Objectif LTECV

**-20 %**

de consommation d'énergie finale entre 2012 et 2030

Le transport dans la consommation d'énergie finale en France



Le secteur du transport a une consommation totale de 50 Mtep, soit un tiers de la consommation nationale. A lui seul, le transport individuel de voyageurs représente une consommation de 25 Mtep<sup>9</sup>.

Un véhicule électrique consomme en moyenne 20 kWh / 100km<sup>10</sup>. On retient une hypothèse moyenne de consommation unitaire de 6L / 100km pour les véhicules thermiques (correspondant à 60 kWh / 100km).

→ La réduction de la consommation d'énergie finale observée pour le remplacement d'un véhicule thermique par un véhicule électrique serait de l'ordre de deux tiers.

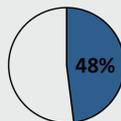
### Réduction de la consommation primaire d'énergies fossiles

Objectif LTECV

**-30 %**

de consommation primaire d'énergies fossiles entre 2012 et 2030

Le transport dans la consommation d'énergies fossiles en France



Le secteur du transport consomme 45 Mtep de produits pétroliers, soit près de la moitié de la consommation nationale de produits fossiles. La très grande majorité des 25 Mtep du transport individuel de voyageurs sont des carburants fossiles.

L'électricité en France est produite à 95 % à partir d'énergies décarbonées (nucléaire et énergies renouvelables).

→ La réduction de la consommation primaire d'énergies fossiles associée à la substitution de l'essence et du gazole par l'électricité serait donc particulièrement efficace au regard de l'objectif climatique.

9. CGDD, Les comptes des transports en 2016, Juillet 2017

10. European Commission, Individual mobility : from conventional to electric cars, 2015



## Réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)

### Objectif LTECV

**-40 %**

d'émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2030

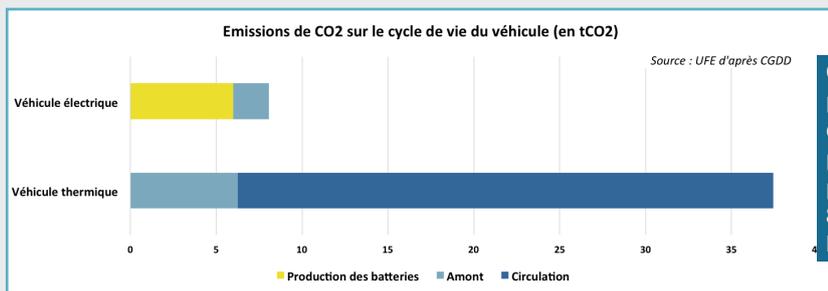
### Le transport dans les émissions de GES en France



En 2016, le transport a émis 133 MtCO<sub>2</sub>eq de GES<sup>11</sup>, soit plus de 30 % des émissions nationales. Plus de la moitié des émissions de GES du transport est due à la circulation des véhicules particuliers, qui émettent du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

Comme expliqué dans un rapport du CGDD paru en 2017 sur l'analyse coûts / bénéfices des véhicules électriques, trois sources d'émissions de GES sont identifiées : la production des batteries, la phase amont (extraction, transport et raffinage du carburant, production de l'électricité) et la phase de circulation (combustion du carburant).

La comparaison des contenus carbone des différentes énergies permet d'envisager, grâce au mix électrique français particulièrement décarboné, une forte réduction de ces émissions en cas de développement de la mobilité électrique :



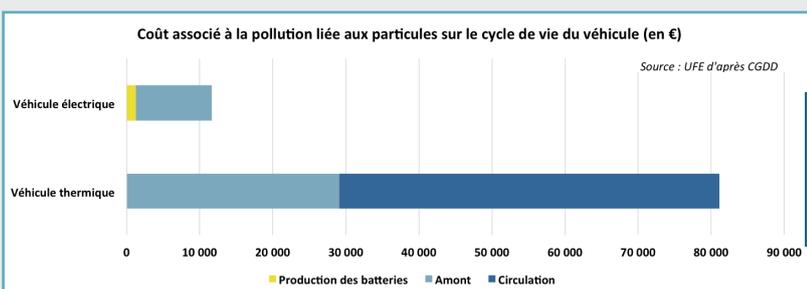
On considère un véhicule particulier qui roule pendant 13 000 km / an pour une durée de vie de 16 ans. L'hypothèse retenue est de 6 tCO<sub>2</sub> pour la production de deux batteries (3 tCO<sub>2</sub> pour chaque batterie ayant une durée de vie de 8 ans)<sup>12</sup>. Les contenus des énergies sont ceux de la base carbone de l'ADEME.

→ Les émissions de CO<sub>2</sub> seraient divisées par 5 en tenant compte de l'ensemble du cycle de vie.

## Amélioration de la qualité de l'air

Dans son article 3, la LTECV dispose de contribuer à l'atteinte des objectifs de réduction de la pollution atmosphérique prévus par le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques<sup>13</sup>.

Dans son analyse, le CGDD a évalué le coût associé à la pollution atmosphérique sur l'ensemble du cycle de vie des véhicules (pollution liée à la production des batteries, à l'amont et à la combustion des carburants), en retenant des valeurs tutélares pour l'émission de particules.



Le CGDD a par ailleurs évalué le coût lié à la pollution sonore, obtenant un résultat très positif pour la motorisation électrique, peu bruyante en comparaison aux moteurs thermiques.

→ Le bilan du véhicule électrique et de son impact sur la pollution atmosphérique est extrêmement favorable comparativement au véhicule thermique.

11. CITEPA, Inventaire SECTEN des émissions dans l'air, Avril 2017

12. CGDD, Analyse coûts bénéfices des véhicules électriques, Juillet 2017, d'après des données de l'ADEME

13. OIE, La pollution de l'air liée au transport, Mai 2017