



Interdiction des véhicules thermiques neufs en 2035 dans l'UE : est-ce vraiment une décision éclairée ?

À propos des auteurs

Philippe Charlez



Ingénieur des Mines de l'École Polytechnique de Mons et Docteur en Physique de l'Institut de Physique du Globe de Paris. Expert internationalement reconnu en énergie, il est l'auteur de plusieurs ouvrages sur la transition énergétique. Philippe Charlez enseigne à Science Po, Dauphine, l'INSEAD, Mines Paris Tech, l'ISSEP et le Centre International de Formation Européenne. Il est éditorialiste régulier pour Valeurs Actuelles, Contrepoints, Atlantico, Causeur et Opinion Internationale. Il est l'expert en Questions Energétiques de l'Institut Sapiens. www.philippecharlez.com
www.youtube.com/energychallenge



François Henimann

Diplômé de l'École Centrale de Lyon François Henimann a réalisé l'essentiel de sa carrière dans les groupes EDF et Gaz de France. Depuis 2013, il est consultant indépendant dans le domaine de l'énergie et de l'administration des sociétés.

A propos de l'Institut Sapiens

L'Institut Sapiens est un laboratoire d'idées (*think tank*) indépendant et non partisan réfléchissant aux nouvelles conditions d'une prospérité partagée à l'ère numérique. L'humanisme est sa valeur fondamentale. Son objectif est d'éclairer le débat économique et social français et européen par la diffusion de ses idées.

Il fédère un large réseau d'experts issus de tous horizons, universitaires, avocats, chefs d'entreprise, entrepreneurs, hauts fonctionnaires, autour d'adhérents intéressés par les grands débats actuels. Sapiens s'attache à relayer les recherches académiques les plus en pointe.

Les travaux de Sapiens sont structurés autour de **sept observatoires thématiques** : développement durable ; IA et éthique ; science et société ; santé et innovation ; travail, formation et compétences ; politiques, territoire et cohésion sociale ; innovation économique et sociale.

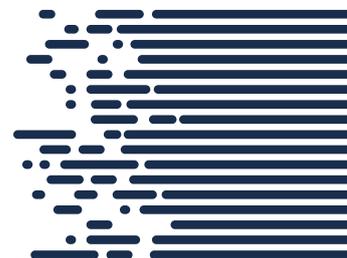
Sa vocation est triple :

Décrypter — Sapiens aide à la prise de recul face à l'actualité afin d'aider à la compréhension des grandes questions qu'elle pose. L'institut est un centre de réflexion de pointe sur les grands enjeux économiques contemporains.

Décloisonner et faire dialoguer — Sapiens met en relation des mondes professionnels trop souvent séparés : universitaires, membres de la sphère publique, praticiens de l'entreprise ou simples citoyens. L'institut est un carrefour où ils peuvent se rencontrer pour réfléchir et dialoguer.

Se former — Le XXI^e siècle est celui de l'information ; il doit devenir pour l'individu celui du savoir. Les immenses pouvoirs que donnent les technologies appellent un effort nouveau de prise de recul et d'analyse. Grâce à ses publications, événements et rencontres, Sapiens se veut un lieu de progression personnelle pour ceux qui veulent y prendre part.

Pour en savoir plus, visitez notre site internet : institutsapiens.fr



Introduction

Le Parlement Européen a adopté le 8 juin 2022 la proposition de la Commission de juillet 2021 visant à interdire la commercialisation de véhicules thermiques (voitures et petits utilitaires à l'exclusion des poids lourds) à partir du 1^{er} janvier 2035. Cette décision s'inscrit dans le cadre de la politique climatique de l'UE ambitionnant d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050.

La décision est lourde de conséquence pour le citoyen sur le plan de l'usage, la faisabilité « *universelle* » du VE (Véhicule Electrique) sur longue distance étant loin d'être démontrée. D'autant que la déclaration du rapporteur Néerlandais Jan Huitema argumentant¹ « *qu'il reviendra moins cher pour les consommateurs d'acquérir et de conduire des véhicules à émission nulle* » apparaît doublement infondée. D'une part, le coût de production d'un VE est actuellement supérieur de 50 % à celui d'un véhicule thermique comparable. D'autre part, si les VE ne produisent pas de dioxyde de carbone durant leur phase d'utilisation elles sont loin d'être totalement propres sur leur cycle de vie complet : (1) l'électricité utilisée pour recharger les batteries des véhicules n'est pas aujourd'hui, loin de là, décarbonée sur l'ensemble du continent européen (2) la fabrication des batteries est un processus très énergétivore et très émetteur faisant notamment appel à une panoplie de métaux rares (cobalt, lithium, graphite) qu'il faut extraire du sous-sol.

La décision est aussi lourde de conséquence pour l'industrie automobile européenne obligée de se restructurer totalement en moins de 15 ans contrairement à ses confrères asiatiques et américains autorisés à continuer de produire librement des voitures thermiques au-delà de 2035. Rappelons que la filière automobile européenne représente 7% du PIB et emploie 10% de la main-d'œuvre manufacturière (soit 12,6 millions de personnes, tous secteurs confondus)².

1 <https://fr.metrotime.be/mobilite/le-parlement-europeen-se-prononce-pour-la-fin-des-voitures-neuves-combustion-des-2035>

2 <https://journalauto.com/social/lautomobile-emploie-126-millions-deuropeens/#:~:text=12%2C6%20millions%20d'emplois,la%20production%20dans%20le%20secteur.>

Véhicule électrique pour quels usages

La question de la mobilité électrique doit d'abord être regardée vis-à-vis des usagers : où, quand et comment utiliser de façon pertinente un VE pour qu'il rende le service attendu ? Et, pour ce faire il est nécessaire de différencier les courtes distances (<150 km/jour) des longues distances (>150km/jour).

Comparé aux véhicules thermiques, les VE se caractérisent par une faible autonomie (en général <250 km) et à des longs temps de charge (plusieurs heures sur des bornes classiques).

Ainsi, une batterie de 30 kWh (entre 150 km et 200 km d'autonomie) se chargera en 10 heures sur une borne « **Autolib** » de 3 kW, en 45 minutes sur une borne rapide de 40 kW et en 15 minutes sur un super-chargeur Tesla de 120 kW. Ces caractéristiques convergent donc vers la même conclusion : la voiture électrique est un véhicule dédié à la mobilité du quotidien sur des courtes distance et non un véhicule routier. Son application doit se restreindre à des véhicules équipés d'une batterie de faible autonomie (20 à 30 kWh), des parcours journaliers n'excédant pas 150 km et des longs temps de charge sur des prises de faible puissance (<10 kW) utilisées la nuit au domicile et le jour sur le lieu de travail.

Sur l'ensemble des kilomètres parcourus par les voitures individuelles françaises, 75% sont dédiés à des trajets quotidiens de moins de 100 km contre seulement 25% pour les trajets longues distances³. L'électromobilité courte distance jouera donc un rôle déterminant dans la mobilité du futur.

Cette stratégie réclamera des investissements massifs pour équiper les grandes métropoles (entreprises, parkings publics, parking d'immeubles) mais aussi les bourgs et les campagnes de prises adéquates.

Pourtant, l'arrêt de la production des voitures thermiques en 2035 comme le propose la Directive Européenne encouragera inexorablement les motoristes à construire des routières électriques et les fournisseurs d'énergie à équiper les stations autoroutières de bornes haute puissance. A l'encontre de toute logique, cette stratégie peut s'avérer à terme complètement suicidaire.

³ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-11/data-lab-essentiel-138-mobilite-longue-distance-2016-fevrier2018.pdf>

Bilan énergétique d'un véhicule électrique

Ne brûlant aucun combustible, la voiture électrique a un rendement de 90% (contre 30% en moyenne pour une voiture thermique). Autrement dit, un véhicule électrique consomme 3 fois moins d'énergie qu'un véhicule thermique (en moyenne 20 kWh/100 km contre 60 kWh pour un véhicule thermique de même taille). Comme pour les voitures thermiques, cette consommation dépend du poids du véhicule (la batterie pèse selon sa capacité entre 150 kg et 600 kg et représente le tiers du poids du véhicule), des conditions d'utilisation (ville, route, autoroute), de la conduite (vitesse) ainsi que de la température extérieure (consommation pour le chauffage ou la climatisation). A ces consommations d'utilisation viennent se rajouter des consommation grises liées à de nombreuses pertes le long de la chaîne électrique : rendement de la génération électrique dans le cas de centrales thermiques au fuel, au gaz et au charbon, pertes lors du transport de l'électricité, pertes aux bornes de recharge lors du chargement de la batterie. Pour simplifier nous ne prendrons pas en compte ces pertes électriques. Cependant, les émissions grises viennent surtout de l'importante consommation énergétique requise pour extraire, conditionner et assembler les métaux (Cobalt, Lithium, Graphite) nécessaires à la fabrication de la batterie. Ainsi, fabriquer une batterie d'une capacité de 1 kWh requiert 250 kWh d'énergie soit 7250 kWh pour une batterie de **PVE** (**P**etit **V**éhicule **E**lectrique) de 30 kWh mais plus de 20 000 kWh pour une **RE** (**R**outière **E**lectrique) de 90 kWh. Sur 100 000 km (kilométrage de garantie moyen de la batterie sur 6 ans⁴), l'énergie grise de fabrication de la batterie va ainsi accroître de 36 % la consommation réelle du PVE et plus que doubler celle de la RE. L'avantage apparent des véhicules électriques par rapport aux véhicules thermiques doit donc être relativisé.

4 <https://www.expert-ve.fr/batterie-duree-vie-garantie.html>

Bilan carbone d'un véhicule électrique

S'il n'émet aucun CO₂ durant son utilisation, un VE est responsable d'abondantes émissions grises durant son cycle de vie. Suivant la source électrique (charbon, gaz, fioul) l'électricité utilisée par le VE peut être fortement carbonée. Par ailleurs, la fabrication d'une batterie étant un processus fortement énergétivore est aussi par construction fortement émetteur de CO₂.

Si le kWh Français est fortement décarboné grâce au nucléaire (50 g_{CO2}/kWh), il n'en est pas du tout de même de l'Allemand (350 g_{CO2}/kWh) ou du Polonais (750 g_{CO2}/kWh) encore fortement dépendants du charbon. En moyenne le kWh Européen (250 g_{CO2}/kWh) est loin d'être décarboné.

Les émissions grises de fabrication des batteries a fait l'objet d'études très complètes notamment de la part du Swedish Environmental Research Institute⁵. Ce dernier estime dans son dernier rapport datant de 2019 que la fabrication d'une batterie de 1kWh émet entre 60 kg_{CO2} et 100 kg_{CO2}. La fourchette basse (60 kg_{CO2}) s'applique plutôt au mix énergétique européen tandis que la valeur haute (100 kg_{CO2}) est caractéristique du mix chinois utilisant massivement du charbon. Fabriquée en France, cette même batterie aurait une empreinte carbone de seulement 40 kg_{CO2}. Ces chiffres devraient encourager les constructeurs de batterie à s'installer en Europe plutôt qu'en Chine. Ils devraient aussi pousser les décideurs de l'UE à mettre en place une taxe carbone sur les batteries chinoises aux frontières de l'Europe.

Nous avons comparé sur la **Figure 1** les émissions kilométriques d'un PVE (batterie de 30 kWh) et d'une RE (batterie de 90 kWh) à celles de leurs consœurs thermiques (110 g_{CO2}/km pour l'urbaine et 130 g_{CO2}/km pour la routière). Le contenu carbone du mix électrique est pris égal à la moyenne européenne actuelle tandis que les batteries sont supposées produites moitié en Chine moitié en Europe (80 g_{CO2}/kWh d'émissions grises). Le calcul a été effectué sur 100 000 km en considérant une consommation de 20 kWh/100 km pour les deux voitures électriques. Les résultats montrent clairement que les voitures électriques sont loin d'être neutres en carbone spécialement quand on compare aux nouvelles normes (<95 g_{CO2}/km) imposées depuis 2022 aux nouveaux véhicules thermiques⁶. Si le PVE urbain émet 32% de CO₂ en moins que son équivalent thermique avec une valeur largement inférieure à la

5 <https://www.ivl.se/download/18.34244ba71728fcb3f3faf9/1591706083170/C444.pdf>

6 <https://www.vroomly.com/blog/emissions-co2-voiture-normes-taxes-simulateur/#:~:text=Il%20a%20donc%20%C3%A9t%C3%A9%20d%C3%A9cid%C3%A9,par%20voiture%20vendue%20en%20Europe.>

norme aujourd'hui en vigueur, en revanche la RE émet à peine 6% de moins et dépasse largement la norme en vigueur. Tout en étant désastreuse du point de vue des conditions d'usage et du bilan énergétique, la mobilité électrique longue distance n'apporte aucun avantage décisif au point de vue des émissions de CO₂.

Phase	CO ₂ /km sur 100 000 km			
	Thermique urbaine	Thermique routière	PVE***	RE***
Utilisation	110	130	0	0
Electricité*	0	0	50	50
Batterie**	0	0	24	72
Total	110	130	74	122

*Emissions européennes 250g_{CO2}/kWh
 **Emissions batteries 80 kg_{CO2}/kWh
 ***Batterie 30 kWh
 ****Batterie 90 kWh

Figure 1 – Comparaison des émissions liées aux véhicules thermiques et électriques (urbaines et routières)

L'amélioration du bilan carbone des VE repose sur trois piliers :

- ✓ Un mix électrique de faible bilan carbone
- ✓ La réduction des émissions grises des batteries grâce à une décarbonation de la chaîne de fabrication
- ✓ Le prolongement de la durée de vie des batteries

Ainsi, des VE sur le sol français équipés de batteries fabriquées en France (mix électrique à 50 g_{CO2}/kWh, 40 kg_{CO2} d'émissions par kWh) d'une durée de vie de 200 000 km conduit à des émissions de 46 g_{CO2}/km pour le PVE et de 58 g_{CO2}/km pour la RE.

Surconsommation et surpuissance électrique

Le remplacement massif de véhicules thermiques par des véhicules électriques va accroître significativement la consommation électrique. Il y a aujourd'hui en France environ 44 millions de voitures individuelles et de petits utilitaires légers concernés après 2035 par l'électrification⁷. Les voitures individuelles effectuent en moyenne 12 200 km contre 14 700 pour les utilitaires légers⁸. Une électrification totale du parc conduirait à accroître la consommation annuelle d'électricité en France d'un peu plus de 100 TWh soit d'environ 25% par rapport à la consommation actuelle⁹. Tout en étant significatif, cet accroissement ne représente pas en soi un blocage quant à l'extension massive de la mobilité électrique.

En revanche, elle pourrait engendrer des problèmes aigus de puissance électrique. 18 millions de Français utilisant leur voiture pour aller travailler avec un coefficient de remplissage de l'ordre de 1,7 passagers par voiture, ce sont 10 millions de voiture qui seront chargés simultanément chaque nuit¹⁰. Sur des bornes de 3 kW cela conduit à une demande en puissance de 30 GW soit près de 40% de la puissance nominale consommée aux heures de pointe l'hiver. La généralisation de la mobilité électrique devra donc s'accompagner de la mise œuvre significative d'unités supplémentaires.

La gestion de la mobilité électrique longue distance peut s'avérer très problématique les jours de « *grande transhumance* » comme un premier août où le nombre d'utilisateurs sur autoroute peut atteindre 500 000. Sur base d'un trajet de 1000 km cela demanderait au réseau autoroutier de fournir 100 GWh sur les dix heures supposées de trajet. Si le pic de puissance (10 GW) reste raisonnable, la gestion d'un tel flux nécessiterait 42 000 bornes haute puissance de 240 kW (environ 15 minutes pour faire le plein) soient 92 bornes sur chacune des 450 stations-services autoroutières¹¹. Un goulot supplémentaire montrant combien la mobilité électrique s'avère très mal adaptée aux longues distances.

7 <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-sur-le-parc-automobile-francais-au-1er-janvier-2021#:~:text=Au%201er%20janvier%202021%2C%20le,autobus%20et%20auto-cars%20en%20circulation.>

8 https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-12/data-lab_78_comptes_transports_2019_circulation_novembre2020.pdf

9 Véhicules électriques ? Pourquoi pas mais à condition d'avoir de l'électricité ! - Contrepoints

10 [https://www.insee.fr/fr/statistiques/5013868#:~:text=La%20voiture%20est%20le%20mode%20de%20transport%20privil%C3%A9gi%C3%A9%20pour%20aller,de%20personnes%20\(figure%201\).](https://www.insee.fr/fr/statistiques/5013868#:~:text=La%20voiture%20est%20le%20mode%20de%20transport%20privil%C3%A9gi%C3%A9%20pour%20aller,de%20personnes%20(figure%201).)

11 <https://fr.statista.com/statistiques/503547/stations-services-autoroutes-voies-express-france/>

Batteries et métaux rares : une affaire d'indépendance européenne

Élément clé de la mobilité électrique, les batteries ion-lithium sont aujourd'hui fabriquées en grande majorité dans le sud-est asiatique¹². Originaires de Chine, de Corée du Sud et du Japon, six principaux fabricants se partagent 80% du marché (dont les deux tiers pour le top 3) :

- ✓ CATL (Chine - 26%)
- ✓ LG Energy Solution (Corée - 25%)
- ✓ Panasonic (Japon - 9%)
- ✓ Samsung SDI (Corée - 9%)
- ✓ BYD (Chine - 6%)
- ✓ SK Innovation (Corée - 5%)

Comptant Volkswagen, BMW, Mercedes, Volvo, Stellantis et Renault parmi leurs clients, les grands fabricants de batteries ont construit des unités de production en Europe : CATL en Allemagne, LG en Pologne, Samsung SDI en Hongrie.

Si les producteurs asiatiques de batteries sont nombreux à disposer d'unités de fabrication en Europe, les producteurs européens sont en revanche pour l'instant beaucoup plus discrets. La France et l'Allemagne ont récemment créé Automotive Cell Company (ACC), une coentreprise à 50-50 entre Stellantis/Opel et Saft (TotalEnergies). ACC prévoit la construction d'une première usine à Douvrin en France, puis d'une seconde à Kaiserslautern en Allemagne. Second projet européen sensé produire mais aussi recycler des batteries, l'European Battery Innovation regroupe 42 entreprises, dont BMW, Tesla, FCA, et Northvolt. EBI construit actuellement sa première usine à Skellefteå, en Suède. Une seconde est en projet à Salzgitter, en Allemagne.

Mais, la construction des batteries n'est pas le seul élément à considérer. Les métaux rares et semi rares (cobalt, graphite et lithium) sont très mal répartis à la surface de la planète

Ainsi, la République Démocratique du Congo (RDC) recèle plus de la moitié des réserves mondiales de cobalt et l'Australie près de 20% ;

¹² <https://www.lesnumeriques.com/voiture/batteries-de-vehicules-electriques-une-production-dominee-par-une-poignee-d-acteurs-asiatiques-a160095.html>

le Brésil, la Chine et la Turquie possèdent les deux tiers des réserves mondiales de graphite ; l'Argentine et le Chili possèdent les trois quarts des réserves de lithium (**Figure 2**). La demande croissante a fait s'envoler les cours de ces métaux rares. Ainsi, depuis 2021 le prix du lithium a été multiplié par dix ce qui impacte directement le prix des VE.

Le passage de la mobilité thermique à la mobilité électrique transformera donc notre dépendance pétrolière en dépendance minière.

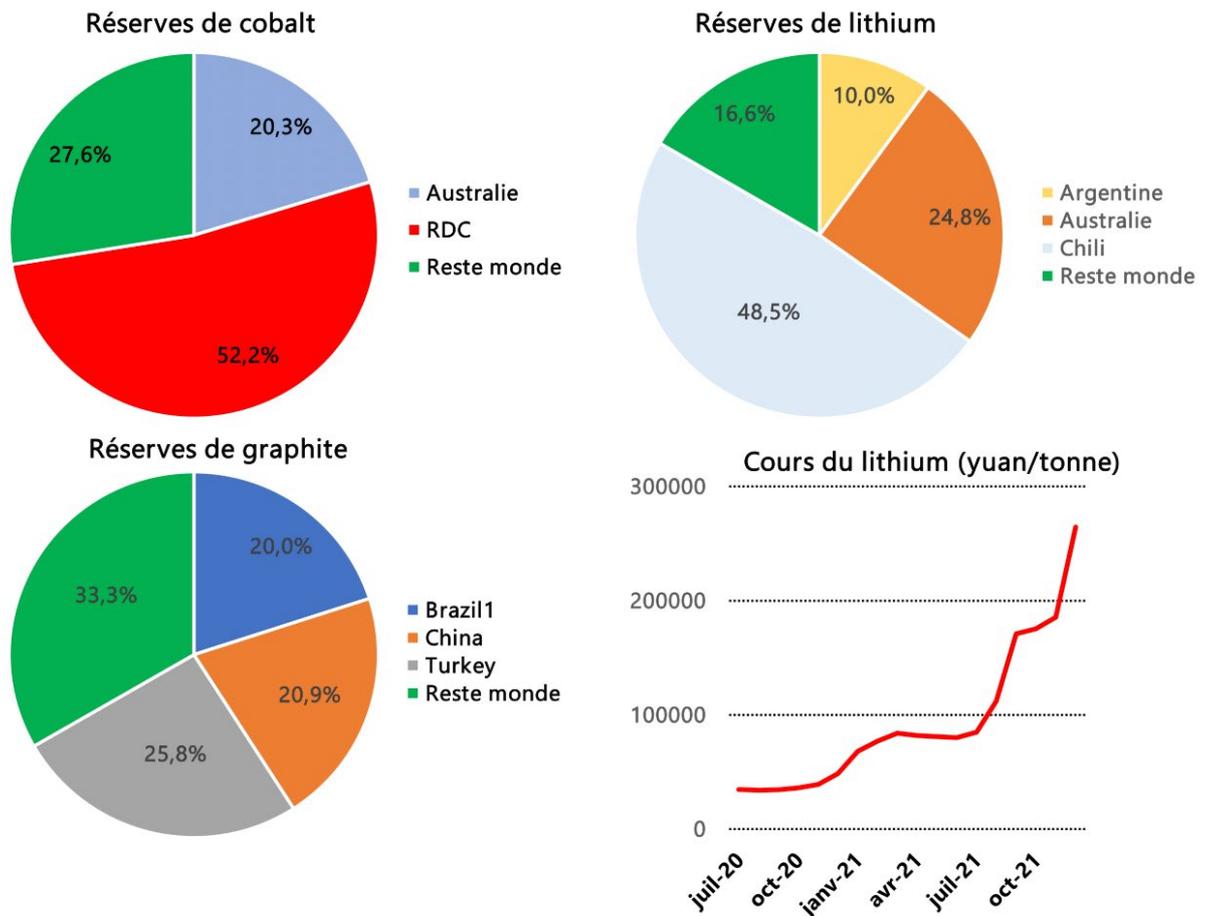


Figure 2 – Réserves mondiales cobalt/lithium/graphite

Source des données – BP statistical review 2021

Cours mondial du lithium en yuan ¹³

¹³ <https://fr.investing.com/commodities/lithium-carbonate-99-min-china-futures>

Conclusion : équilibrer la mobilité verte entre électricité, hydrogène et biocarburants

La mobilité électrique n'est pas, comme semble le supposer l'UE, une « *thérapeutique* » universelle pour remplacer la mobilité thermique. Si elle représente la solution la plus pertinente en déplacement courte distance, son utilisation sur les longues distances est une idée très discutable à la fois en termes d'usage, de consommation et d'émission de CO₂.

Sur longues distances, les seules alternatives décarbonées sont les biocarburants et l'hydrogène.

Par rapport à la voiture électrique, l'hydrogène vert (produit à partir de l'électrolyse de l'eau avec une électricité décarbonée) couplé à une pile à combustible (on fabrique son électricité directement dans sa voiture à partir d'hydrogène) élimine les principaux inconvénients d'usage de la voiture électrique sur longue distance à savoir la faible autonomie et le long temps de charge. Avec un kg d'hydrogène comprimé à 700 bars, une voiture peut parcourir 100 km. La fabrication d'un kg d'hydrogène vert réclamant 55 kWh d'électricité la consommation est en revanche largement supérieur aux 20 kWh/100 km des voitures électrique et se rapproche des 60 kWh consommés par une voiture thermique.

Couvrir 25% des trajets par l'hydrogène (part des trajets longue distance) nécessiterait de produire annuellement 1,3 millions de tonnes de H₂ vert ce qui réclamerait environ 70 TWh d'électricité. Cette production d'hydrogène pourrait être optimisée en couplant électrolyseurs et parc éoliens ce qui présente l'avantage de décentraliser la production d'hydrogène dans les territoires tout en réglant les problèmes d'intermittences.

Mais, produire l'hydrogène n'est pas le seul défi. Il faudra aussi le distribuer. Aux problèmes de sécurité relatifs aux limites d'inflammabilité et au coût élevé de fabrication, il faut rajouter la complexité et le coût du réseau de distribution. Une pompe à hydrogène coûte environ un million d'euros soit dix fois plus qu'une pompe à essence. Le maillage minimum du territoire pour les voitures individuelles nécessitera au moins 2500 points d'approvisionnement en grande partie sur les autoroutes (5 points sur les 450 stations-service existantes).

En abandonnant la construction du moteur thermique à l'horizon 2035 (les biocarburants peuvent être utilisés tels quels dans les moteurs thermiques actuels) l'Europe se privera implicitement de l'autre alternative -les biocarburants- sous forme de véhicules thermiques ou hybrides associant bio-éthanol et électricité.

Electricité pour les trajets quotidiens avec des PVE, biocarburants et hydrogène pour les longues distances, il n'existe en théorie aucune barrière technologique pour empêcher la transition de la « *mobilité brune* » vers la « *mobilité verte* ». Cependant, l'échelle de la transformation devra aussi s'accompagner de mesures comportementales : covoiturage pour accroître le remplissage des véhicules, encouragement au télétravail, déplacement de la route vers le rail à la fois pour le transport de passagers et de marchandises. Un mix transport totalement décarboné à l'horizon 2050 nécessitera de coupler « *nouvelle sobriété* » et « *nouvelle mobilité verte* ».

En conclusion, nous recommandons de :

1. Soutenir la mobilité électrique pour les trajets quotidiens courte distance (batterie de faible capacité et recharge lente) en généralisant la mise à disposition de bornes dans les immeubles collectifs et les parkings publics ; réserver les subventions aux VE construits en Europe et équipés d'une batterie de capacité inférieure à 30 kWh,
2. Favoriser le développement de la technologie hydrogène/ PAC sur les longues distances en investissant à la fois dans la production mais aussi dans un réseau de stations de distribution H₂ plutôt que dans des bornes de recharge ultra-rapides sur autoroute,
3. Conserver voire améliorer les performances des moteurs thermiques en substituant les carburants pétroliers par du bio-éthanol concentré via une mobilité hybride biocarburants/ électricité
4. Consacrer le biodiesel (voire le biogaz) à la décarbonation des poids lourds, engins agricoles, bateaux de pêche et engins de bâtiment travaux publics,

