

Véhicule électrique : un rôle clé pour décarboner les transports

En France, une voiture électrique émet 5 fois moins de gaz à effet de serre qu'une essence.

Juillet 2022

Résumé

Les atouts environnementaux du véhicule électrique (VE) sont désormais démontrés et largement documentés, pourtant certains mythes demeurent, majoritairement fondés sur des données anciennes ou des perceptions erronées. Ces mythes faussent le débat public sur les véritables enjeux et opportunités du déploiement du VE.

Alors que le Parlement et le Conseil européen ont voté la fin de vente des voitures et utilitaires légers thermiques neufs en 2035, ce briefing fait le point sur le véhicule électrique : ses atouts pour décarboner les transports, y compris par rapport aux autres alternatives, et les leviers pour réduire l'empreinte environnementale de la batterie. Il fait également le lien entre déploiement de l'électromobilité et transition énergétique et propose d'ouvrir la réflexion sur l'évolution des voitures et de leur usage.

Le véhicule électrique est la meilleure option pour décarboner les voitures et les utilitaires légers. Il est donc décisif que les pays européens accélèrent son déploiement.

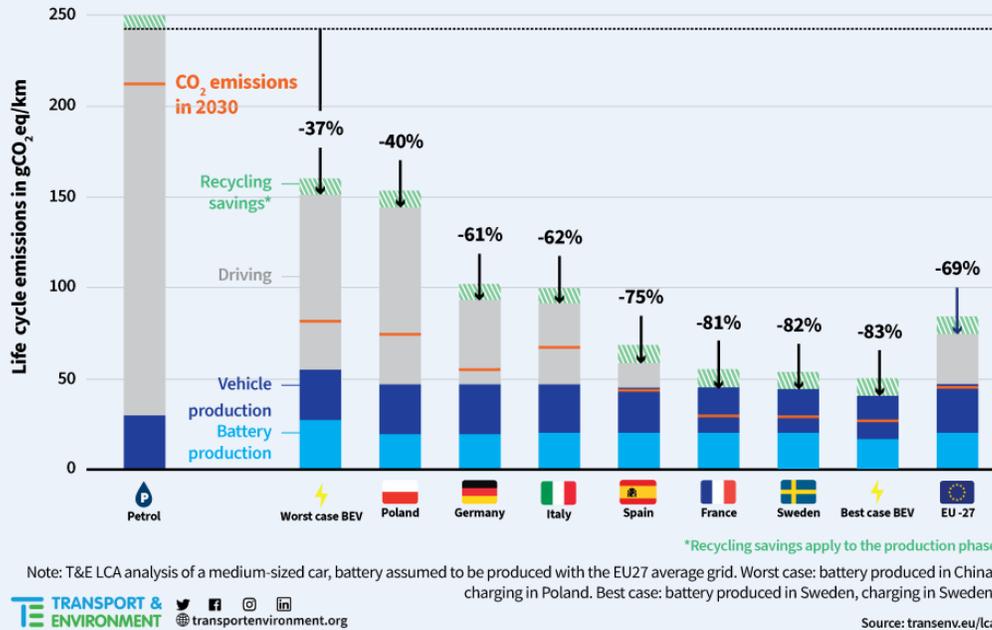
Empreinte carbone des voitures : 5 fois moins d'émissions pour l'électrique en France

Selon l'étude récente publiée par T&E¹, une voiture électrique achetée en 2022 et utilisée en Europe émet en moyenne **3 fois moins de CO₂eq** que son homologue essence sur l'ensemble de son cycle de vie. Selon les pays, et l'intensité carbone du mix électrique, le bénéfice CO₂ varie : **en France, qui bénéficie d'un mix électrique peu carboné, c'est 5 fois moins de CO₂eq** que son homologue essence. Dans le meilleur cas, pour une voiture équipée d'une batterie produite en Suède et circulant en Suède, la réduction des émissions de CO₂ par rapport à une voiture essence est de 83%. Dans le pire des cas, pour une voiture

¹ "[How clean are electric cars?](#)", Outil comparatif en ligne, synthèse et rapport complet, T&E, Mai 2022.

équipée d'une batterie produite en Chine, et circulant en Pologne -qui dépend majoritairement des énergies fossiles- il sera de 37% (voir [outil interactif de T&E](#)). D'ici 2030, l'empreinte carbone des véhicules électriques est amenée à se réduire encore, en lien avec la décarbonation du mix électrique et l'amélioration de la performance environnementale des batteries.

En France, un véhicule électrique émet 5 fois moins de CO₂e qu'un thermique



Hydrogène, hybrides, biocarburants, biogaz : les alternatives sont trompeuses

Au préalable, selon T&E, si l'hydrogène représente une solution zéro émission, il est en réalité peu adapté aux véhicules légers. Les efforts pour déployer l'hydrogène vert doivent être concentrés sur les secteurs qui en ont besoin, l'aérien ou le maritime par exemple.

- 1. Véhicule hybrides rechargeables (VHR): un bilan environnemental bien en deçà de leurs prétentions.** Les VHR émettent en moyenne 3 à 5 fois plus de CO₂ que les émissions officielles lorsque l'on prend en compte leur utilisation moyenne en conditions réelle, selon une étude de l'ICCT publiée en juin 2022². Les résultats de T&E montrent que les VHR permettent seulement de réduire les émissions sur le cycle de vie de 26% par rapport à un véhicule essence. Un bénéfice limité d'autant plus que les évolutions de ces motorisations ne permettent pas d'envisager des gains substantiels : ils resteront d'ici 2030, 2,5 fois plus émetteurs que les VE. Ce gain limité place

² ["Real world usage of plug-in hybrid vehicles in Europe : an 2022 update on fuel consumption, electric driving, and CO₂ emissions"](#), ICCT, juin 2022.

aujourd'hui les VHR à un niveau similaire des véhicules hybrides conventionnels (non rechargeables) qui réduisent l'empreinte de 21% par rapport à un équivalent essence.

2. **Le biogaz se révèle être une fausse solution** : si son bilan carbone pourrait inciter à en faire une solution équivalente à l'électrique, sa disponibilité réelle, bien en deçà des besoins du seul secteur des transports, le rend inopérant pour décarboner les transports. C'est pourquoi T&E recommande de réserver cette source d'énergie aux secteurs qui dépendent du gaz, comme c'est le cas pour certaines industries.
3. De leur côté, **les biocarburants**, et notamment la première génération (agrocultures), produits à partir de denrées agricoles, sont à l'origine de conflits d'usage concernant les terres agricoles. C'est pourquoi T&E recommande de ne pas miser sur les biocarburants, ni pour les transports de personnes, ni pour les transports de marchandises.

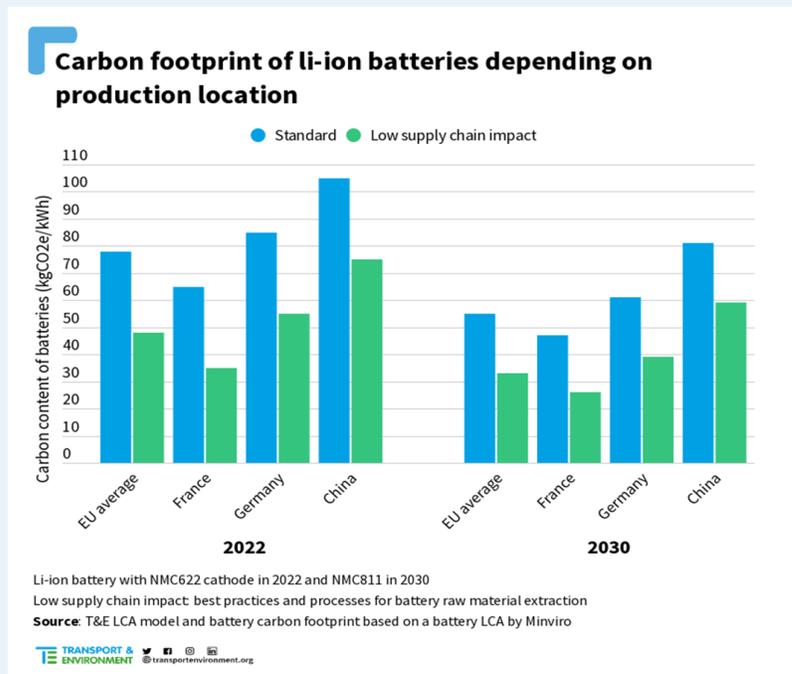
Trois leviers pour réduire encore l'empreinte environnementale des batteries

Disponibilité des ressources minérales, impacts environnementaux et soutenabilité sociale des activités minières, bilan carbone : alors que le marché de la batterie croît considérablement, il est essentiel de faire la lumière sur ces enjeux. Des réponses y sont d'ores et déjà apportées, et vont se développer dans les années à venir. Le développement de la filière batterie en Europe, y compris en France, y contribuera et pourra s'appuyer sur le nouveau Règlement Batterie européen.

1. Décarboner la fabrication

des batteries : T&E a évalué les potentielles réductions d'impacts carbone des batteries d'ici 2030. Elles relèvent d'abord de la localisation de la production,

puis de l'émergence de technologies plus performantes attendues d'ici 3 à 5 ans³. Ainsi, Pour une



³ “Will future batteries be greener?”, T&E, July 2022.

batterie au lithium-ion (LIB) produite aujourd'hui en Chine en 2021, l'empreinte par kWh est de 105 gCO₂e/kWh. En 2030, T&E prévoit que l'empreinte d'une batterie produite en Europe verra son empreinte réduite à 55g CO₂e/kWh, voire à 33g CO₂e/kWh pour des batteries solides, produites dans les meilleures conditions.

- 2. Appliquer le devoir de diligence** : le Règlement batterie introduit dans la loi européenne le devoir de diligence afin d'obliger les entreprises à maîtriser les impacts sociaux et environnementaux tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Une telle réglementation interdira toute pratique qui ne respecte pas les droits de l'homme. Cela implique notamment d'identifier les risques, de faire pratiquer des audits indépendants, ainsi de rendre compte.
- 3. Développer une filière intégrée de l'extraction des ressources jusqu'au recyclage** : la croissance du marché du véhicule électrique ouvre la question de la disponibilité des ressources minérales. Dans une [étude](#)⁴ publiée en mai 2022, T&E montre que l'approvisionnement en lithium et nickel est suffisant pour fabriquer jusqu'à 14 millions de VE dans le monde en 2023 - soit 55 % de plus que les projections actuelles du marché. Ensuite, contrairement à de nombreuses croyances, les batteries de VE se recyclent très bien. Le nouveau Règlement européen sur les batteries, qui devrait entrer en application entre 2024 et 2026, obligera les entreprises à collecter et recycler toutes les batteries de traction mises sur le marché. La Commission européenne propose que les batteries Li-Ion soient recyclées à hauteur de 65 % d'ici 2025 et 70 % d'ici 2030. Elle a proposé des taux de récupération des matériaux de 35% pour le lithium et 90 % pour le cobalt, le nickel et le cuivre en 2025, allant respectivement jusqu'à 70% et jusqu'à 95 % en 2030. Le Parlement européen a renforcé le texte, en proposant un taux de récupération du lithium de 70% dès 2025 et 90% en 2030.

Les véhicules électriques seront un atout pour la flexibilité du réseau électrique

D'après les [études menées par RTE](#), le système électrique français en l'état peut absorber, d'ici 2035, jusqu'à 15 millions de VE. La consommation des véhicules ne devrait pas excéder 10% de la consommation française à cet horizon. Par ailleurs, l'intégration intelligente des véhicules électriques sur le réseau, via des outils de pilotage de la recharge, sera complémentaire au déploiement des énergies renouvelables.

Le développement du réseau de recharge est ensuite un élément clé du succès du véhicule électrique, alors que la crainte de la panne est un des premiers freins à la conversion en France. De ce point de vue, le règlement européen AFIR (Règlement pour le déploiement d'une infrastructure pour carburants

⁴ "[Why Europe can secure enough critical raw material](#)s", T&E, Mai 2022.

alternatifs), en cours de négociation, fixera des objectifs contraignants pour les Etats afin de garantir la viabilité du réseau en s'assurant qu'il y ai un point de recharge tous les 60 km, que le nombre de points de recharge publiques augmente avec le nombre de VE sur la route.

Adapter les véhicules au besoins réels de mobilité

L'électromobilité est un levier indispensable à la décarbonation des transports, complémentaire au développement des alternatives à la voiture, du vélo aux transports en commun. Ces deux orientations ne s'opposent pas. En outre, le développement de l'électromobilité gagnera à accompagner l'évolution des voitures : gains en efficacité énergétique, optimisation de l'aérodynamisme, adaptation aux besoins et usages partagés. Ces évolutions vont correspondre à la fois à des besoins sociaux, mais aussi apporter des réponses progressives à l'objectif de décarbonation totale des transports d'ici 2050⁵.

⁵ Objectif fixé par la Loi d'orientation des mobilités en 2019.

Introduction

La voiture de demain sera électrique. En 2021, près d'un véhicule sur dix vendu en France était 100% électrique. La part de marché des électriques et des hybrides est de 20,2% sur les six premiers mois de l'année 2022 (source ACEA). Le virage est amorcé. Une majorité de constructeurs annonce un objectif 100% électrique d'ici 2030 : Ford, Volvo, Stellantis, Renault, Hyundai et le nombre de modèles électriques augmente très rapidement.

La conversion à l'électrique du continent européen est soutenue et encadrée par la réglementation, dont trois textes sont particulièrement structurants. Tout d'abord, la **loi européenne sur les normes d'émissions de CO₂ des véhicules légers**, composante clé du paquet Fit for 55, devrait être adoptée d'ici la fin de l'année. En fixant un objectif de réduction de 100% des émissions à l'échappement d'ici 2035⁶, elle siffle la fin de la partie pour les véhicules thermiques dont la vente sera interdite à partir de 2035 et propose un cap commun pour l'industrie automobile européenne. Ces normes jouent un rôle clé : c'est de fait leur évolution qui a poussé les industriels à se convertir à l'électrique depuis 2020 et à augmenter leurs volumes de production de VE. Par ailleurs, le **Règlement batterie**, qui devrait entrer en vigueur à partir de 2024, encadrera l'émergence de la filière industrielle sur le continent. Une trentaine de projets de gigafactories sont en effet prévus à ce jour, dont trois en France. Enfin, le **Règlement pour le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs (AFIR)** fixe des objectifs (contraignants) pour le développement du réseau de recharge publique dans tous les Etats de l'Union, une étape indispensable pour déployer l'électromobilité.

Malgré ces avancées réglementaires obtenues au niveau européen, et les résultats positifs que fournissent les analyses environnementales, le véhicule électrique continue de nourrir les controverses : son rôle dans la décarbonation du secteur des transports est souvent sous estimé, les enjeux environnementaux liés à la production des batteries et à la gestion de leur fin de vie, s'ils sont réels, sont mal compris, et les liens entre véhicules électriques et consommations énergétiques font l'objet de manipulation. T&E propose à travers cette note de faire le point sur les atouts des motorisations électriques et les enjeux de son déploiement dans les années à venir.

⁶ Cet objectif a été voté le 8 juin 2022 au Parlement et au Conseil européen le 29 juin 2022.

1. La voiture électrique est indispensable pour décarboner le secteur des transports

Dans son dernier rapport⁷, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) alerte sur l'urgence climatique. Il reste quelques années pour agir, et éviter les pires conséquences d'un changement climatique non maîtrisé pour les générations futures. Ces années seront clés pour déployer les solutions qui nous permettront de maintenir le réchauffement climatique en deçà de 2°C. Le véhicule électrique, en tant que solution dorée et déjà disponible et mature, fait partie de ces leviers indispensables. D'après le GIEC : *“Les véhicules électriques alimentés par de l'électricité à faibles émissions offrent le plus grand potentiel de décarbonation pour le transport terrestre, sur la base du cycle de vie (confiance élevée)”*⁸.

Le Green Deal européen nous engage à réduire de 55% les émissions de GES par rapport au niveau de 1990, pour viser zéro émission nette en 2050. La décarbonation des transports constitue un des défis clés pour atteindre nos objectifs climat d'ici 2030. Les émissions de ce secteur, qui pèsent pour 25% des émissions en Europe, 30% en France, ne baissent pas. Contrairement à d'autres secteurs, comme l'industrie par exemple, les émissions du secteur des transports continuent d'augmenter (+ 12% entre 1990 et 2015). En cause : la dépendance, lourde, aux carburants fossiles, le maintien d'un niveau élevé d'émission par véhicule et la croissance des trafics. La fin des voitures thermiques et la conversion à l'électrique sont donc un levier essentiel, une étape dans le chemin vers une mobilité décarbonée.

Comment évaluer le bénéfice du véhicule électrique pour cette transition ? De nombreuses études ont été publiées mettant en lumière les atouts du véhicule électrique. Ces analyses se basent sur l'**analyse du cycle de vie des véhicules (ACV)**. L'ACV permet de mesurer l'impact d'un véhicule sur ces différentes étapes, depuis l'extraction des matières premières nécessaires à la construction du véhicule jusqu'à sa fin de vie (recyclage), en intégrant l'impact de l'énergie consommée pour rouler. En France, l'étude de l'Ademe en 2011⁹, de la FNH en 2017¹⁰, de Carbone 4 en 2020¹¹, ont à chaque fois confirmé le potentiel du VE et ce de manière croissante au fur et à mesure que cette technologie devenait plus mature.

A l'échelle européenne, T&E a mis en place depuis 2020 un [outil pour calculer l'empreinte carbone de la voiture électrique](#)¹², sur la base des données les plus récentes à l'échelle européenne, qui lui permet de comparer différentes motorisations, essence, diesel, hybrides, électriques, et de mesurer l'évolution de cette

⁷ Cf. IPCC, Sixth Assessment, Working Group III, - [“Mitigation of Climate Change Summary for Policymakers”](#), 2022.

⁸ Idem, page 36.

⁹ cf. [“Élaboration selon les principes des ACV des bilans énergétiques, des émissions de gaz à effet de serre et des autres impacts environnementaux”](#), ADEME, 2011

¹⁰ Cf. [“Quelle contribution du véhicule électrique à la transition énergétique?”](#), Fondation pour la Nature et l'Homme, décembre 2017.

¹¹ Cf. [“Transports routiers : quelles motorisations alternatives pour le climat?”](#) Carbone 4, novembre 2020.

¹² Cf. [“How clean are electric cars?”](#), Transport & Environment, mai 2022.

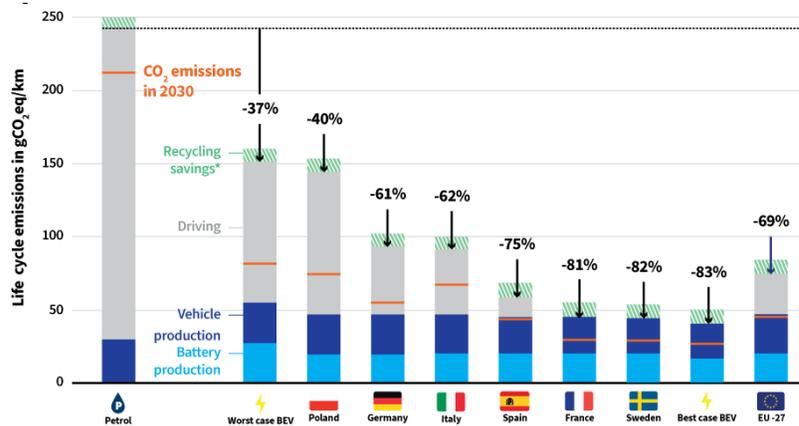
empreinte environnementale dans le temps. La dernière version de cet outil intègre ainsi les données 2022 et 2030. Il permet de faire varier plusieurs critères essentiels pour évaluer l'empreinte carbone globale du véhicule : date d'immatriculation (2022 ou 2030), origine et performance environnementale de la chaîne d'approvisionnement de la batterie, pays où le véhicule circule (avec des mix électriques plus ou moins carbonés), taille du véhicule (grand, moyen, petit).

En nous appuyant notamment sur cet outil, nous pouvons démontrer le bénéfice climat de l'électrique, pour les voitures particulières comme pour les utilitaires légers, et l'avantage net du 100% électrique par rapport à l'hybride rechargeable. Mais l'analyse en cycle de vie ne peut être le seul moyen de comparer les solutions entre elles. Dans bien des cas, nous la complétons avec des analyses économiques.

1.1. Voitures particulières : 5 fois moins d'émissions de CO₂ qu'une voiture essence

Une voiture électrique achetée en 2022 et conduite en France émet **5 fois moins de CO₂eq** que son homologue essence. Au niveau européen, son empreinte est en moyenne trois fois inférieure. Selon les pays, et l'intensité carbone du mix électrique, le bénéfice CO₂ varie : dans le pire des cas, en 2022, avec une batterie produite en Chine pour une voiture circulant en Pologne (où l'électricité provient majoritairement des combustibles fossiles), il sera de 37%. Dans le meilleur cas, pour une batterie produite en Suède et circulant en Suède (où le mix est largement décarboné), la réduction des émissions de CO₂ par rapport à une voiture essence est de 83%.

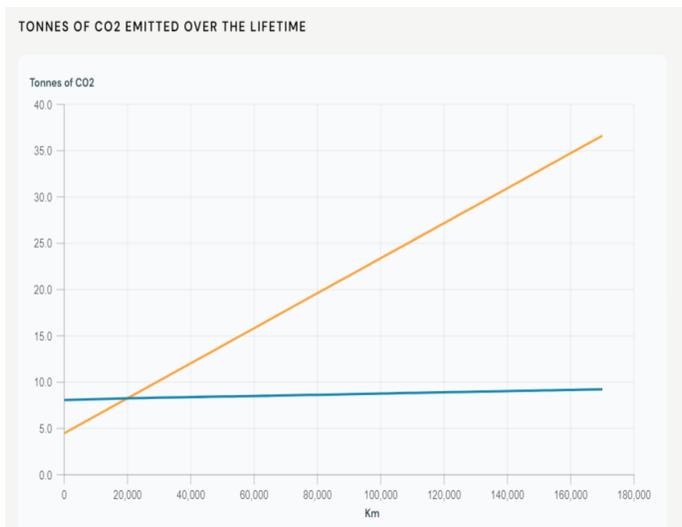
En France, un véhicule électrique émet 5 fois moins de CO₂e qu'un thermique (3 fois moins en moyenne UE)



*Recycling savings apply to the production phase
 Note: T&E LCA analysis of a medium-sized car, battery assumed to be produced with the EU27 average grid. Worst case: battery produced in China, charging in Poland. Best case: battery produced in Sweden, charging in Sweden.
 TRANSPORT & ENVIRONMENT | Source: transenv.eu/lca

L'écart avec le thermique va continuer de se creuser dans les années à venir. D'ici 2030, l'empreinte carbone d'une citadine électrique neuve mise sur le marché en France est amenée à se réduire, pour passer 54 gCO₂/km à 31 gCO₂/km, et pourra baisser jusqu'à 25 gCO₂/km. Soit une baisse de son impact de plus de moitié. Cette amélioration est due à plusieurs facteurs conjoints : la production de la batterie en Europe, où le déploiement des énergies renouvelables s'accélère, et en France en particulier, qui bénéficie d'un mix électrique peu carboné; l'évolution des méthodes d'extraction des ressources nécessaires à la fabrication des batteries (cf. partie 3); et le recyclage.

1.2. L'impact de la voiture électrique est inférieur à celui de la voiture thermique au bout de 20 000 km



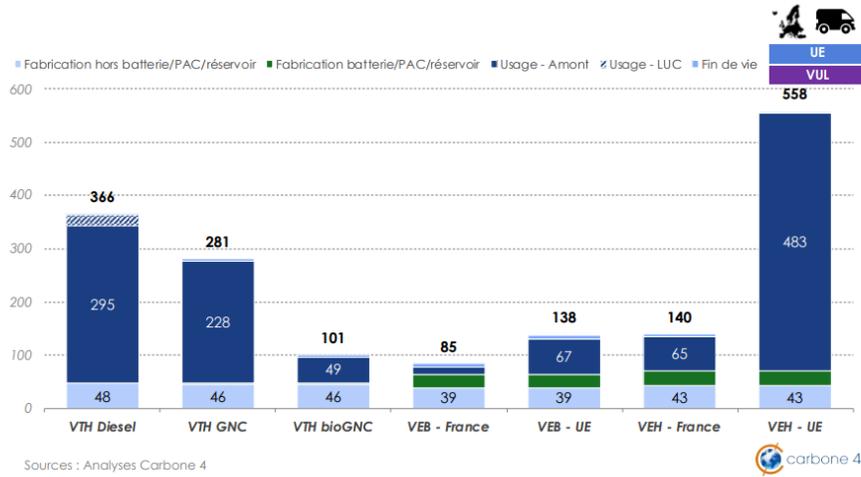
A partir de 20 000 km - soit entre un an et demi et deux ans d'utilisation moyenne - une voiture citadine électrique conduite en France en 2022 a un impact carbone au kilomètre parcouru inférieur à celui d'une voiture essence. Cette mesure inclut toutes les émissions en cycle de vie (dont la production de la batterie, ici produite en Chine). Il est intéressant de noter que dans le cas où la batterie serait produite en Europe (en considérant un mix énergétique européen moyen), la voiture électrique prend l'avantage après avoir parcouru 14 000 km.

1.3. Véhicules utilitaires légers : l'électrique a un avantage net

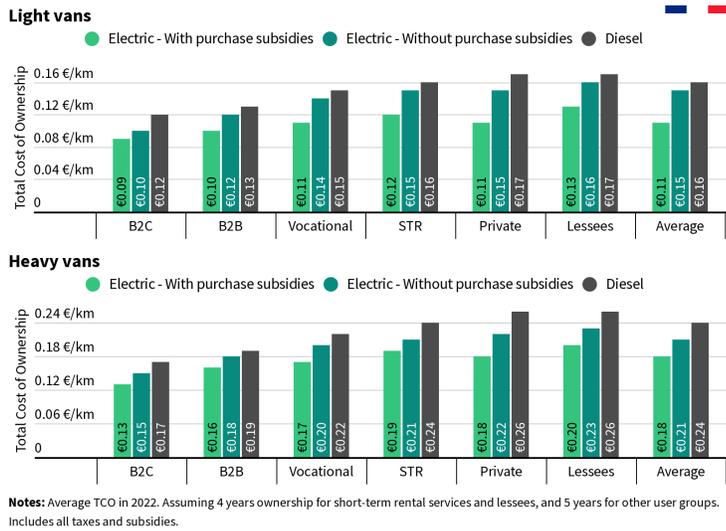
Pour les véhicules utilitaires légers (VUL), le constat est le même que pour les voitures particulières : l'électrique a un avantage net. Dans son analyse publiée en 2020¹³, Carbone 4 compare l'empreinte carbone de différentes motorisations et souligne que les utilitaires légers sont à la fois plus consommateurs d'énergie et moins gourmands en autonomie, et donnent l'avantage à l'électrique. Un atout comparable au bioGNV, mais celui-ci va se heurter à l'indisponibilité de l'offre (cf section 2.2).

¹³ ["Transport routier : quelles motorisations alternatives pour le climat?"](#), Carbone 4, Novembre 2020.

*Le bilan carbone donne un avantage net au VUL électrique
Empreinte carbone moyenne sur la durée de vie d'un VUL vendu en 2020-
- Europe - VUL type grand fourgon - en gCO2e/km*



Le TCO des VUL électriques est inférieur en moyenne à celui des VUL diesel



Il faut noter que la demande est forte aujourd'hui pour des VUL électriques, mais que l'offre est largement insuffisante. Cette demande de VUL électriques va exploser dans les prochaines années (avec la mise en place des zones à faibles émissions), soutenue par une compétitivité accrue de l'électrique par rapport au thermique¹⁴. Déjà en 2022, le coût de revient (achat + usage) des utilitaires électriques, est comme le montre le graphique ci-contre, inférieur, y compris sans aide à l'achat, à celui des

utilitaires diesel. Le prix au km, si l'on prend en compte les aides à l'achat pour l'électrique est inférieur de 25 à 30% par rapport à un VUL roulant au diesel.

¹⁴ "How regulation is failing to electrify Europe's van market" T&E, May 2021.

2. Hybrides, biocarburants, biogaz : les alternatives sont trompeuses

L'électrique est régulièrement comparée aux autres carburants alternatifs. Au préalable, un éclairage doit être apporté sur l'hydrogène qui est également une solution zéro émission, mais qui n'est en réalité pas adapté aux véhicules légers. Ensuite, un décryptage des atouts des véhicules hybrides doit être fait : ces motorisations, présentées comme idéales pour la transition n'ont, en réalité, pas d'avenir. Parmi les autres alternatives, le biogaz et les biocarburants sont les plus fréquemment cités. Il convient de regarder de près ces solutions et leur potentiel réel, bien en deçà de ce qui est régulièrement avancé.

L'hydrogène : une technologie zéro émission certes, mais non adaptée aux véhicules légers

L'hydrogène est une solution zéro émission (à l'échappement) qui suscite beaucoup d'enthousiasme, et est présentée comme l'alternative idéale, à la fois "propre" et porteuse de souveraineté industrielle. Néanmoins, l'hydrogène est en réalité peu adapté pour les véhicules légers. En effet, dotée d'un moindre rendement énergétique par rapport à l'électricité, il est également plus cher que l'électrique. Dans les faits, plusieurs constructeurs automobiles se sont lancés dans la course dans les années 2000, Toyota, Daimler et d'autres promettant de construire des modèles qui populariseraient les voitures à hydrogène pour le marché de masse. Mais, une décennie plus tard, l'hydrogène n'a pas décollé. Il existe peu de voitures à pile à combustible à hydrogène.

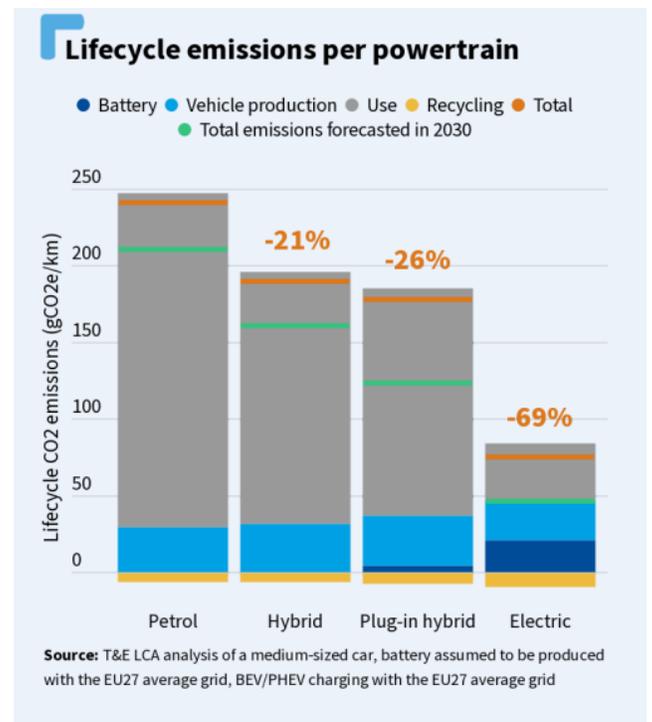
En outre, l'hydrogène est majoritairement produit aujourd'hui à partir d'énergie fossiles (gaz notamment) et les techniques de production à partir d'énergies renouvelables (hydrogène vert) sont minoritaires et encore très coûteuses. Si l'hydrogène est souvent perçu comme une solution d'avenir, l'accélération de la crise climatique ne nous permet pas de miser sur des solutions incertaines là où il existe des solutions matures. Selon l'analyse de T&E¹⁵, l'hydrogène a un rôle à jouer pour décarboner les secteurs aérien et maritime, et les efforts de développements de l'hydrogène vert doivent se concentrer sur ces secteurs, là où il n'existe pas de meilleure solution.

¹⁵ ["Moving hydrogen from hype to hope"](#), T&E, Février 2020

2.1. Les hybrides, même rechargeables, n'ont pas d'avenir

Alternative régulièrement citée, et considérée comme une technologie de transition : les hybrides rechargeables permettraient, selon leurs défenseurs, une transition en douceur, et plus acceptable. Dans les faits, les hybrides se caractérisent par un bénéfice environnemental très limité et un coût élevé, bien loin de leurs prétentions environnementales. Les études publiées par ICCT et T&E démontrent que ces motorisations n'ont pas d'avenir :

- Les hybrides rechargeables émettent en moyenne **3 à 5 fois plus de CO₂ que les émissions officielles** (90-195 gCO₂/km versus 37-39 gCO₂/km en moyenne, selon l'ICCT, juin 2022)¹⁶.
- Le bénéfice climat réel est limité : l'outil de comparaison en ACV de T&E montre que les motorisations hybrides non rechargeables ne permettent de réduire l'empreinte carbone que de **21%** par rapport à une motorisation essence. Ce gain est de **26%** pour les hybrides rechargeables. Un bénéfice limité d'autant plus que les évolutions de ces motorisations d'ici 2030 ne permettent pas d'envisager des gains substantiels; ils resteront à cette échéance 2,5 fois plus émetteurs que les VE.
- Les VHR sont des véhicules lourds, volumineux et chers et ne correspondent donc pas aux attentes sociales du marché européen et français en particulier. En effet, ces véhicules doivent incorporer les deux groupes motopropulseurs (thermique et électrique), ce qui rend difficile voir impossible la conception de petits VHR abordables, même à terme (moins de 5% des VHR sont dans le segment des petites voitures (B) et aucune en segment A).
- Les VHR vendus aujourd'hui ont pour la plupart une autonomie très limitée et sont équipés de moteurs électriques qui ne sont pas en mesure de fournir la puissance nécessaire pour rouler sans émissions dans toutes les conditions.¹⁷



¹⁶ [“Real world usage of plug-in hybrid vehicles in Europe : an 2022 update on fuel consumption, electric driving, and CO₂ emissions”](#), ICCT, 2022.

¹⁷ [“Plug-in hybrids in new emissions scandal as tests show higher pollution than claimed”](#), T&E, novembre 2020.

- 72% des hybrides rechargeables sont des voitures de société et ne correspondent donc pas pour les besoins des particuliers.
- Les constructeurs automobiles ont largement misé sur les hybrides rechargeables pour baisser artificiellement le niveau d'émission de CO₂ moyen des flottes de véhicules qu'ils mettent sur le marché chaque année et ainsi respecter les normes. Cette stratégie a un avenir limité, puisque l'UE a confirmé en juillet 2022¹⁸ que le système d'homologation des hybrides évoluera d'ici 2025, pour mieux prendre en compte les émissions réelles de ces véhicules.
- Les VHR n'ont pas d'avenir industriel et ont probablement déjà atteint leur pic des ventes. Les analyses prospectives d'entreprises spécialisées tablent sur un maximum de 10%-12% de VHR dans le mix plus ou moins constant durant cette décennie¹⁹.

2.2. Le biométhane, basé sur des ressources limitées, doit être réservé aux secteurs déjà dépendants du gaz

Le biométhane (BioGNV) permettrait selon ses défenseurs de favoriser une diversité technologique. Cet argument se heurte non seulement aux contraintes climatiques, mais également aux réalités économiques.

Le bioGNV / biométhane

Le bioGNV / biométhane est le produit de la méthanisation de cultures agricoles, déchets organiques divers et parfois combinés (ordures ménagères, boues des stations d'épuration, tontes des espaces verts, résidus de l'industrie agroalimentaire ou de la restauration collective, etc.). Au niveau européen, la majorité est aujourd'hui produite à partir de maïs, une source non durable. Il est exploitable sous forme gazeuse (la plus répandue - GNC) ou liquide (GNL - réservée aux transports lourds et plus contraignante).

Les études disponibles montrent au contraire le bénéfice net de l'électrique pour le climat, et la pertinence de cibler l'électrique en priorité pour les véhicules légers. L'étude réalisée par le cabinet français Carbone 4²⁰ publié en 2020, montre que le bilan carbone du biométhane (bioGNV) peut certes concurrencer celui des véhicules électriques mais surtout que l'analyse du cycle de vie a ses limites : elle ignore la disponibilité concrète et les coûts liés aux technologies. Or, le bioGNV à une disponibilité actuelle et future limitée, et sa

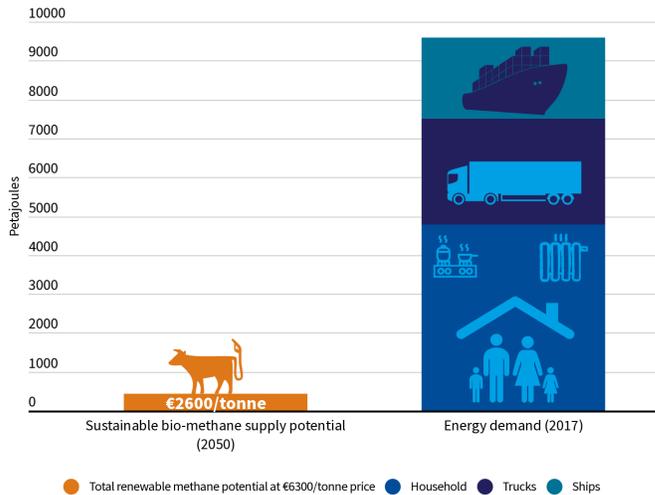
¹⁸ « [EU to end undercounting of plug-in hybrid emissions](#) », T&E, July 2022.

¹⁹ « [Promises, but no plans](#) », T&E, June 2021.

²⁰ « [Transport routier : quelles motorisations alternatives pour le climat ?](#) », Carbone 4, Novembre 2020.

large distribution nécessiterait des investissements forts. Ces deux contraintes ne permettent pas d'en faire une alternative à l'électrique pour décarboner les voitures et les utilitaires légers.

EU 2050 bio-methane potential not even enough for households



Notes: The chart is conservative as it compares 2050 supply with 2017 demand. This supply would only be feasible at a retail price of €6300/t (excluding taxes), which is more than 10 times higher than the current LNG prices. Energy demand for households is limited to natural gas demand only.

Sources: ICCT (2018), Eurostat (2017), UNFCCC (2017).

Cette alerte sur la disponibilité du bioGNV est également mise en avant au niveau européen par ICCT²¹ et T&E²² : ni le biométhane durable, ni le méthane synthétique produit à partir d'électricité renouvelable ne seront suffisamment disponibles ou abordables pour constituer une solution viable de décarbonisation du transport routier.

C'est pourquoi T&E recommande de réserver les ressources limitées de biogaz pour des secteurs qui sont déjà dépendants du gaz plutôt que de créer une demande supplémentaire dans le secteur du transport où il existe des technologies plus adaptées et matures.

2.3. Biocarburants : une alternative risquée pour l'agriculture et l'économie

Les biocarburants sont une solution qui permettrait, selon ses défenseurs, de prolonger la vie des motorisations thermiques et d'éviter l'impact de la fabrication des batteries. Pourtant, l'analyse ne peut s'arrêter là : ces dernières années, les biocarburants ont toujours été plus chers que les carburants fossiles en Europe, et cette situation ne devrait pas s'inverser dans les années à venir. Concernant les biocarburants de première génération, produits à partir de cultures agricoles, la question de la concurrence des usages est

²¹ [“Renewable gas is a distraction for Europe”](#), ICCT, Novembre 2018 et [“Biomethane potential and sustainability in Europe, 2030 and 2050”](#), ICCT, Juin 2021.

²² [“Natural gas-powered vehicles and ships – the facts”](#), T&E, 2018.

de plus prégnante : produire des carburants plutôt que des denrées alimentaires n'est certainement pas un choix viable ni pour l'agriculture ni pour l'économie.

Biocarburants : de quoi parle-t-on?

Les biocarburants de première génération, aussi appelés agrocarburants, sont issus de cultures qui entrent en concurrence avec l'alimentation (huiles végétales, cultures sucrières et amidonnières principalement) : on parle du biodiesel (pour les voitures diesel, fabriqué à partir de plantes contenant de l'huile (colza, tournesol, soja, palme) et du bioéthanol (pour les voitures essence). Cela couvre la grande majorité des biocarburants consommés actuellement en France (67% de biodiesel et 17% de bioéthanol en 2021 - ([source dataLab](#))).

Les biocarburants dits "avancés" sont issus de matières premières non-alimentaires : résidus agricoles, déchets forestiers. Ils sont pour l'instant très largement minoritaires en Europe et en France. Ces biocarburants, dotés d'un meilleur bilan carbone, sont néanmoins plus chers (jusqu'à 50% plus chers que les carburants fossiles).

Enfin, les biocarburants de 3e génération, produits à partir d'algues, sont encore au stade d'expérimentation.

Chiffres clés :

-L'Europe brûle chaque jour 10 000 tonnes de blé pour produire du bioéthanol pour les voitures - soit l'équivalent de 15 millions de pains de 750g (source rapport T&E).

-En France, la surface agricole dédiée à la production de biocarburants est d'environ 800 000 hectares soit l'équivalent d'un département comme le Puy-de-Dôme (source rapport Canopée), ou 3% des surfaces de céréales et de plantes sucrières.

Regardons-y de plus près : la Commission européenne alertait déjà dans une [étude parue en 2016](#) sur le mauvais bilan carbone des agrocarburants et notamment du biodiesel. En effet, les émissions liées au changement d'affectation des sols - qui se produisent lorsque des terres cultivées nouvelles ou existantes sont utilisées pour la production de matières premières pour biocarburants - sont particulièrement élevées sur l'ensemble du cycle de vie. [L'analyse de T&E](#), qui ajoute à ces chiffres les émissions directes des biocarburants (celles des tracteurs, des engrais et des installations), constate qu'en moyenne, le biodiesel issu d'huile végétale vierge entraîne des émissions supérieures d'environ 80 % à celles du diesel fossile qu'il remplace. Le biodiesel issu du colza représenterait 1,2 fois plus d'émissions de GES que le litre de diesel ; celui issu du soja, deux fois plus d'émissions ; et celui issu de l'huile de palme, trois fois plus. Ces biodiesels sont les biocarburants les plus populaires sur le marché européen..

Par ailleurs, en plus de faire concurrence aux productions destinées à l'alimentation, la production d'agrocarburants a tendance à favoriser l'agriculture intensive et l'usage de pesticides, comme le soulignent les organisations environnementales françaises dans un [document publié en mai 2022](#). Ceci, *“au détriment de la biodiversité, de la santé, des ressources en eau et des sols et d'un modèle agricole plus durable. C'est le cas par exemple du retour des néonicotinoïdes sur la culture de betterave”*.

Face à ce bilan dégradé, on pourrait s'attendre à ce que les biocarburants bénéficient d'un atout économique : ce n'est pas le cas. Selon une récente étude publiée par T&E en juin 2022²³, le coût du biodiesel est actuellement de 70 % à 130 % supérieur à celui de l'essence et du diesel sur le marché de gros, en fonction de la culture utilisée. Avec la hausse actuelle des prix de nombreuses matières premières utilisées pour les biocarburants, comme les huiles végétales, les céréales, les huiles de cuisson usagées et les graisses animales, la différence de prix avec les carburants fossiles ne cesse de s'accroître. Le bioéthanol produit dans l'UE, par exemple, est deux fois plus cher que l'essence. Au total, les biocarburants ajoutent **17 milliards d'euros par an à la facture de carburant de l'Europe**.

C'est pourquoi T&E recommande de ne pas continuer à utiliser des agrocarburants, ni pour les transports de personnes, ni pour les transports de marchandises. En ce qui concerne les biocarburants dits 'avancés', les quantités limitées qui seront disponibles devraient être focalisées à long terme sur le secteur de l'aérien, qui a moins d'alternatives technologiques pour sa décarbonation.

3. Les trois leviers pour réduire encore l'empreinte environnementale des batteries

La fabrication de la batterie soulève des enjeux, sur la disponibilité des ressources minérales, sur les impacts des activités minières et leur soutenabilité sociale, ou encore sur le bilan carbone. Alors que le marché de la batterie croît considérablement, il est essentiel de mettre en œuvre les nombreuses solutions qui existent pour réduire ces impacts.

Le [nouveau Règlement européen sur les batteries](#), en cours de négociation, sera un outil clé. Il porte sur trois dispositions principales : un approvisionnement responsable; la mesure et l'affichage de l'empreinte carbone, suivis de seuils d'émissions maximales obligatoires; la circularité (récupération des métaux et recyclage).

²³ [“Billions wasted in biofuels”](#), T&E, Juin 2021.

3.1 Relocalisation, renouvellement des techniques d'extraction, nouvelles technologies : les priorités pour décarboner la production des batteries

La production des batteries représente environ 40% de l'empreinte carbone de la production des véhicules électriques. Cela est notamment lié au traitement des métaux et à la fabrication des cellules. La décarbonation de cette étape de production est un des enjeux majeurs pour garantir une filière soutenable et la minimisation de l'empreinte carbone de nos transports.

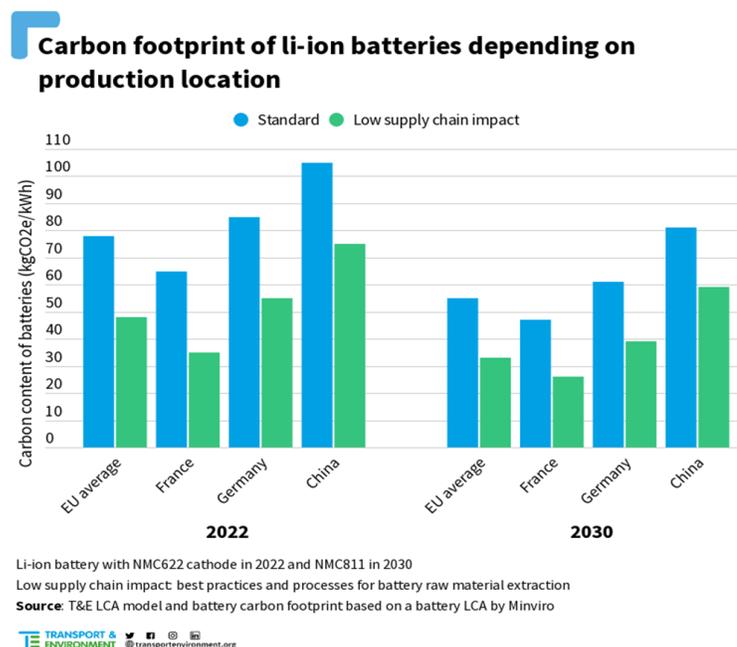
Relocaliser la production là où le mix électrique est le plus décarboné

T&E a évalué les potentielles réductions d'impacts carbone des batteries d'ici 2030 et les a prises en compte dans l'[outil d'analyse de cycle de vie en ligne](#). Cela passe notamment par une décarbonation du mix électrique nécessaire à cette production. La production prévue en Europe, et en particulier dans les pays comme la France où le mix électrique est le moins carboné, permettra donc de faire baisser l'empreinte carbone.

La proposition de la Commission européenne pour un Règlement batteries exige la **transparence sur le contenu carbone de la fabrication des batteries en Europe**. Elle envisage de mettre en place une méthodologie pour le calcul de l'empreinte carbone des batteries, et fixera des objectifs contraignants permettant d'écarter du marché les batteries les plus émettrices de CO₂. La mise en place de scores pourrait, à long terme, orienter les fabricants de batteries vers un mix décarboné.

Ainsi, comme le montre le graphique ci-contre, pour une batterie au lithium-ion (LIB) produite aujourd'hui

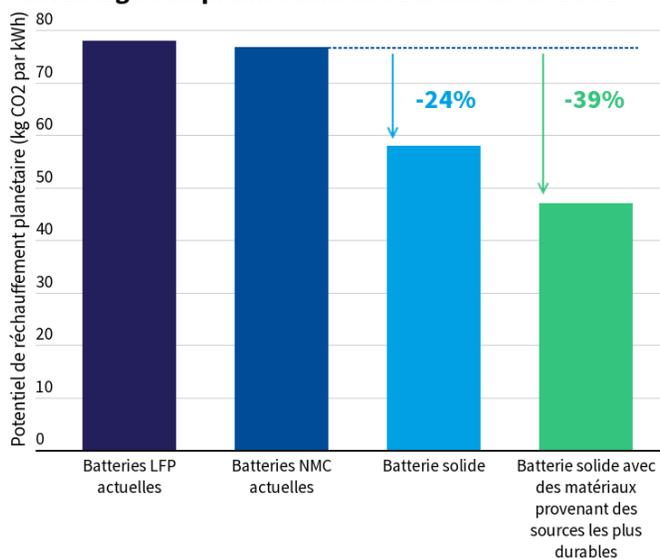
en Chine, les analyses réalisées pour T&E estiment l'empreinte par kWh à 105 gCO₂e/kWh. Si l'on se base sur les meilleures pratiques actuelles, il serait possible de ramener l'empreinte carbone à 75 gCO₂/kWh. En 2030, T&E prévoit qu'une batterie produite en Europe verra son empreinte diminuer à 55 gCO₂/kWh.



Favoriser le déploiement des nouvelles technologies de batteries

Pour des batteries solides, produites dans les meilleures conditions, cette empreinte pourrait baisser jusqu'à 33 gCO₂/kWh. C'est ce que montre en effet l'analyse de T&E²⁴, qui visait à mieux évaluer les bénéfices climat que pourraient apporter ces nouvelles technologies de batteries²⁵. Les batteries solides sont attendues sur le marché d'ici 3 à 5 ans. Elles sont prometteuses pour la filière, car plus denses énergétiquement, elles seraient plus efficaces, plus rapides à charger, plus légères pour un même niveau d'autonomie, et potentiellement moins chères. Du point de vue climat, l'étude T&E montrent qu'elles pourraient **réduire de près de 40% l'empreinte carbone des batteries des véhicules** électriques, si elles sont fabriquées dans les conditions les plus durables. Ceci implique également d'optimiser les techniques d'extraction et de traitement des métaux, et en particulier, le lithium, le nickel et le graphite, pour en réduire l'impact.

Les batteries solides pourraient permettre de réduire davantage l'empreinte carbone des batteries de VE



Résultats pour des batteries solides fabriquées avec un électrolyte solide à base d'oxyde et une cathode NMC

Source: Minviro (2022), Étude comparative de l'analyse du cycle de vie des batteries solides et des batteries lithium-ion pour les véhicules électriques en Europe

TRANSPORT & ENVIRONMENT @transportenvironment.org

Soutenir l'émergence des meilleures pratiques d'extraction et de traitement des métaux.

Par exemple pour le lithium, les sources à base de spodumène et d'argile sédimentaire, principalement extraites en Australie et raffinées en Chine, ont des impacts plus élevés que les autres sources de lithium, car elles demandent plus d'énergie pour l'extraction, la préparation et le raffinage jusqu'au produit final. Le lithium dérivé de la saumure ou directement extrait de puits géothermiques ont au contraire un impact beaucoup plus faible et peuvent réduire considérablement les émissions. Il est donc essentiel que les pratiques minières évoluent, et l'Europe a un rôle de premier plan pour réguler.²⁶

²⁴ “Will future batteries be greener?”, T&E, July 2022.

²⁵ La technologie solide utilise un matériau céramique solide au lieu des électrolytes liquides pour transporter le courant électrique. Du lithium métallique remplace le graphite de l'anode, augmentant ainsi la densité énergétique (jusqu'à + 60 %).

²⁶ Les technologies de batteries mentionnées ici : LFP (lithium-fer-phosphate) ; LFMP (Lithium -Fer-Manganese-Phosphate) et NMC-811 (Nickel-Manganèse-Cobalt).

3.2. Le devoir de diligence pour répondre aux questions éthiques et sociales

Les questions éthiques et environnementales soulevées par les besoins en ressources minérales pour les batteries électriques vont également être adressées par le Règlement batterie européen. Ce texte prévoit de rendre les constructeurs automobiles responsables de toute leur chaîne d'approvisionnement et interdira toute pratique qui ne respecte pas les droits de l'homme. Ils doivent ainsi s'assurer que leurs fournisseurs respectent les [cinq principes du devoir de diligence de l'OCDE](#) :

1. Mettre en place un solide système de gestion (système de contrôle, traçabilité, mécanisme de traitement des plaintes...);
2. Identifier et évaluer les risques liés à la chaîne d'approvisionnement;
3. Concevoir et mettre en oeuvre une stratégie pour répondre aux risques;
4. Faire réaliser par un tiers un audit indépendant de l'exercice du devoir de diligence concernant la chaîne d'approvisionnement en des points déterminés de cette chaîne
5. Rendre compte de l'exercice du devoir de diligence concernant la chaîne d'approvisionnement

Une fois le texte approuvé, toutes les batteries importées en Europe, quelle que soit leur origine de fabrication, seront soumises à une telle norme. Le texte vise donc une portée légale unique et internationale, qui impactera les fabricants de batteries et leur chaîne d'approvisionnement partout dans le monde.

3.3. Une filière intégrée pour mieux gérer les ressources minérales, de l'extraction jusqu'au recyclage

Les besoins en ressources minérales (graphite, cobalt, nickel, lithium, manganèse) sont croissants, pour les véhicules électriques, mais plus largement pour la transition énergétique et le déploiement des technologies numériques. Par ailleurs, l'extraction et le raffinage de ces ressources se fait principalement dans des pays hors de l'Europe. Cette croissance de la demande pose deux types de questions : les ressources sont-elles suffisantes à l'échelle mondiale? Peut-on dans ce contexte construire une souveraineté industrielle? Contrairement aux énergies fossiles, les ressources minérales se récupèrent et se recyclent. Ainsi la mise en place en Europe y compris en France d'une filière intégrée de collecte et de recyclage des ressources minérales pourra constituer un atout industriel majeur pour réussir la transition écologique.

Faisons tout d'abord un point sur le vocabulaire utilisé : contrairement aux idées reçues, si certains moteurs électriques contiennent des terres rares, ce n'est pas le cas des batteries. Une batterie contient en revanche des métaux et autres matières premières (lithium, nickel, graphite, cobalt) dont il faut assurer l'extraction et le recyclage et limiter l'empreinte carbone.

Que sont les “terres rares” ?

Malgré leur nom, les “terres rares” ne sont en réalité pas des terres, mais des métaux et ne sont pas rares. Elles regroupent 17 métaux²⁷ qui sont utilisés dans la fabrication de produits de haute technologie du fait de leurs propriétés électroniques, magnétiques, catalytiques, optiques, luminescentes et mécaniques.

Leur nom « terres rares » vient du fait qu’on les a découvertes à la fin du 18e siècle dans des minerais (d’où le nom de « terres »), peu courants en ces temps-là et difficiles à séparer les uns des autres avec les techniques utilisées à l’époque. Contrairement à ce que leur nom laisse penser, elles sont 200 fois plus abondantes sur Terre que l’or ou le platine²⁸ et leur concentration est trois fois plus importante que celle du cuivre et deux fois plus que celle du zinc.

Elles sont utilisées dans un très grand nombre de d’applications industrielles etc. Plus du quart (26 %) des terres rares utilisées dans le monde le sont en tant que catalyseurs dans le raffinage du pétrole, l’industrie pétrochimique et dans les pots catalytiques des voitures à moteur thermique.

Il y a une quinzaine d’années, les premiers véhicules hybrides, notamment la Toyota Prius et la Honda, étaient équipés de batteries NiMH (Nickel Métal Hydrure) qui contenaient une dizaine de kilos de lanthane, qui est une terre rare. Mais cette technologie de batteries est dépassée, remplacée par la famille des batteries lithium-ion (Li-ion) aux performances bien plus élevées et qui ne contiennent pas de terres rares.

Évaluons ensuite la croissance de la demande. Avec l’augmentation de la production de véhicules électriques à batteries, de nombreuses estimations sont faites sur les métaux :

- l’Union européenne estime qu’elle aura ainsi besoin de 60 fois plus de lithium et 15 fois plus de cobalt en 2050, ce qui rend l’enjeu d’autant plus prégnant²⁹.
- La croissance exponentielle des besoins, liée aux transitions énergétique et numérique, est également actée par l’agence internationale de l’énergie (IEA) qui estime qu’au niveau mondial, d’ici à 2040, la demande mondiale de nickel et de cobalt liée à la transition énergétique (au-delà des seuls besoins de l’automobile) pourrait être multipliée par 20 environ et celle de lithium par plus de 40.
- Les perspectives proposées par Bloomberg permettent d’estimer que les besoins en lithium seront multipliés par plus de 5 d’ici à 2030, ou en manganèse par 9.

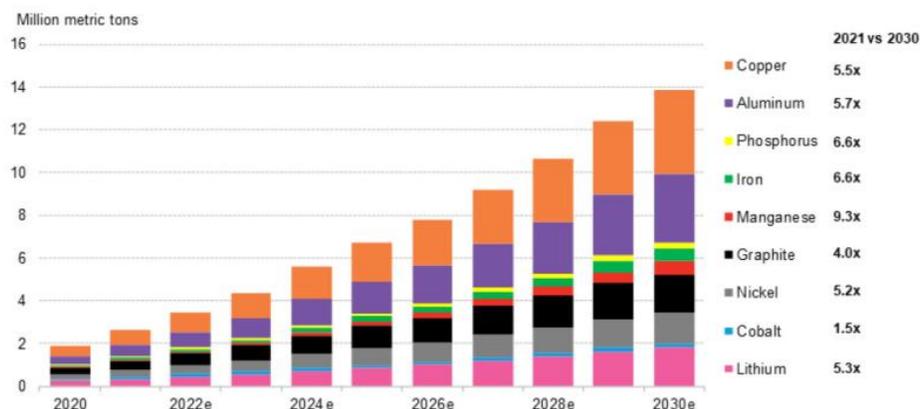
²⁷ Le scandium, l’yttrium, et les quinze lanthanides (Lanthane, Cérium, Praséodyme, Néodyme, Prométhium, Samarium, Europium, Gadolinium, Terbium, Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium, Ytterbium, et Lutécium).

²⁸ “Terres rares, énergies renouvelables et stockage d’énergie”, ADEME, Avril 2020.

²⁹ [Plan d’action](#) sur les matières premières critiques, Commission européenne (3 septembre 2020)

Ces estimations à 10 ans sont essentielles pour mesurer l'intérêt de la mise sur pied d'une filière de recyclage.

Figure 1: Metals demand from lithium-ion batteries



Source: BloombergNEF. Note: Metals demand occurs at mine mouth, one-year before battery demand. All metals expressed in metric tons of contained metal, except lithium, which is in lithium carbonate equivalent (LCE).

Un approvisionnement suffisant en lithium et nickel

T&E s'est de son côté penché sur la question de l'approvisionnement pour deux métaux stratégiques, le lithium et le nickel. [L'étude](#) publiée en mai 2022 montre qu'il y aurait suffisamment de ressources pour fabriquer jusqu'à 14 millions de voitures électriques dans le monde en 2023 - soit 55 % de plus que les projections actuelles du marché. En 2025, même si l'approvisionnement en matières premières se resserre, il reste supérieur à la capacité des usines de batteries, 21 millions de VE pourraient encore être produits - soit près de 50 % de plus que les estimations du marché.

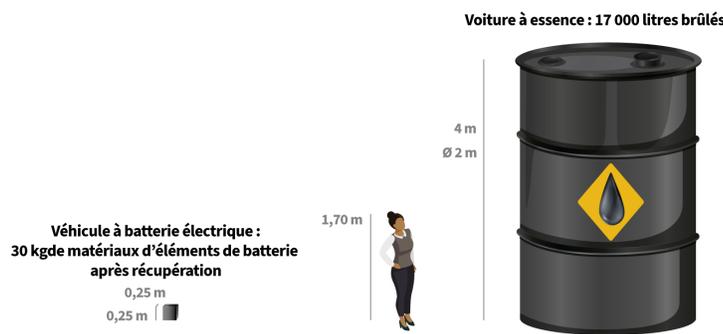
Toutefois, cela ne garantit pas l'approvisionnement de l'Europe en tant que premier marché mondial des VE. Dès à présent, les prix des ressources minérales fluctuent et pourraient être amenés à augmenter. Face à cet enjeu, la réglementation européenne va pousser les acteurs économiques à améliorer l'efficacité technologique des batteries et à optimiser les processus de recyclage pour réduire les besoins de matières premières.

Le recyclage joue un rôle clé

Le recyclage des métaux aura un effet sur la demande primaires de métaux. C'est donc un levier essentiel pour réduire l'empreinte environnementale. Pour ne pas passer de la dépendance des fossiles à la dépendance aux ressources minérales, l'Europe doit bâtir son autonomie stratégique pour l'avenir et s'assurer que les matériaux et composants nécessaires à la transition écologique – et notamment aux batteries électriques – soient produits en Europe. Et même si les volumes de batteries recyclées

n'atteindront des volumes significatifs que d'ici une dizaine d'années, c'est dès aujourd'hui que cela se joue. Car contrairement à de nombreuses croyances, les batteries de VE se recyclent très bien. Le Règlement européen sur les batteries oblige d'ailleurs les entreprises à collecter et recycler toutes les batteries mises sur le marché. Celles-ci devront atteindre des taux de recyclage définis pour chaque métal: 35% pour le lithium et 90 % pour le cobalt, le nickel et le cuivre en 2025, allant respectivement jusqu'à 70% et jusqu'à 95 % en 2030. Le Parlement européen a renforcé le texte, en proposant un taux de récupération du lithium de 70% dès 2025 et 90% en 2030.

Consommation de matériaux au cours du cycle de vie : batterie de véhicule électrique vs. carburant brûlé



TRANSPORT & ENVIRONNEMENT | transportenvironnement.org

Source : calculs internes de T&E
Hypothèse : Le rendement et le kilométrage des véhicules se basent sur l'ECV des VE de T&E « How clean are electric cars ? » (À quel point les véhicules électriques sont-ils propres ?). Batterie moyenne de BEV basée sur les données de CES Online et de BNEF.

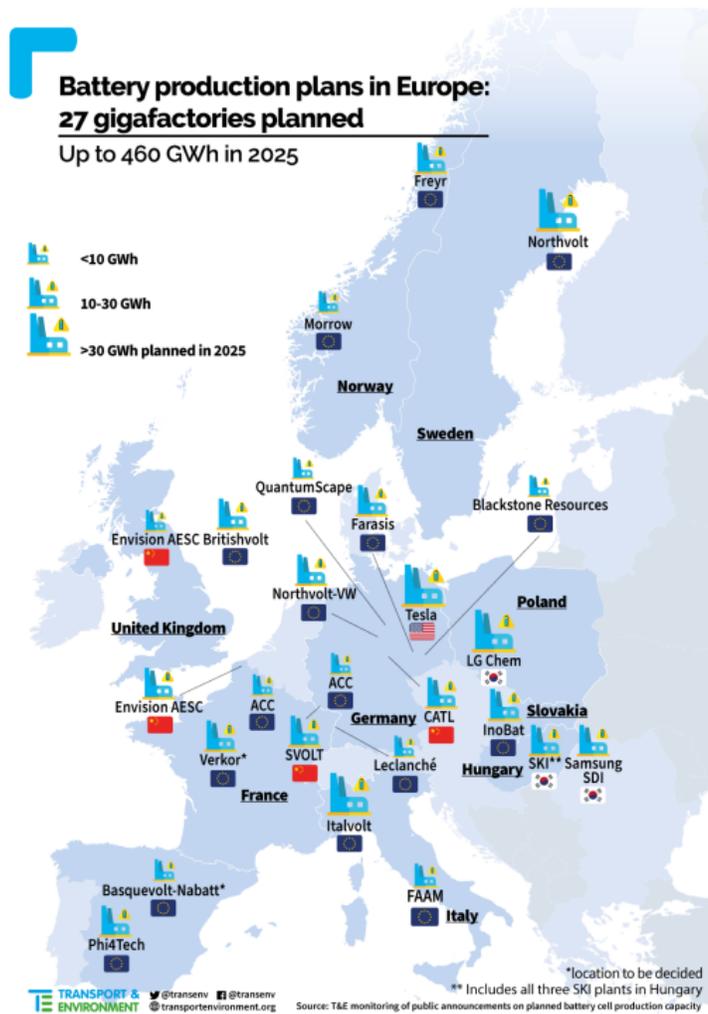
En tenant compte de ces taux de recyclage, la grande majorité des éléments composant la voiture électrique peuvent être recyclés. Seule une boule de métal de la taille d'une balle de football serait perdue. **Le recyclage des batteries devrait ainsi permettre la diminution substantielle du besoin d'extraction des ressources, de l'ordre de 20% à 65% en 2035, en fonction des métaux.** A l'inverse, le pétrole brûlé dans une voiture ne peut pas être récupéré. Or, l'extraction de ce pétrole engendre des problèmes environnementaux et sociaux majeurs. L'industrie pétrolière ne

répondra malheureusement pas aux mêmes exigences d'audit que la filière batterie, telles que définies dans le Règlement en discussion.

L'exemple du lithium illustre bien les enjeux de l'approvisionnement et du recyclage, et le rôle clé que pourra jouer l'UE dans les années à venir. T&E estime, dans son [étude publiée en juillet 2022](#), que le besoin en lithium pour les batteries solides sera de 35% supérieur au besoin des batteries actuelles. L'arrivée des batteries solides va ainsi générer une croissance supplémentaire de la demande en lithium d'ici la fin de la décennie, ce qui coïncide avec la mise en service de nouvelles capacités de production de lithium. Mais cela implique également de faire évoluer les pratiques d'extraction et de traitement des métaux, et de maximiser les taux de recyclage, afin de limiter le besoin d'extraction.

Déjà aujourd'hui, les constructeurs automobiles concluent des accords d'approvisionnement à long terme en métaux pour batteries (pas seulement en lithium), et l'approvisionnement direct lui confère la capacité de contrôler les conditions environnementales et de respect des droits de l'homme dans lesquelles elles sont extraites. L'UE a également un rôle à jouer dans ce domaine: elle doit utiliser sa force diplomatique

pour obtenir des métaux pour la transition écologique, en conditionnant ces accords commerciaux à des clauses environnementales et des garanties sur la protection des droits de l'homme. Au-delà, T&E recommande à l'UE de créer une autorité centralisée chargée de coordonner la sécurité de l'approvisionnement en métaux critiques, soit sous l'égide de l'Alliance européenne des batteries, soit directement au sein de la Commission.



Une forte ambition Européenne pour la production de batteries

Enfin, on peut se demander s'il y aura assez de batteries produites en Europe pour répondre à la demande. D'après nos projections basées sur les annonces de gigafactories en Europe, la production de batteries devrait être suffisante pour satisfaire la demande de véhicules électriques en 2025.

En suivant cette trajectoire, l'offre de batteries produites en Europe sera en mesure de répondre au besoin et permettra notamment un déploiement progressif du véhicule électrique en Europe pour atteindre 100% des ventes en 2035. En France, les entreprises Verkor et ACC devraient produire suffisamment de batteries pour équiper près d'un demi-million de véhicules électriques en 2025, l'équivalent d'un quart des ventes totales de voitures en France.

4. Les véhicules électriques seront un atout pour la flexibilité du réseau électrique

Le déploiement des véhicules électriques entraîne une augmentation des besoins en électricité (décarbonée) et soulève des enjeux d'intégration au réseau électrique via des moyens de pilotage. Néanmoins, cette demande additionnelle ne peut pas être considérée de manière simple. En effet, une intégration intelligente au réseau pourrait être un atout flexibilité dans le cadre du déploiement des énergies renouvelables.

4.1. Les VE représenteront 10% maximum de la consommation d'électricité en 2035

Une étude publiée en 2019 par RTE et l'AVERE³⁰ a étudié l'impact de la mobilité électrique sur la consommation électrique française. Cette étude confirme que le système électrique français peut absorber le développement du véhicule électrique avec un pilotage limité de la recharge.

L'étude résume: *"La consommation totale d'électricité des transports individuels et collectifs pèserait au plus un dixième de la consommation d'électricité totale en France à l'échéance 2035. Il ne s'agit pas d'un enjeu prégnant: c'est moins que la consommation du chauffage résidentiel, moins que l'augmentation de la consommation électrique de la France entre 2000 et 2010. Le parc électrique décrit par le projet de PPE est amplement suffisant pour couvrir ce nouvel usage."* De plus, la consommation énergétique additionnelle nécessaire à l'électrification du parc pourrait, en grande partie, être compensée par les gains d'efficacité énergétique dans les autres secteurs (comme le logement par exemple).

4.2. Les VE apportent une solution de flexibilité pour le réseau électrique

Par ailleurs, le pilotage intelligent de la recharge peut permettre de lisser les besoins de consommation afin d'éviter les pointes de consommation, gourmandes en énergie et qui entretiennent le besoin d'importation ou de capacité de production fossiles. Le développement d'outils intelligents de recharge sera une des clés de la soutenabilité des véhicules électriques et pourrait apporter un élément de réponse aux besoins grandissants de flexibilité du réseau électrique.

Ces besoins seront croissants dans les décennies à venir. Les VE pourraient ainsi favoriser une meilleure intégration de la part croissante d'énergies renouvelables dans le mix électrique.

³⁰ ["Les enjeux du développement de l'électromobilité pour le système électrique"](#), RTE-AVERE, 2019.

RTE a d'ailleurs début 2022 certifié le « vehicle-to-grid » (V2G) en tant que solution d'équilibre des réseaux. Le V2G est une technologie qui permet de récupérer l'énergie stockée dans la batterie d'un véhicule pour la réinjecter dans le réseau électrique, assurant ainsi un rôle d'équilibre entre production et consommation.

4.3. 3,5 millions de bornes de recharge publiques d'ici 2030 en Europe

Pour passer des voitures thermiques aux voitures électriques, il faut aussi passer de la station essence au réseau de bornes de recharge. La crainte du manque d'autonomie est un des premiers freins à l'acquisition d'un véhicule électrique. En premier lieu, 90 % des utilisateurs de véhicules électriques se branchent à domicile ou sur leur lieu de travail. Les possibilités de charge à domicile offrent de réelles facilités pratiques, et l'avantage d'un coût moindre et prévisible. Néanmoins le réseau de recharges publiques, indispensable, demeure un véritable défi pour la conversion à l'électrique. Les années à venir devront anticiper les besoins, en fonction de l'évolution du parc. La planification écologique prend ici tout son sens.

Fin 2019, il y avait environ 185 000 points de chargement publics dans l'UE, soit un ratio de 1 point de recharge pour 7 véhicules. En France, au 31 mars 2022 selon l'[AVERE](#), il y avait 57 732 points de recharge ouverts au public (54% de plus qu'il y a un an), et cela représente 86 points de charge pour 100 000 habitants. Si aujourd'hui 60 % des aires de service du réseau concédé étaient équipées en recharge rapide (presque deux fois plus qu'au printemps 2021). La totalité des aires de service devraient être équipées d'ici la fin de l'année. Cela devrait se traduire concrètement par une station de recharge tous les 80 km en moyenne, et représente, selon l'AVERE, près de 800 points de recharge, dont 70 % délivrant de la recharge « très haute puissance », supérieure à 150 kW.

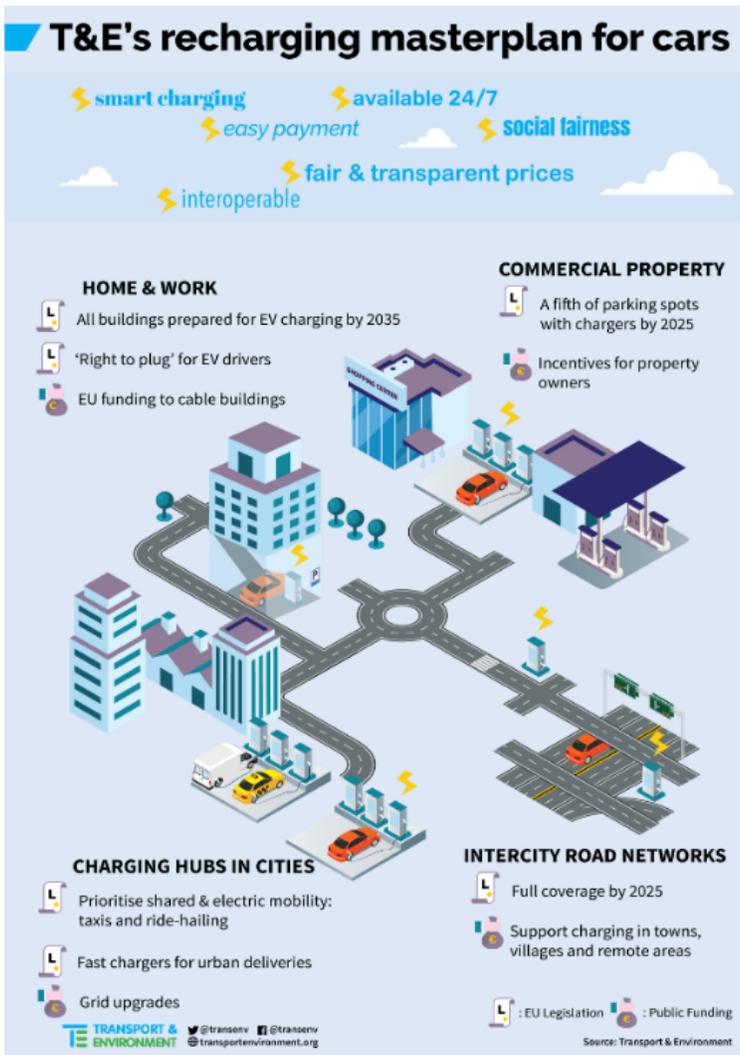
Mais avec l'explosion des ventes de véhicules électriques³¹ et les perspectives de vente pour les années à venir, le renforcement du réseau est indispensable, et ceci à l'échelle de l'espace européen. Pour répondre à ce défi, l'Union européenne est en passe d'adopter une loi dédiée dans le cadre du Green Deal. Il s'agit du Règlement AFIR (Alternative Fuels Infrastructure Regulation). Pour les véhicules particuliers, ce Règlement imposera à chaque Etat de garantir une infrastructure de base pour recharger les véhicules électriques afin de veiller à ne pas voir se développer une Europe à deux vitesses. AFIR devra permettre aux Européens de conduire un VE dans toute l'UE d'ici 2025 en éliminant les craintes concernant l'autonomie et la recharge. Il fixera de fait des objectifs contraignants aux Etats membres, mais aussi aux opérateurs de bornes. Il prévoit des stations de recharge tous les 60 km sur les grands axes routiers et 3,5 millions de bornes de recharge publiques³², et s'assurera que le nombre de points de recharge publiques augmente avec le nombre de VE

³¹ 1,2 millions de voitures 100% électriques en Europe de l'Ouest en 2021, soit +64% par rapport à 2020, une année également record puisqu'elle avait enregistré +144% de ventes par rapport à 2019.

³² Ce chiffre de 3,5 millions sera traduit en kW par VE sur la route, ce qui est susceptible de faire varier le nombre de bornes.

sur la route. En complément, la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments sera la législation en matière de recharge privée.

L'accès à la recharge constitue un défi de premier plan. T&E recommande³³ :



- la création d'un **droit européen à la prise** pour que les conducteurs de véhicules électriques (VE) n'attendent pas plus de 3 mois afin d'obtenir un accès à une infrastructure de recharge, à domicile ou sur leur lieu de travail.

- Que **d'ici 2035, toutes les places de stationnement de tous les bâtiments soient précâblées** et que des objectifs intermédiaires de 15 % en 2027 et de 30 % en 2030 soient mis en place pour s'aligner sur la croissance prévue du parc de VE. Pour les bâtiments publics, 100 % des places de stationnement devraient être précâblées d'ici 2030.

- La mise en place d'un **programme de financement pour le raccordement des immeubles et la mise à niveau des réseaux**, avec un objectif de raccordement d'1/5^{ème} des immeubles en 2025, et de 50% en 2030.

- La priorisation du déploiement des infrastructures à destination des **véhicules partagés** : taxis électriques, « car-sharing » et VTCs, véhicules de livraison et utilitaires électriques.

³³ “EPBD - Enable people to charge where they live and work (Energy Performance of Buildings Directive) Why the EU should prepare its buildings for electric vehicles”, T&E, 2021.

5. Adapter les véhicules au besoins réels de mobilité

Il est un dernier mythe qu'il s'agit de contrer : la conversion à l'électrique ne doit pas être confondue avec le sujet plus vaste de la place de la voiture dans nos sociétés et de l'usage que l'on en fait. La conversion des flottes et le développement des alternatives à la voiture sont deux défis nécessaires et complémentaires pour lutter contre le changement climatique et aller vers des villes durables. En outre, passer à l'électrique ne constitue pas un frein au développement d'autres solutions de mobilité -vélo ou transports en commun-, mais garantie à l'inverse une solution de décarbonation, là où la voiture demeure indispensable.

Pour aller plus loin, la conversion à l'électrique constitue une opportunité pour faire évoluer les usages de la voiture, et les modèles de véhicules eux-mêmes en les adaptant de manière plus forte aux besoins. Cela sera sans doute poussé par plusieurs facteurs, en particulier l'évolution du modèle économique entre thermique et électrique (prix d'achat plus élevé contre coût d'usage moindre et valeur ajoutée déplacée du moteur à la batterie). A cela s'ajoute le fait que le déploiement du véhicule électrique s'inscrit dans une trajectoire de décarbonation du secteur des transports, qui réduira son empreinte pour atteindre l'objectif 2050 : la décarbonation totale des transports en France³⁴. Dans cette perspective, et afin de limiter drastiquement les gaspillages, d'optimiser la durée de vie et l'usage des produits, plusieurs pistes sont à envisager :

- **Partager les véhicules, covoiturer** : le déploiement des véhicules électriques doit aussi aller de paire avec une augmentation de l'autopartage et du covoiturage qui permettent une intensification de l'usage des véhicules (qui aujourd'hui sont stationnés 95% du temps).
- **Adapter les modèles de véhicules par le biais des politiques industrielles nationales et européennes** : l'orientation du marché vers des modèles de véhicules plus imposants et peu efficaces du point de vue énergétique se heurte à ses limites. Elle ne permet pas de répondre à la diversité des besoins du marché (en France appétence pour les petits véhicules), à l'accessibilité prix, et de fait correspond à une empreinte matières plus élevée. La gamme de modèles de véhicules est sans doute amenée à s'étoffer pour répondre à la diversité des usages, en recherchant une plus grande efficacité énergétique pour les grands segments, via une optimisation de l'aérodynamisme; et en développant des véhicules plus adaptés à des distances au quotidien relativement courtes (inférieures en moyenne à 50km par jour en France) et à un faible chargement. Ces évolutions vont correspondre à la fois à des besoins sociaux, mais aussi apporter des réponses progressives à l'objectif de décarbonation totale des transports d'ici 2050.
- **Favoriser les alternatives à la voiture** : le déploiement des vélos à assistance électrique, vélos cargo, scooters électriques offre une alternative concrète et moins impactante pour une part significative des déplacements, en ville en premier lieu.

³⁴ Objectif voté dans la loi d'orientation des mobilités en 2019.

Conclusion : la France doit accélérer sur l'adoption du VE

La fin du moteur à combustion et la conversion à l'électrique sont incontournables pour nous permettre de maintenir le réchauffement climatique en deçà de 2°C. De fait, le bénéfice climat du véhicule électrique par rapport au thermique, et ses atouts par rapport aux autres alternatives (biogaz, biocarburants, hydrogène...) ne sont plus contestables. D'une part, les leviers existent pour améliorer les conditions d'extractions, de traitement et de recyclage des matières premières nécessaires à la fabrication des batteries. D'autre part, son déploiement peut compter sur des synergies avec une part croissante d'énergies renouvelables et des moyens accrus pour piloter les recharges et maîtriser les consommations. Le véhicule électrique constitue à ce jour la meilleure option pour décarboner les voitures et les utilitaires légers, qui resteront parmi les modes de déplacement indispensables pour les particuliers et les professionnels.

Il est donc décisif que les pays européens accélèrent le déploiement des véhicules électriques. La France, qui fait partie des 10 pays les plus avancés, ne devra pas se contenter de respecter la réglementation, en particulier sur la décennie 2020 où les objectifs européens sont faibles. Il y a en effet un risque, si les incitations des Etats ne sont pas assez fortes, de voir l'offre de nouveaux modèles stagner. C'est pourquoi T&E appelle la France à mettre en place des politiques et mesures nationales ambitieuses. Cela ne se fera pas sans une suppression effective des mesures de soutien à l'usage des véhicules thermiques.

Pour plus d'informations

Marie Chéron
Responsable des politiques véhicules
Transport & Environment
marie.cheron@transportenvironment.org
Mobile: +33 06 81 64 33 92