

ANNEXE

DE L'ÉCO-GUIDE DE L'AUTOMOBILE

Sources et informations complémentaires

INTRODUCTION

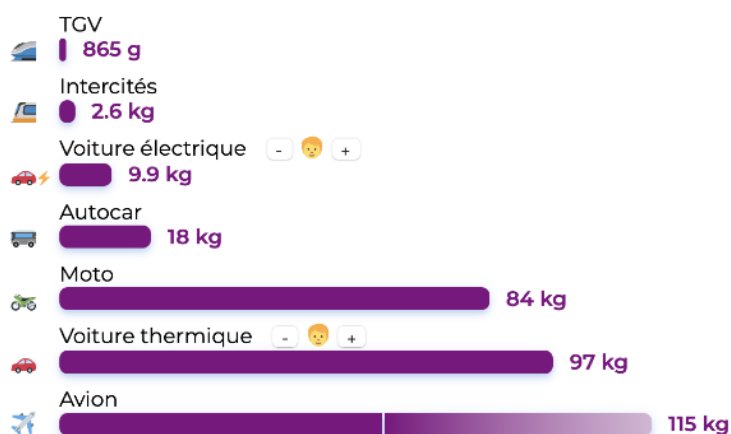
Le Carculator

Grâce à l'appui technique de l'Institut Paul Scherrer (PSI), et de son outil baptisé "Carculator", nous pouvons proposer une analyse en cycle de vie (ACV) pour l'ensemble du bilan écologique des véhicules particuliers. Pour comprendre la méthodologie, voir les pages 24 et 25 de l'éco-guide (Démarche, paramètres et indicateurs).

Concernant les sources des informations, elles proviennent de PSI, ou sont citées dans ce document annexe.

Outil pour calculer l'impact carbone de ses trajets

L'ADEME a mis en place un simulateur d'aide à la décision pour choisir le meilleur mode de transport pour nos trajets. Il prend en compte les émissions de gaz à effet de serre directs, et la production et distribution de carburant et d'électricité. Il ne prend pas en compte la construction des véhicules (voiture, vélo, batterie, train, avion...) et des infrastructures (routes, rails, aéroports...), ou des émissions de polluants de l'air et des impacts sur les écosystèmes, la biodiversité...



Simulateur écolab ADEME², pour calculer l'impact carbone de ses déplacements sur le climat

¹ <https://carculator.psi.ch/>

² <https://datagir.ademe.fr/apps/transport>

Un argument de poids

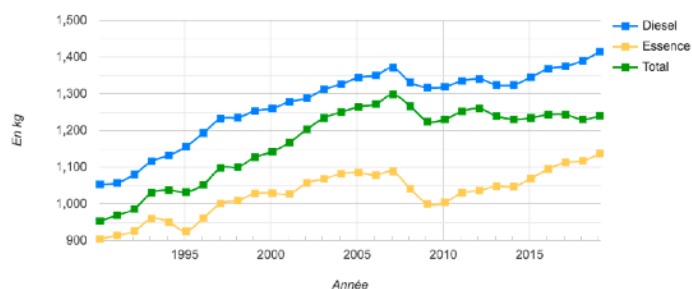
L'aspect d'un véhicule ayant le plus de conséquences sur sa phase de fabrication et sur sa consommation de carburant à l'usage, et donc sur son impact environnemental global, est son poids. La relation entre le poids et l'impact carbone d'un véhicule est linéaire. Voir graphique page 29 de l'éco-guide.

Pour toutes les motorisations, le poids moyen des véhicules d'un même segment a un effet direct sur son bilan carbone. Le véhicule électrique est plus lourd et répond à cette logique (impact fabrication, abrasion pneus-route), mais il est globalement un peu moins sensible aux variations de poids que les véhicules thermiques. Ceci est dû à l'effet bénéfique de la récupération d'énergie au freinage et en conduite, lors de sa phase d'utilisation, et plus largement, au fait que l'énergie est transmise de manière efficace : seulement 35% de l'énergie qui part de la batterie pour atteindre les roues est perdue, contre 75% pour les motorisations thermiques.

Ainsi, l'impact carbone en ACV d'une voiture électrique de grande taille et poids, est plus mauvais que celui d'un petit véhicule thermique ou hybride.

Environ 600 kg sont suffisants pour qu'une voiture réponde au besoin de mobilité. Au-delà de ce poids, l'alourdissement des véhicules est lié au renforcement des équipements de sécurité, à la généralisation des équipements de confort et à la satisfaction de l'ego ! L'alourdissement des véhicules est venu, au fil des ans, annuler les avancées techniques de réduction des émissions d'une voiture à l'échappement. Cette tendance a également un coût élevé pour les utilisateurs, en lien avec les dépenses de carburant et de maintenance de ces véhicules.

D'après l'ADEME³, depuis les années 1990, la masse moyenne d'un véhicule particulier a augmenté de 15 à 20% alors que le taux d'occupation moyen d'une voiture a continué de baisser. La masse d'une voiture diesel dépasse 1,4 tonne en 2020, par rapport à environ 1 tonne en 1990. Celle d'une essence a également augmenté, pour passer à près d'1,2 tonnes en 2020 contre 900 kilos en 1990.



Évolution de la masse moyenne des véhicules particuliers neufs vendus en France - Carlabelling ADEME⁴

La mode des SUV, poussée à grand renfort de publicité, aggrave cette tendance. Près de la moitié des plus de 4 milliards d'€ consacrés aux dépenses de publicité de la filière automobile en 2019 a concerné la promotion des SUV en France. Un SUV par rapport à une voiture standard, c'est 200 kg, 25 cm de long et 10 cm de large en plus⁵.



Vidéo WWF - <https://youtu.be/CD24fo4YStc>

Mieux vaut donc acheter léger et louer occasionnellement un véhicule plus volumineux. Plusieurs sites de location de voitures entre particuliers permettent de louer des véhicules près de chez soi, partout sur le territoire, à moindre coût, tels de Ouicar⁶ et Getaround (ex-Drivy)⁷. Le gain réalisé par ce comportement sera réel pour l'environnement et la santé, mais aussi pour son propre portefeuille !

³ <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/Chiffresclestransports.pdf>

⁴ <https://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/evolutionMasseMoyenne>

⁵ <https://www.wwf.fr/sengager-ensemble/relayer-campagnes/stop-suv>

⁶ <https://www.ouicar.fr>

⁷ <https://fr.getaround.com>

Le marché en 2020 : dégringolade du diesel, montée des alternatives

Bien que le marché de l'automobile ait connu une baisse de 25% de ses ventes en 2020 par rapport à 2019, une tendance forte à l'achat de véhicules "alternatifs" se dessine.

Sur les près de 1,7 million de voitures neuves⁸ vendues en 2020 en France, seulement 30% étaient des diesels (contre 34% en 2019 et plus de 70% en 2012 !). Les

différents types d'hybrides atteignent près de 15% des ventes, dont 4,5% pour les hybrides rechargeables. Les véhicules électriques ont fait un grand bond, avec près de 7% du marché, contre 2% en 2019. Les voitures à essence représentent 47% du marché des véhicules neufs, contre 58% en 2019⁹. Le 1% restant correspond aux véhicules thermiques fonctionnant au gaz (GNV, GPL).

COMPARAISON ENTRE LES DIFFÉRENTES MOTORISATIONS

Citadines (Segment B). Voir pages 26 et 27 de l'éco-guide.

Les émissions de gaz à effet de serre

Pour aller plus loin :

Bilan carbone de la fabrication des batteries¹⁰

Seuil de rentabilité climatique des voitures électriques : entre 44 000 et 70 000 km selon le segment¹¹.

L'impact sur la santé

Pour aller plus loin :

Méthode International Life Cycle Data ILCD 2.0 2018¹²

Comment le changement climatique impacte-t-il la santé humaine ?¹³

⁸ <https://pro.largus.fr/actualites/marche-automobile-2020-les-principaux-chiffres-cles-10505390.html>

⁹ <https://www.automobile-magazine.fr/toute-l-actualite/article/28650-marche-auto-2020-baisse-historique-des-immatriculations-envol-des-motorisations-electrifiees>

¹⁰ IFP Energies Nouvelles 2018. Bilan transversal de l'impact de l'électrification par segment : PROJET E4T. ADEME. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/projet-e4t-bilan-impact-electrification-2018.pdf>

¹¹ Linda Ager-Wick Ellingsen et al 2016 Environ. Res. Lett. 11 054010 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/5/054010/pdf>

¹² <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/international-reference-life-cycle-data-system-ilcd-handbook-general-guide-life-cycle>

¹³ OMS : <https://www.who.int/globalchange/climate/fr/>

La pollution de l'air

Pour le véhicule électrique, c'est la fabrication de la batterie qui est responsable d'une grande partie de son impact sur la pollution de l'air¹⁴. L'intensité énergétique des batteries ne cesse d'augmenter¹⁵, ce qui signifie que pour une même capacité (en kWh), la masse requise va diminuer, et dès 2030 le véhicule électrique devrait être celui qui émettra le moins de particules fines. Le recyclage des métaux va aussi dans le sens de la diminution de la pollution de l'air, puisqu'une partie des batteries ne proviendra pas directement d'exploitations minières.

La pollution de l'air due aux véhicules thermiques est liée à leur phase d'utilisation et notamment à leurs émissions de polluants à l'échappement. De plus, les motorisations thermiques génèrent des particules et gaz imbrûlés qui se transforment dans l'atmosphère en particules secondaires¹⁶. Les composés organiques volatils (COV) ou l'ammoniac (NH₃) issu des systèmes de dépollution du dioxyde d'azote (NO₂) des moteurs

diesel (urée dans les filtres AdBlue), des pots catalytiques des moteurs essence et des voitures au gaz, se transforment ainsi en particules dans l'air, après avoir été émis à l'échappement. Un gramme d'ammoniac devient un gramme de particules secondaires, par transformation dans l'atmosphère¹⁷. De plus, l'ajout d'urée (AdBlue) a pour effet pervers d'augmenter les émissions de CO₂.

Les émissions des machines, lors de l'extraction du pétrole brut pour la confection de l'essence et du gazole sont significatives (émissions de NO₂, gaz précurseur d'ozone). En dépit de fortes émissions polluantes et de grandes distances parcourues, le transport du pétrole vers l'UE possède un impact faible par rapport à la quantité de pétrole transportée. Le reste des transports (transport par oléoduc en UE, transport au dépôt et distribution par camion) a un faible impact, en raison des petites distances parcourues.

Pour aller plus loin :

Santé publique France. Pollution de l'air : nouvelles estimations de son impact sur la santé (avril 2021)¹⁸.

CITEPA. Inventaires annuels des émissions de polluants dans l'air et gaz à effet de serre¹⁹.

ANSES. Études d'impact des infrastructures routières²⁰.

L'évolution des normes et des systèmes de dépollution à l'échappement

En phase d'usage en 2020, l'impact du gazole est similaire à celui de l'essence pour les particules. L'entrée en vigueur de la norme EURO-6-d montre une réduction notable des émissions des diesels. Or, les systèmes de dépollution ont des effets pervers pas toujours bien évalués. Ainsi les filtres à particules laissent échapper des particules ultrafines²¹, dont l'impact est plus toxique pour l'organisme que les particules plus "grosses". Ces particules peuvent traverser la barrière sanguine et se loger dans tous les organes du corps, dont le cerveau d'enfants dans des métropoles²².

¹⁴ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/90511_acv-comparative-ve-vt-rapport.pdf

¹⁵ <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/transports/vehicule-electrique>

¹⁶ <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-26965-avis-ademe-particules-nox.pdf>

¹⁷ <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2270-4>

¹⁸ <https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/pollution-de-l-air-ambient-nouvelles-estimations-de-son-impact-sur-la-sante-des-francais>

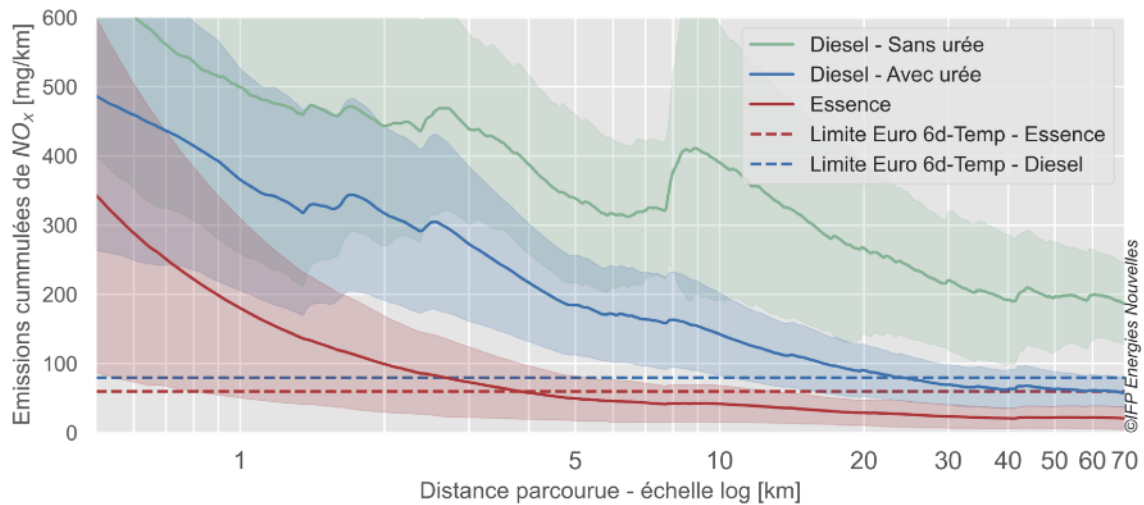
¹⁹ <https://www.citepa.org/fr/>

²⁰ <https://www.anses.fr/fr/content/etudes-dimpact-des-infrastructures-routieres-lanses-propose-une-liste-de-polluants-a-etudier>

²¹ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avis_ademe_emissions_particules_vehicules_juin2014.pdf

²² D. Cserbik, J.-C. Chen, R. McConnell, K. Berhane, E. R. Sowell, J. Schwartz, D. A. Hackman, E. Kan, C. C. Fan, M. M. Herting, Fine particulate matter exposure during childhood relates to hemispheric-specific differences in brain structure. *Environment International*, Vol. 143, 2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412020318882>

Les émissions du diesel sont classées “cancérogène certain” par l’Organisation Mondiale de la Santé (OMS) depuis 2012²³.



Comparaison de l'évolution des émissions cumulées de NOx à l'échappement en fonction de la distance sur essai RDE entre véhicule essence et diesel (lignes épaisses). Les aires colorées représentent l'écart type entre les émissions réelles et la norme Euro 6d-Temp entrée en vigueur en septembre 2019 - IFPEN 2020

Une étude récente de l'IFP Énergies nouvelles (IFPEN), anciennement l'Institut Français du Pétrole, montre que les systèmes de dépollution des NO₂ des voitures diesel ne sont pas efficaces au démarrage et ont besoin de monter en température avant de devenir²⁴. Un véhicule diesel sans système de dépollution à l'urée (AdBlue) ne respecte jamais la norme EURO 6d-Temp pour le NO₂. Ceci confirme l'impérative nécessité de “sortir” les véhicules diesel des villes, où leurs émissions sont souvent plus élevées et où davantage de populations sont concentrées et exposées.

Les émissions hors échappement

Il existe 4 sources d'émissions de particules hors échappement²⁵.

Ces particules fines ainsi produites peuvent être composées d'une forte proportion de métaux lourds. C'est le cas pour l'usure des freins²⁶.

Bien qu'ils émettent à l'usage globalement moins de particules que les motorisations thermiques, les véhicules électriques émettent tout de même une quantité importante de PM₁₀ et PM_{2,5}. Ceci est lié aux émissions dues au frottement et à l'abrasion (pneus, routes, freins, remise en suspension), qui sont plus élevées pour les voitures plus lourdes²⁷. Toutefois, concernant les freins, les véhicules électriques et hybrides bénéficient d'une meilleure efficacité de leur système de freinage, grâce à leur moteur qui utilise l'énergie du freinage pour recharger la batterie et évite donc d'utiliser les disques de freins et d'émettre des particules chargées en métaux lourds.

²³ https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr213_E.pdf

²⁴ <https://www.ifpenouvelles.fr/article/emissions-des-voitures-essence-et-diesel-recentes-publication-letude-realisee-ifpen>

²⁵ https://read.oecd-ilibrary.org/environment/non-exhaust-particulate-emissions-from-road-transport_4a4dc6ca-en#page10

²⁶ https://www.citepa.org/fr/2020_01_a05/

²⁷ <https://www.automobile-propre.com/pollution-lusure-des-pneus-1-000-fois-pire-que-les-emissions-dechappement/>

Les pneus, sources de pollution particulaire et microplastique partout sur la planète

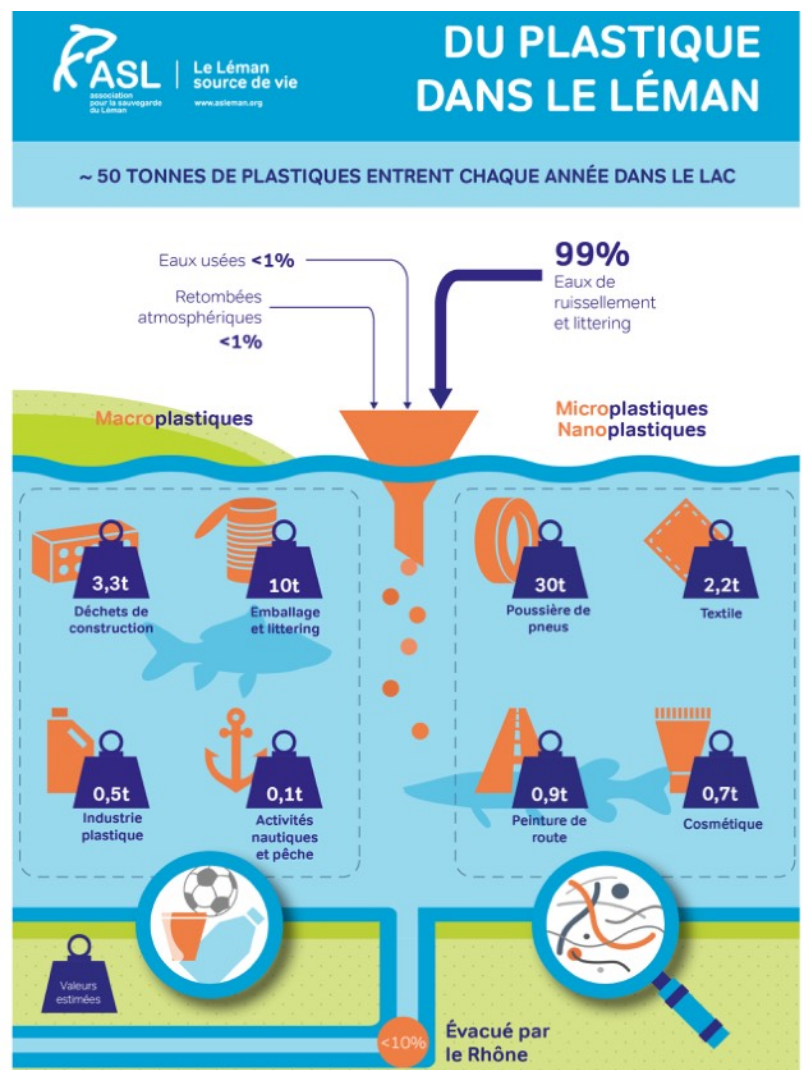
Chaque pneu perd en moyenne 4kg de matière au cours de sa vie.



Environ 430 000 tonnes de particules ultrafines de pneus et de freins (PM_{2,5}) sont déposées dans l'environnement chaque année, dont environ un tiers jusque dans les mers et océans (34% des particules de pneus et 30% des particules de freins, soit au total 140 000 tonnes), d'après une étude publiée dans Nature Communications en 2020²⁸. Ces particules peuvent rester dans l'air pendant un mois. Plus de 11% d'entre elles, soit 48 000 tonnes, se déposent sur des zones glaciaires lointaines (Arctique, glaciers alpins et himalayens), augmentant leur fonte, puisque ces particules absorbent la chaleur du soleil.

L'usure des pneus est la source numéro un de pollution aux microplastiques dans la baie de San Francisco. Les débris de pneus contribuent près de 300 fois plus à la pollution des eaux par les microplastiques que les vêtements ou les cosmétiques, selon une campagne scientifique menée pendant 3 ans par le San Francisco Estuary Institute et 5 Gyres Institute en 2019²⁹.

En France et en Suisse, 60% des plastiques dans le lac Léman sont des poussières de pneus et 50 000 tonnes de plastiques entrent dans le lac chaque année³⁰.



²⁸ N. Evangeliou, H. Grythe, Z. Klimont, C. Heyes, S. Eckhardt, S. Lopez-Aparicio, A. Stohl. Atmospheric transport is a major pathway of microplastics to remote regions. Nature Communications. 2020. <https://www.nature.com/articles/s41467-020-17201-9.pdf>

²⁹ R. Sutton, A. Franz, A. Gilbreath, D. Lin, L. Miller, M. Sedlak, A. Wong, C. Box, K. Munno, X. Zhu. Understanding Microplastic Levels, Pathways, and Transport in the San Francisco Bay Region. SFEI-ASC Publications #950. Octobre 2019. <https://www.sfei.org/documents/understanding-microplastics>

³⁰ <https://asleman.org/sensibilisation/microplastique/>

La toxicité humaine

Quel que soit le type de motorisation, les impacts en termes de toxicité de la phase de fabrication sont localisés au niveau de l'extraction des métaux. Les résidus miniers, souvent riches en métaux lourds et autres substances nocives³¹⁻³², sont relâchés dans les terres alentour ou dans les cours d'eau. Certains polluants peuvent être dispersés par le vent ou lixiviés dans les sols, entraînant une pollution locale à long terme. L'empoisonnement de la population a ensuite lieu, soit via la contamination des cultures, soit via la contamination des cours et des réserves d'eau.

Les véhicules électriques apparaissent plus toxiques pour les humains que les véhicules thermiques. Que ce soit pour l'extraction du lithium, composant de base des batteries, ou pour l'extraction d'autres matières premières comme le cuivre ou l'aluminium, les activités minières nécessaires à la fabrication d'un véhicule électrique sont plus intenses que pour un véhicule thermique, et les techniques utilisées sont néfastes à la fois pour la santé humaine et pour la biodiversité³³.

L'extraction du lithium requiert une grande quantité de divers produits chimiques dangereux pour la santé

et pour l'environnement. L'obtention d'aluminium, plus utilisé dans les véhicules électriques afin de gagner en légèreté pour compenser le poids des batteries, présente les mêmes inconvénients.

On trouve environ 4 fois plus de cuivre dans une voiture électrique que dans une voiture thermique, auquel il faut rajouter le cuivre des bornes de recharge. Or, dans la nature, le cuivre est souvent lié à d'autres métaux toxiques (plomb, arsenic, cadmium) auxquels sont exposés les travailleurs des mines³⁴.

La quantité de métaux difficiles à extraire ou de terres rares est plus importante pour les véhicules électriques que pour les thermiques, ce qui explique la différence d'impact. Les hybrides ont des impacts intermédiaires car leurs moteurs électriques sont plus petits.

L'impact des véhicules thermiques est loin d'être négligeable. Pour la phase de fabrication, il est dû à l'extraction de l'acier nécessaire au châssis et au moteur. Pendant l'utilisation, il est lié aux substances toxiques qui sont rejetées à l'échappement.

L'impact sur la biodiversité

Pour aller plus loin :

Méthode ILCD 2.0 2018³⁵.

Le changement climatique a de nombreux effets sur la biodiversité³⁶.

Impact sur les sols

L'impact du cycle de vie d'un véhicule sur les sols peut être décomposé principalement en termes :

- d'acidification des terres
- de toxicité des sols
- d'occupation de terres arables

Le potentiel d'acidification des milieux naturels de la fabrication des véhicules est lié, dans une large mesure, aux émissions de dioxyde de soufre lors de l'extraction et de la mise en forme des matériaux pour la fabrication des composants (principalement l'acier et l'aluminium). Le reste est dû aux émissions de NO₂

³¹ <https://ecoinfo.cnrs.fr/2010/08/06/les-terres-rares-quels-impacts/>

³² <https://www.franceinter.fr/info/pollution-mini%C3%A8re-un-scandale-persistant>

³³ <http://www.lejournalinternational.info/les-voitures-electriques-solution-durable-de-la-transition-ecologique/>

³⁴ <https://reporterre.net/La-voiture-electrique-cause-une-enorme-pollution-mini%C3%A8re>

³⁵ <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/international-reference-life-cycle-data-system-ilcd-handbook-general-guide-life-cycle>

³⁶ <https://www.ecologie.gouv.fr/impacts-du-rechauffement-climatique-sur-biodiversite>

et de certains postes, comme les émissions liées à l'assemblage et à la distribution.

Bien que la voiture électrique n'émette pas de NO₂ à l'échappement, le potentiel d'acidification de la phase de production du véhicule s'accroît avec le degré d'électrification³⁷. Il est lié essentiellement à la chimie de batterie et à sa taille. La production d'oxydes de soufre (SO₂) joue un rôle important dans l'acidification des terres, ainsi que le NO₂ et le NH₃. Les oxydes de soufre sont émis tout au long de la phase d'utilisation des véhicules électriques pour la production d'électricité, mais aussi lors de l'extraction des matières premières pour la fabrication de la batterie.

Les produits et méthodes utilisés lors de l'extraction des matériaux nécessaires à la masse active de la batterie (cobalt, lithium, nickel), sont aussi un facteur important d'acidification ou de toxicité des sols, et l'impact de la phase de production du véhicule électrique est environ 3 fois plus élevé que celui d'un véhicule essence et diesel.

Pour les véhicules hybrides rechargeables, l'impact sur les sols est multiplié par 2 par rapport à celui d'un véhicule thermique essence. Cela est dû à l'addition des impacts des motorisations (thermique et électrique).

Pour les véhicules thermiques essence et diesel, le potentiel d'acidification est important pour la production du carburant, en particulier la phase de raffinage et ses émissions de SO₂ et NO₂. En phase d'utilisation, ces émissions restent importantes et engendrent des impacts non négligeables.

L'impact très important des véhicules au gaz sur les sols est plutôt dû à l'occupation de terres arables et à la toxicité qu'au potentiel d'acidification. L'extraction du gaz implique en effet une exploitation minière importante. La fracturation hydraulique peut être utilisée, avec des conséquences désastreuses sur l'environnement. Les techniques d'extraction de gaz, quelles qu'elles soient, requièrent l'utilisation de produits chimiques néfastes pour la biodiversité.

Impact sur l'eau douce et marine

Lors de la phase de fabrication, le potentiel d'eutrophisation du véhicule électrique est plus élevé que celui des véhicules thermiques et s'accroît avec le degré d'électrification du véhicule³⁸.

Le potentiel d'eutrophisation est également important lors de la phase d'extraction du pétrole brut pour les carburants essence et gazole, alors que la

production de l'électricité en France présente des émissions de nitrates plus faibles que les autres vecteurs énergétiques.

À l'usage, le véhicule diesel a un potentiel d'eutrophisation plus important que les autres véhicules, en raison de ses émissions de NO₂.

Et l'impact des infrastructures ?

Pour tous les véhicules, l'impact lié à la construction des infrastructures (routes, ponts...) et à la maintenance de la voirie n'est pas négligeable, bien qu'il soit souvent oublié dans les études et bilans des impacts liés à la voiture individuelle. Ainsi, selon le type de motorisation des citadines, les infrastructures représentent jusqu'à 13% de leurs émissions de GES, jusqu'à 12% de leur impact sur la santé humaine et jusqu'à 21% de leur impact sur les écosystèmes!



³⁷ https://www.fondation-nicolas-hulot.org/sites/default/files/vehicule_electrique_synthese.pdf

³⁸ https://www.fondation-nicolas-hulot.org/sites/default/files/vehicule_electrique_synthese.pdf

ZOOMS ET INVESTIGATIONS

Les hybrides

Pour aller plus loin :

La voiture micro-hybride³⁹ et⁴⁰.

Hybrides rechargeables : vers un hybridegate ?

Les véhicules hybrides rechargeables n'apportent pas les gains de CO₂ espérés. Leurs émissions réelles sont 2 à 4 fois supérieures à celles certifiées par les tests d'homologation. Ceci est la conclusion d'une analyse à grande échelle réalisée sur ce type de véhicules au niveau mondial par l'ICCT (International Council on

Clean Transportation)⁴¹. Seulement 37% des kilomètres sont effectués en électrique au lieu des 69% prévus par la norme NECD⁴². Cette proportion est encore plus basse pour les flottes d'entreprises. 20% des kilomètres seulement sont alors effectués en mode électrique.

Le prolongateur d'autonomie (range extender)

Une autre technologie pourrait arriver sur le marché prochainement. Il s'agit de la voiture électrique à autonomie étendue : Extended-Range Electric Vehicle (EREV) en anglais. Mise en première fois sur le marché en 2011, cette technologie a été abandonnée quelques années plus tard. Aujourd'hui, au vu des progrès technologiques et des nouvelles normes de pollution, on observe un regain d'intérêt pour cette technologie.

Une technologie "Hybride-Inverse"

Les voitures électriques à autonomie étendue (EREV) sont des véhicules 100% électriques, rechargeables, qui disposent d'un prolongateur d'autonomie⁴³ : un petit moteur thermique d'assistance et d'un réservoir de carburant de taille réduite. Pour la BMW i3, le moteur thermique est celui de la moto BMW C650GT, avec un réservoir de 9 litres, qui permet d'allonger l'autonomie de 100 à 120 km. Le moteur thermique se met en route lorsque la batterie atteint un certain seuil de décharge et produit de l'électricité pour le

moteur principal. Aucune transmission directe n'existe entre le moteur thermique et les roues. Le moteur thermique est là pour produire de l'électricité pour alimenter la batterie et ainsi prolonger l'autonomie du véhicule.

Plusieurs solutions pour le prolongateur d'autonomie

La solution technique la plus souvent proposée est celle du moteur thermique assistant le moteur électrique.

Une seconde solution est d'assister le moteur électrique par une pile à combustible et un réservoir d'hydrogène. C'est la pile à combustible qui produit l'électricité pour alimenter le moteur électrique lorsque le véhicule arrive en fin d'autonomie.

Afin d'éviter l'utilisation de carburant fossile, et l'encombrement dû au réservoir (essence, diesel ou hydrogène), la start-up française EP-Tender propose la location de remorques d'assistance⁴⁴. Il est alors

³⁹ <https://www.automobile-propre.com/dossiers/voitures-hybrides-technologies-existantes/>

⁴⁰ https://www.sia.fr/medias/publications/precis_electrification_automobile.pdf

⁴¹ <https://theicct.org/publications/phev-real-world-usage-sept2020>

⁴² <https://www.flotauto.com/hybrides-rechargeables-emissions-reelles-co2-20201125.html>

⁴³ <https://www.recharge-electrique.com/definition-prolongateur-dautonomie-range-extender/>

⁴⁴ <https://www.caroom.fr/guide/voiture-propre/electrique/recharge/eco-conduite/prolongateur-autonomie>

possible de louer ponctuellement une batterie sur remorque pour augmenter immédiatement l'autonomie du véhicule jusqu'à 300 km.

Avantages et inconvénients du prolongateur d'autonomie

Par rapport à une voiture électrique, l'avantage d'un EREV est bien sûr le gain en autonomie. À noter qu'une sur-utilisation du prolongateur réduit les avantages de

ce type de véhicule électrique. Par rapport à un hybride classique, le EREV permet une moindre utilisation de carburants fossiles et par rapport à un hybride rechargeable, il permet un gain de poids.

L'inconvénient dominant est l'utilisation de carburants fossiles. Les premiers modèles proposés dans les années 2010 consommaient de 6 à 10 l/100 km, une consommation plus élevée que leurs équivalents thermiques !

La durée de vie des batteries

Une batterie est usée lorsque sa capacité est réduite à 70-75% de sa capacité initiale⁴⁵.

Une batterie de voiture électrique perdrait en moyenne 2,3% de sa capacité par an, selon une étude de GEOTAB⁴⁶.

On parle aussi d'espérance de vie des batteries en termes de nombres de cycles de charge et de décharge. Actuellement, le nombre de cycles supportés par une batterie serait d'environ 1500, mais les constructeurs affichent une volonté d'arriver bientôt à 2 000⁴⁷.

La durée de vie d'une batterie est généralement garantie en fonction de son âge ou de son nombre de kilomètres. La plupart des constructeurs garantissent leurs batteries pour 8 ans ou 160 000 kilomètres - le premier des deux seuils atteints invalidant la garantie⁴⁸.

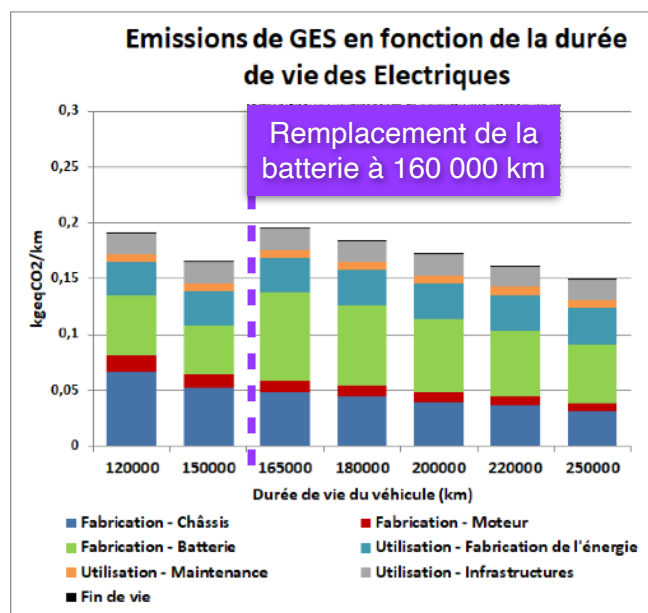
Certains paramètres peuvent modifier sérieusement l'espérance de vie d'une batterie⁴⁹.

Le graphique suivant représente l'impact en termes d'émissions de GES. Que l'on considère cet impact, celui sur la santé ou celui sur les écosystèmes, les résultats sont similaires : le remplacement de la batterie n'est pas anodin.

La principale observation issue de ce graphique concerne l'écart entre l'impact d'un véhicule qui roule 150 000 km et celui d'un véhicule qui roule 165 000

km, dû à la variation de la composante "Fabrication - Batterie". Elle reflète le remplacement de la batterie au bout de 160 000 km.

On note qu'en augmentant la durée de vie, ce paramètre s'amortit, et que pour un véhicule roulant 180 000 km, l'impact du stockage de l'énergie est équivalent à celui d'un véhicule de 120 000 km, malgré l'utilisation de deux batteries. Il continue à diminuer avec le nombre de kilomètres.



Émissions de GES en fonction de la durée de vie du véhicule, avec remplacement de la batterie à 160 000 km

⁴⁵ <https://www.labellebatterie.com/voitures-electriques-quelle-duree-de-vie-pour-les-batteries/>

⁴⁶ <https://www.geotab.com/blog/ev-battery-health/>

⁴⁷ <http://www.fiches-auto.fr/articles-auto/electrique/s-2235-duree-de-vie-des-batteries-lithium-ion-de-voiture-electrique.php>

⁴⁸ <https://www.largus.fr/actualite-automobile/voitures-electriques-quelle-est-la-longevite-des-batteries-10196395.html>

⁴⁹ <https://www.clubic.com/transport-electrique/article-886273-1-sr-voiture-electrique-quelle-duree-vie-batteries.html>

Le remplacement de la batterie d'un véhicule électrique ne semble pas pertinent si le véhicule ne fait pas plus de 20 000 km une fois la nouvelle batterie

installée. Au-delà de 20 000 km, l'impact de la 2e batterie est absorbé par la phase d'usage, pour un petit véhicule électrique de segment B.

Le bruit

Pour aller plus loin :

Le coût sur la santé du bruit des transports, étude réalisée en 2016 par le cabinet EY, financée par l'ADEME⁵⁰.

Vitesse et bruit, ADEME⁵¹.

Éco-conseils (quelle que soit la motorisation)

Pour aller plus loin :

Consommations de carburant et émissions de CO₂ des véhicules particuliers neufs vendus en France (édition 2018), ADEME⁵².

ADEME. Les bons plans pour moins consommer de carburant, ADEME⁵³.

ADEME. La mobilité en 10 questions, ADEME⁵⁴.

Les restrictions de circulation

Les Zones à Faibles Émissions (ZFE), anciennement appelées Zones à Circulation Restreinte (ZCR) sont de plus en plus répandues dans les grandes villes de France et d'Europe. Elles visent le plus souvent à exclure des villes les motorisations diesel mises en circulation avant 2006 (Euro 3). Cette exclusion est une première étape vers une restriction plus sévère de la circulation des voitures en ville.

Dans son rapport de 2020 sur les ZFE⁵⁵, l'ADEME précise que les émissions de dioxyde d'azote peuvent être réduites de près de 30% et celles de PM₁₀ de plus de 10% grâce à ces dispositifs.

En France, c'est le Certificat de Qualité de l'Air CRIT'Air⁵⁶ qui permet de classer les véhicules en fonction de leurs émissions, et d'exclure les véhicules les plus polluants. Après les métropoles de Paris et Grenoble, ce sont Strasbourg et Lyon qui ont mis en place de tels systèmes. De nombreuses autres métropoles mettront en place des ZFE courant 2021 (Marseille, Nancy, Nice, Rouen, Toulon, Toulouse...).



⁵⁰ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/cout-social-pollutions-sonores-france_2016-05-04-rapport.pdf

⁵¹ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/90511_acv-comparative-ve-vt-rapport.pdf

⁵² <https://librairie.ademe.fr/mobilite-et-transport/2742-consommations-de-carburant-et-emissions-de-co2-des-vehicules-particuliers-neufs-vendus-en-france.html>

⁵³ <https://agirpoulatransition.ademe.fr/particuliers/bureau/deplacements/bons-plans-moins-consommer-carburant>

⁵⁴ <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-mobilite-10-questions.pdf>

⁵⁵ <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-zones-faibles-emissions-lez-europe-ademe-2020.pdf>

⁵⁶ <https://www.ecologie.gouv.fr/certificats-qualite-lair-critair>

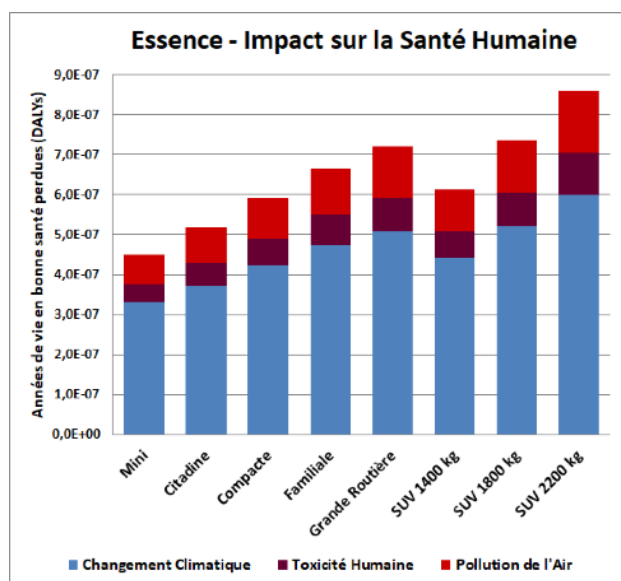
COMPARAISON ENTRE LES DIFFÉRENTS SEGMENTS POUR CHAQUE MOTORISATION

En complément des pages 26 et 27 de l'éco-guide.

Le poids est le principal facteur d'impact.

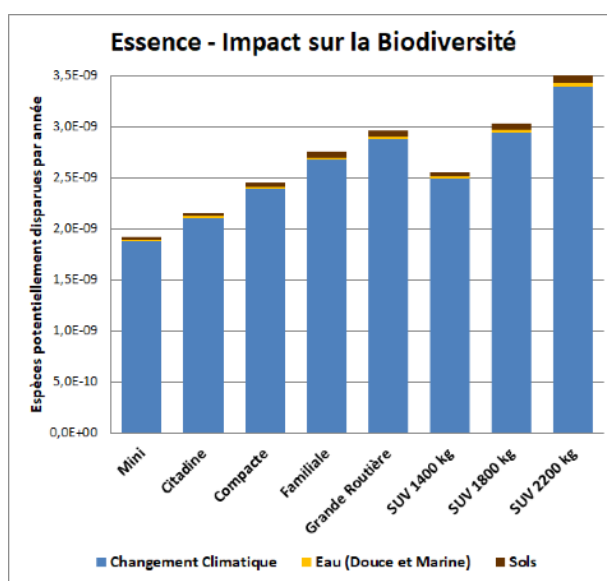
Essence

Impact santé humaine



Impact sur la santé des voitures essence de 2020, selon leur segment et leur poids, en nombre d'années de vie en bonne santé perdues (en DALYs).

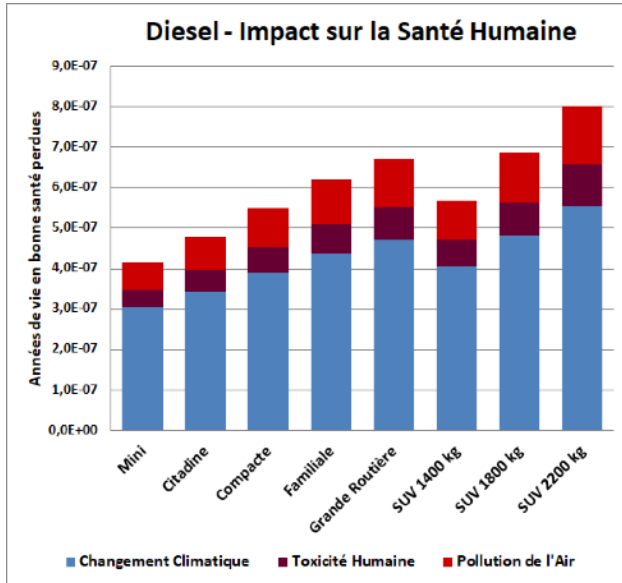
Impact biodiversité



Impact sur la biodiversité des voitures essence de 2020, selon leur segment et leur poids (en nombre d'espèces perdues).

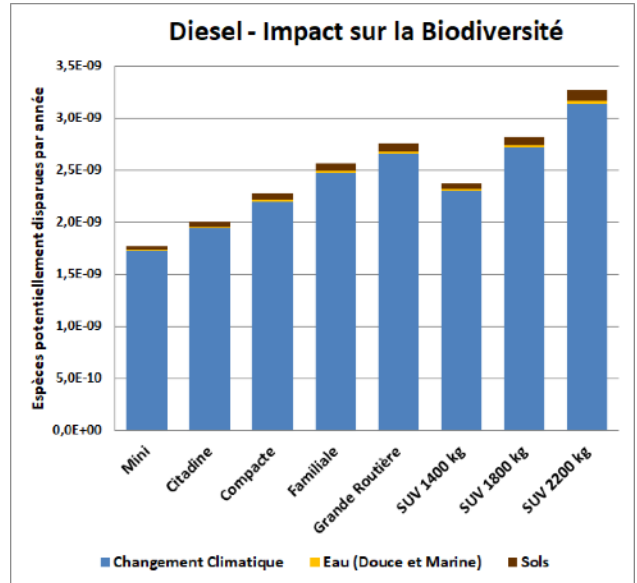
Diesel

Impact santé humaine



Impact sur la santé des voitures diesel de 2020, selon leur segment et leur poids, en nombre d'années de vie en bonne santé perdues (en DALYs).

Impact biodiversité

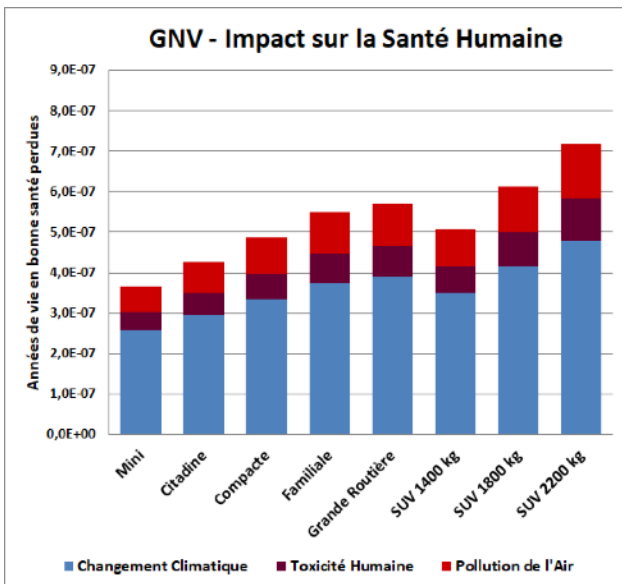


Impact sur la biodiversité des voitures diesel de 2020, selon leur segment et leur poids (en nombre d'espèces perdues).

Gaz naturel véhicule (GNV)

Impact santé humaine

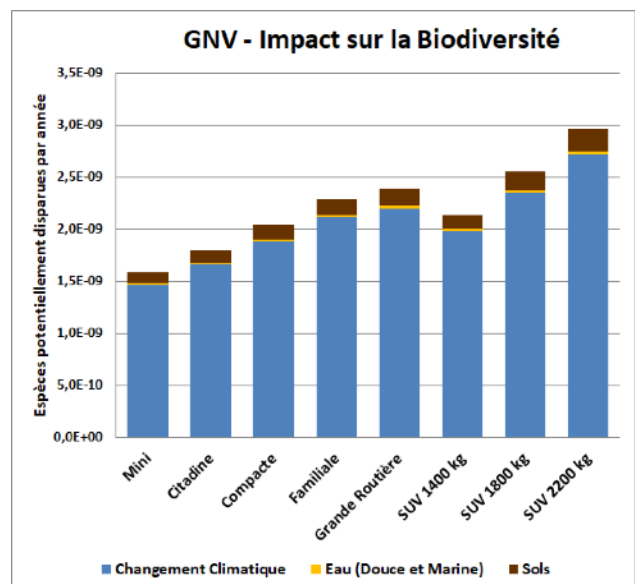
Impact sur la santé des voitures GNV de 2020, selon leur



segment et leur poids, en nombre d'années de vie en bonne santé perdues (en DALYs).

Impact biodiversité

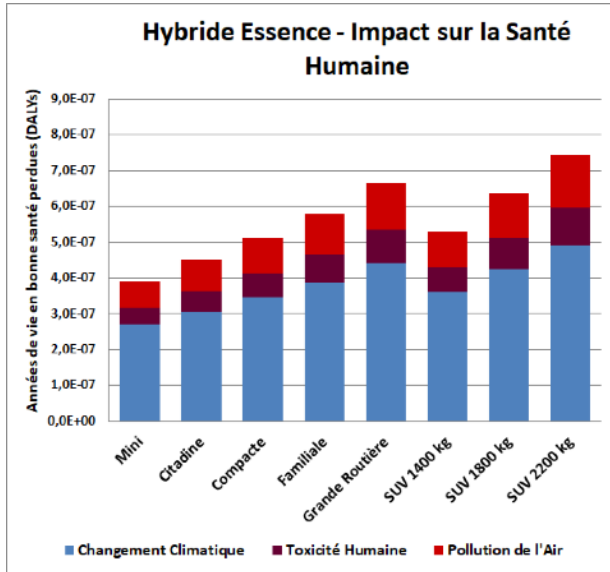
Impact sur la biodiversité des voitures GNV de 2020, selon



leur segment et leur poids (en nombre d'espèces perdues).

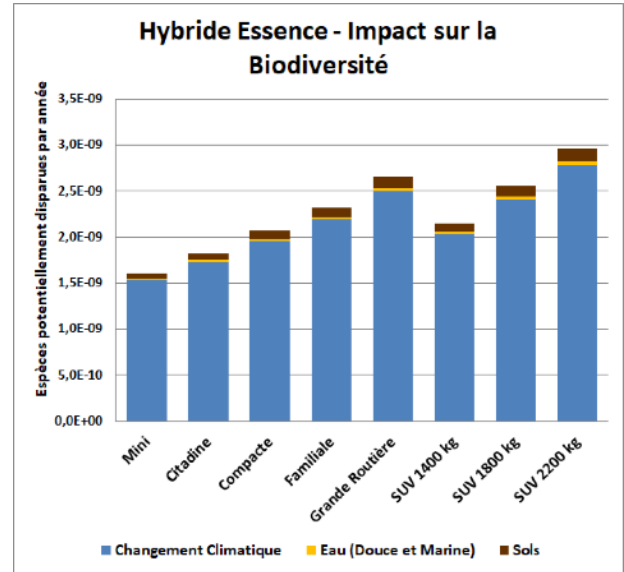
Hybride essence

Impact santé humaine



Impact sur la santé des voitures hybrides essence de 2020, selon leur segment et leur poids, en nombre d'années de vie en bonne santé perdues (en DALYs).

Impact biodiversité

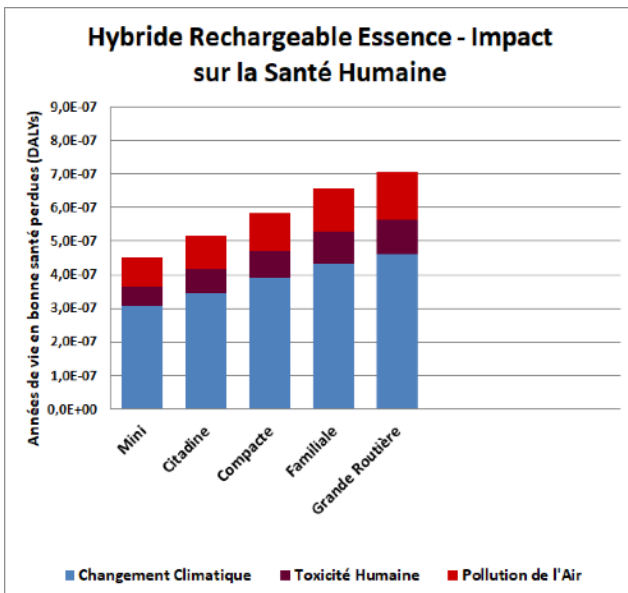


Impact sur la biodiversité des voitures hybrides essence de 2020, selon leur segment et leur poids (en nombre d'espèces perdues).

Hybride rechargeable essence

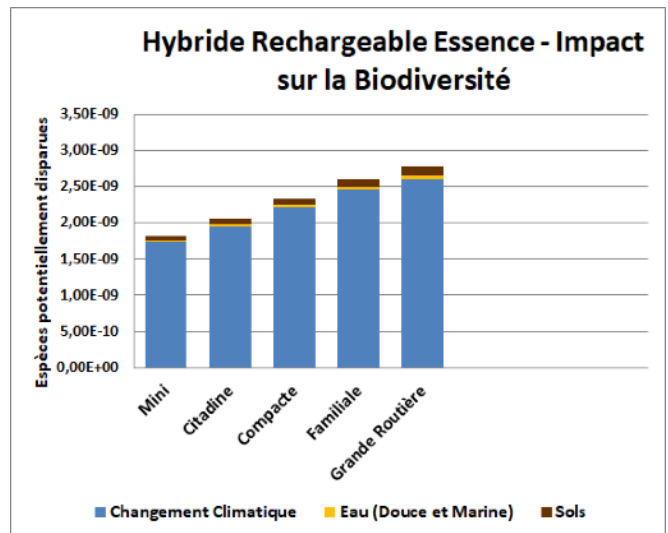
Impact santé humaine

Impact sur la santé des voitures hybrides rechargeables



essence de 2020, selon leur segment et leur poids, en nombre d'années de vie en bonne santé perdues (en DALYs).

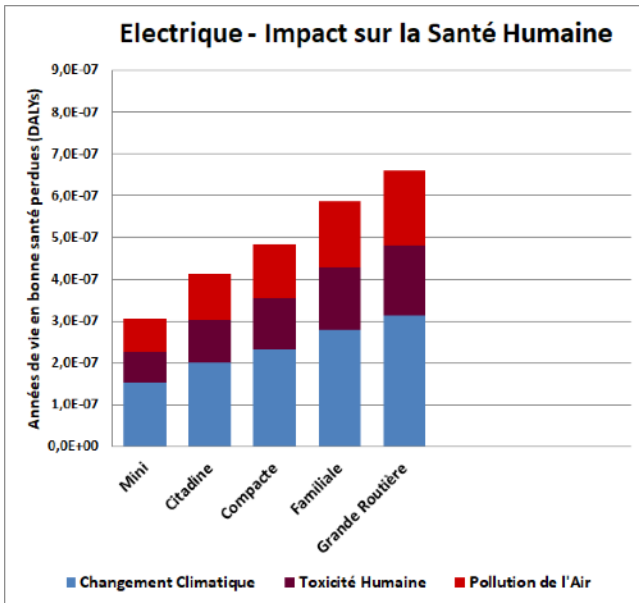
Impact biodiversité



Impact sur la biodiversité des voitures hybrides rechargeables essence de 2020, selon leur segment et leur poids (en nombre d'espèces perdues).

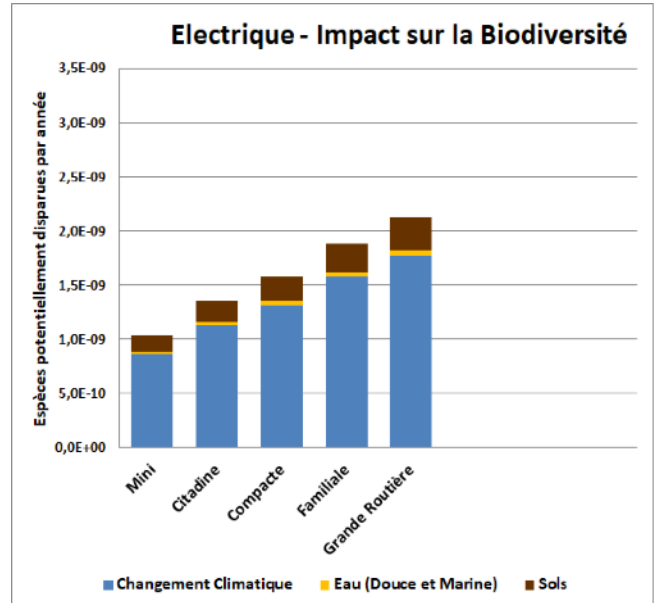
Électrique

Impact santé humaine



Impact sur la santé des voitures électriques de 2020, selon leur segment et leur poids, en nombre d'années de vie en bonne santé perdues (en DALYs).

Impact biodiversité



Impact sur la biodiversité des voitures électriques de 2020, selon leur segment et leur poids (en nombre d'espèces perdues).

Bilan

Quelle que soit la motorisation, le fait de choisir un véhicule plus lourd entraîne immédiatement un impact plus important, que ce soit en termes d'émissions de gaz à effet de serre, d'impact sur la santé humaine ou sur la biodiversité.

Le tableau ci-dessous compare l'impact des SUV pesant environ 1400 kg, aux Citadines, puisqu'il s'agit des deux segments les plus vendus ces dernières années en France. Les chiffres sont les moyennes des résultats pour les différentes motorisations, le type de motorisation n'ayant que peu d'impact sur le résultat.

	Émissions de GES	Impact sur la santé humaine	Impact sur la biodiversité
SUV-1400kg par rapport à Citadines	+16%	+18%	+18%

Ces chiffres signifient qu'un SUV de 1400 kg émet autant de GES qu'1,16 Citadine, et a un impact sur la santé humaine et la biodiversité équivalent à celui d'1,18 Citadine.

Cela est dû non seulement au poids supérieur du SUV, mais aussi à son manque d'aérodynamisme, à ses pneus plus larges qui génèrent plus de frottements et de pollution hors échappement... Les explications à la pollution supplémentaire générée par les SUV sont nombreuses.

LES CARBURANTS ALTERNATIFS

En complément des pages 16 et 17 de l'éco-guide.

Carburants alternatifs à l'essence et au gazole fossiles

L'éthanol ou bioéthanol

Substitut partiel à l'essence, l'éthanol s'obtient par fermentation des sucres contenus dans des plantes telles que la canne à sucre, la betterave, le blé, le maïs. Ce carburant commence à pouvoir être créé à partir d'autres végétaux, notamment des résidus de l'agriculture⁵⁷, permettant de ne pas être en compétition directe avec l'alimentation, du point de vue de l'usage des sols. Cette 2e génération d'éthanol devrait être déployée progressivement en France dans la décennie 2020-30⁵⁸.

Jusqu'à 10% de l'énergie contenue dans l'essence E10 est d'origine renouvelable (3,4% sous forme d'éthanol, 2,3% sous forme d'éther éthyle tertiobutyle et 1,2% sous forme de bio-essence). La France est le

1er producteur européen d'éthanol avec 32% de la production, dont 1/3 est destiné aux usages traditionnels (boissons, parfums, pharmacie, industrie) et 2/3 au marché des carburants⁵⁹.

Le super-éthanol E85 contient jusqu'à 85% d'éthanol renouvelable, mais ce carburant ne peut être utilisé que par des véhicules dont le moteur a été adapté (motorisation FlexFuel).

Le bioéthanol a un contenu énergétique plus bas que l'essence (6 kWh/L contre 9 pour l'essence fossile) et il faut donc environ 30% de carburant supplémentaire pour couvrir le même nombre de kilomètres. Ceci est pris en compte dans le bilan en ACV du modèle.

Le biodiesel, agrogazole ou biogazole

Outre le gazole d'origine fossile, l'agrogazole comprend différents produits fabriqués à partir d'huiles issues de plantes oléagineuses (colza, tournesol), de graisses animales ou d'huiles usagées⁶⁰. Le gazole appelé B7 signifie que jusqu'à 7% de ce carburant provient de matières végétales. Les matières premières utilisées pour le biogazole consommé en France sont majoritairement originaires de France.

Des procédés de seconde génération émergent en France, selon l'IFPEN et permettent de fabriquer de l'éthanol et du gazole de synthèse à partir de résidus agricoles, de déchets forestiers, ou de cultures dédiées comme le miscanthus. L'objectif est de passer maintenant à l'étape industrielle.

Le biogazole a un contenu énergétique pratiquement équivalent au gazole fossile (autour de 9 kWh/L).

⁵⁷ <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/energies-renouvelables/quel-avenir-les-biocarburants>

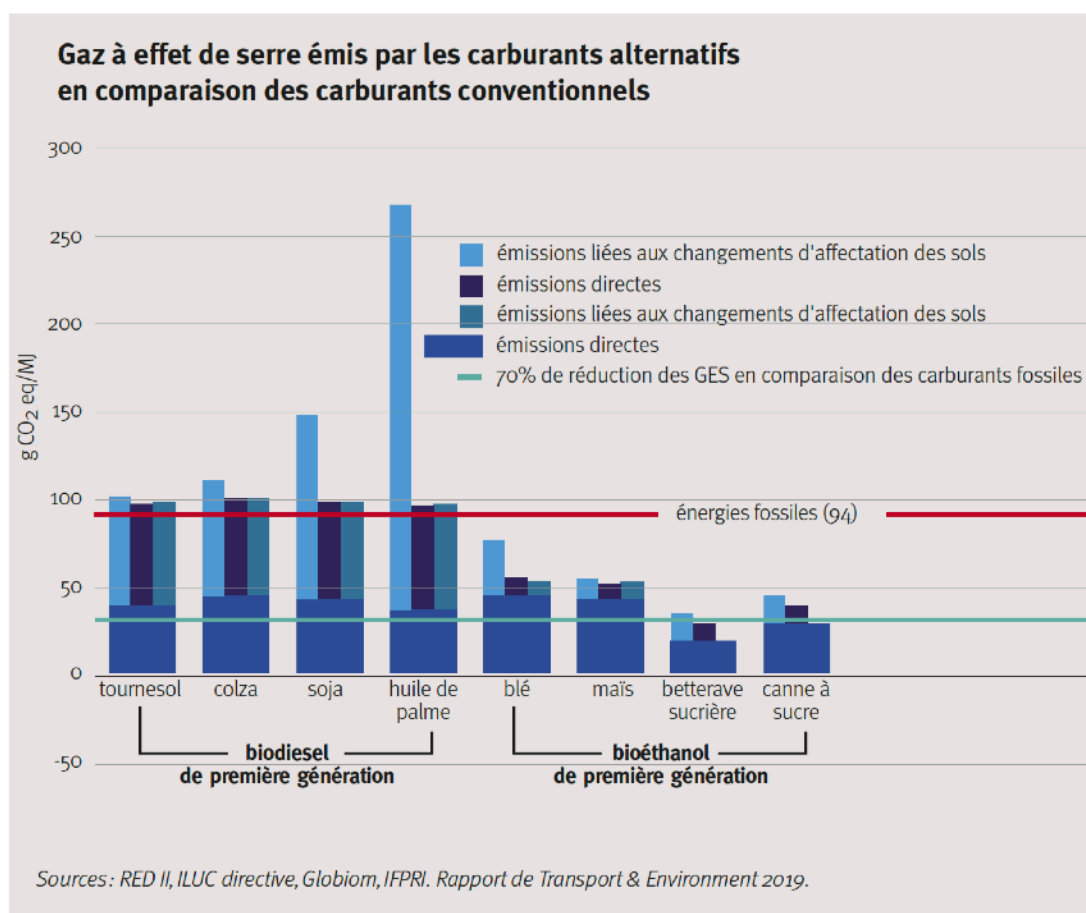
⁵⁸ https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/climat/debut-de-commercialisation-de-l-ethanol-de-2e-generation_131448

⁵⁹ <https://www.alcool-bioethanol.net/chiffres-cles/>

⁶⁰ <https://www.ecologie.gouv.fr/biocarburants>

Une question de génération

Les agrocarburants de 1re génération



Gaz à effet de serre émis par les agrocarburants en comparaison des carburants conventionnels.
Source : Réseau Action Climat, RED II, ILUC directive, Globiom, IFPRI, rapport de T&E 2019

Les agrogazoles dit de première génération, qui représentent la majorité des marchés français et européen, ont un bilan CO₂ presque deux fois pire (1,8) que le gazole fossile qu'il remplace, d'après le Réseau Action Climat (RAC)⁶¹. L'étape de production des ressources agricoles (tournesol, colza, palme) est celle qui contribue le plus à l'indicateur de réchauffement climatique.

Elle est responsable à 75% du potentiel de changement climatique de la production de ce carburant au vu des émissions de protoxyde d'azote (N₂O), molécule formée par dégradation des engrais azotés utilisés pour améliorer les rendements.

Le bioéthanol n'a pas un bilan aussi catastrophique et génère en moyenne environ 30% de GES en moins par rapport à l'essence, mais il existe d'importantes variations en fonction des matières premières :

bioéthanol à base de blé est presque comparable à l'essence fossile, alors que le bioéthanol à base de sucre de canne représente environ un bilan carbone 2 fois meilleur que l'essence fossile.

Il faut toutefois ajouter à ce bilan carbone d'autres impacts environnementaux. Ceux-ci sont liés à la production des carburants à base de végétaux issus d'une agriculture industrielle, faisant appel à un usage massif d'intrants agricoles (engrais chimiques, pesticides de synthèse) et des engins agricoles, néfastes à la fois pour les sols (acidification des sols), pour l'eau (eutrophisation marine - le colza et le tournesol ont un impact plus fort que la palme pour cet impact) et pour la qualité de l'air.

Les bioéthanol issus de cultures énergétiques (betterave, blé, canne à sucre...) ont des émissions de changement d'affectation des sols beaucoup plus

⁶¹ <https://reseauactionclimat.org/wp-content/uploads/2016/02/rac-agrocarburantsetclimat.pdf>

faibles que les agrogazoles (colza, tournesol, huile de palme...).

Les agrocarburants de première génération (biodiesel et bioéthanol) représenteraient près du quart de l'eutrophisation marine générée par un habitant.

Concernant le potentiel de formation d'ozone, le bilan des biodiesels est légèrement supérieur à celui du

gazole fossile pour l'ensemble des cultures utilisées (colza, palme, etc.). Le bioéthanol présente clairement un bilan défavorable pour ce potentiel, quelle que soit la ressource utilisée pour sa fabrication (betterave, blé, canne à sucre).

Rien de très "bio" donc, dans le processus de fabrication des agrocarburants de première génération, qui sont à bannir concernant le biodiesel et à utiliser avec précaution concernant le bioéthanol.

Les agrocarburants de 2e génération

Impact sur la santé humaine

Ces agrocarburants étant de seconde génération, les GES émis pour obtenir la matière première secondaire (ici, de la paille de blé, des huiles de cuisine ou des boues d'épuration) ne sont pas pris en compte dans le cycle de vie des véhicules.

L'avantage des agrocarburants provient donc de la compensation des émissions de GES par le carbone accumulé au cours de la croissance de la matière agricole.

Les agrocarburants n'offrent pas de réel avantage pour l'émission de particules fines ou la toxicité humaine notamment. On observe d'ailleurs plutôt l'inverse : les agrocarburants ont un impact sur la santé légèrement plus élevé que leurs homologues fossiles. Cela est dû à la prise en compte des pollutions induites par leur production (intrants, machines agricoles...).

Impact sur la biodiversité

L'impact sur la biodiversité est aussi moindre pour les agrocarburants, grâce à la réduction des émissions de GES. Les autres impacts (eau douce et marine, sols) sont similaires, voire sensiblement pires pour les agrocarburants. Cela s'explique par le modèle de calcul choisi, basé sur un mix électrique européen dans lequel la part de biomasse est importante, et donc fait augmenter le "score" des agrocarburants.

Si les agrocarburants de seconde génération permettent de résoudre certains problèmes, notamment le changement d'affectation des sols, ils en soulèvent d'autres⁶². Leur production à partir de déchets agricoles peut casser le cycle du carbone⁶³.

La production d'agrocarburants de seconde génération restera sans doute relativement limitée. Ces carburants ne sont donc pas une réponse suffisante aux problématiques à grande échelle des carburants fossiles.

Les promesses de la 3e génération

La production d'agrocarburants de troisième génération, à partir de biomasse algale, est au stade de recherche et développement⁶⁴, mais semble avoir de multiples avantages. Tout d'abord, le rendement à l'hectare est au moins 30 fois supérieur aux oléagineux⁶⁵. La croissance des algues par

photosynthèse permet de recycler les effluents liquides et des fumées industrielles (CO₂, nitrates, phosphates...). Elles s'affranchissent du problème de concurrence des sols en offrant la possibilité d'être cultivées dans des zones non arables et même sur les toits et façades d'immeubles, ou directement en mer.

⁶² B. Dorin et V. Gitz. Écobilans de biocarburants : une revue des controverses. *Natures Sciences Sociétés* 16, 2008. pp.337-347. <https://www.nss-journal.org/articles/nss/pdf/2008/05/nss8404.pdf>

⁶³ <https://www.amisdelaterre.org/Agrocarburants-de-seconde-generation-pas-si-verts-que-ca/>

⁶⁴ <https://www.carbon-info.org/biocarburants/>

⁶⁵ <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/biocarburant>

Carburant alternatif au gaz fossile

Le biométhane ou bioGNV

Le bioGNV est un substitut au GNV composé de méthane. Il peut être obtenu par méthanisation (fermentation) de déchets agricoles ou agro-alimentaires, d'ordures ménagères, ou de rejets de stations d'épuration⁶⁶. Dans sa forme la plus vertueuse, la méthanisation permet d'apporter de nouveaux débouchés aux agriculteurs, de mieux valoriser les déchets organiques et de contribuer à la transition énergétique. La production de biogaz permet de réduire sensiblement le volume de déchets enfouis ou incinérés, tout en créant un carburant non-fossile et non-importé.

À l'horizon de 2030, deux autres voies de production de 2e génération sont envisagées⁶⁷:

- Un procédé de pyrogazéification et méthanation permettant de produire le biométhane à partir de biomasse ligneuse comme le bois.
- Un procédé dit de Power-to-gaz, utilisant l'électrolyse de l'eau pour produire de l'hydrogène, que l'on injecte ensuite en petite proportion directement dans le réseau de gaz, ou que l'on combine avec du CO₂ (qui sera récupéré lors de l'épuration du biogaz au lieu d'être rejeté dans l'air) pour obtenir du méthane (CO₂ + H₂ = CH₄).

Le bioGNV étant de composition chimique identique à celle du gaz naturel, son contenu énergétique est le même (autour de 14 kWh/kg) et il faut le même nombre de kilos de GNV ou de bioGNV pour faire une distance équivalente.

Cependant, la méthanisation peut devenir une démarche industrielle à grande échelle et mener à des dérives. Afin que le développement de la méthanisation soit le plus vertueux possible, France Nature Environnement plaide pour une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux, des

risques industriels et agricoles et pour une large concertation. C'est avec cette volonté que le Méthascope⁶⁸, outil de dialogue territorial et d'aide au positionnement, a été réalisé par la fédération. Le positionnement de FNE sur la méthanisation est détaillé dans une note⁶⁹.

En analyse de cycle de vie, le bioGNV permet des réductions vraiment importantes des émissions de gaz à effet de serre. Il convient toutefois de rester vigilant face aux fuites de méthane autour des installations de méthanisation. Ces émissions fugitives proviennent de l'étape de la "digestion" et surtout du stockage de ce gaz⁷⁰.

À l'échappement, le gaz naturel émet moins de dioxyde d'azote (NO₂) que l'essence et le gazole. Sa combustion n'émet ni benzène ni oxyde de soufre ni particules fines. Par contre, la motorisation gaz reste émettrice de particules, surtout en parcours urbain. Ces particules ultrafines ne sont pas issues du processus de combustion du gaz, mais sont la conséquence de la consommation d'huile de lubrification, utilisée pour protéger le moteur. De plus, le pot catalytique est plus fortement émetteur d'ammoniac que les pots des véhicules essence et diesel. Cet ammoniac se transforme dans l'air en particules secondaires, notamment des nitrates ou sulfate d'ammonium, qui dégradent la qualité de l'air, sont néfastes pour la santé et entraînent l'eutrophisation des milieux naturels⁷¹.

La production du bioGNV présente un impact important sur l'eutrophisation marine contrairement à son équivalent fossile.

Les études montrent que d'ici 2030, un véhicule hybride au GNV fonctionnant avec 60% de GNV et 40% de bioGNV aura un impact climatique équivalent à celui d'un véhicule électrique.

66 <https://www.ecologie.gouv.fr/biogaz>

67 <https://www.gaz-mobilite.fr/dossiers/modes-productions-biog-nv-biogaz/>

68 <https://www.fne.asso.fr/dossiers/methanisation%2%A0-d%C3%A9finition-atouts-et-enjeux>

69 https://ged.fne.asso.fr/silverpeas/LinkFile/Key/od3652d4-60d6-442b-8964-46de1886c3c7/FNE_PositionMethanisation_030315.pdf

70 <https://www.ineris.fr/fr/etat-lieux-connaissances-emissions-ch4-n2o-installations-methanisation-emissions-ensemble>

71 <https://www.mdpi.com/2073-4433/11/2/204/htm>

Le développement du bioGNV restera cependant limité par ses capacités de production limitées, en particulier concernant le gaz renouvelable produit dans des conditions respectueuses de l'environnement. À la fin mars 2020, la France disposait au total d'une capacité d'injection de biométhane de 2,5 TWh par an, un volume encore très

faible en comparaison avec la consommation française de gaz (de l'ordre de 500 TWh par an), soit 0,5% de la consommation totale de gaz en France⁷².

La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) fixe l'objectif d'augmenter la part du gaz vert pour atteindre 7 à 10% en 2030, soit entre 24 et 32 TWh⁷³.

Et le gaz de pétrole liquéfié (GPL) ?

Les véhicules au GPL ne sont pas traités dans l'éco-guide pour plusieurs raisons : les données de modélisation ne sont pas très fiables, et les résultats devraient être semblables à ceux des voitures roulant au gaz comprimé (GNV). Cette motorisation pourrait pourtant prendre de l'ampleur pour les années à venir.

Le GPL est un carburant d'origine fossile, au même titre que l'essence ou le gazole. Il est composé de butane et de propane, deux gaz liquides à température ambiante et à pression faible. Côté moteur, les véhicules roulant au GPL sont en fait tous en bicarburant essence-GPL, puisque le circuit de GPL ne peut être mis en route qu'une fois le moteur monté en température. C'est donc l'essence qui assure le démarrage et les premiers kilomètres du véhicule⁷⁴.

Les véhicules au GPL semblent revenir sur le marché en 2020 et probablement dans les prochaines années, après avoir été mis de côté pendant un moment en France. Cette motorisation est très répandue en Italie

(plusieurs millions de véhicules) et en Allemagne. En parallèle, il est possible de faire modifier son véhicule essence ou hybride pour ajouter un circuit GPL et mettre en place le système bi-carburant. On dénombre 1 650 stations qui proposent du GPL, en avril 2020, soit un réseau très dense qui permet de prendre la route sereinement.

Les avantages et inconvénients du GPL

Bien qu'étant un carburant d'origine fossile, le GPL permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre par rapport à une voiture essence ou diesel, et rejette beaucoup moins de polluants reconnus pour leur toxicité (benzène, formaldéhyde...) à l'échappement.

L'inconvénient majeur du GPL est son pouvoir calorifique inférieur à celui des autres carburants fossiles : pour un même nombre de kilomètres, un véhicule au GPL consommera environ 30% de carburant de plus qu'un véhicule essence ou diesel⁷⁵.

Pour aller plus loin :

Consulter le livret sur la transition énergétique réalisé par France Nature Environnement⁷⁶.

⁷² <https://france-biomethane.fr/wp-content/uploads/2020/09/2020-09-29-CP-reaction-PLF-france-biomeithane.pdf>

⁷³ <https://www.gaz-mobilite.fr/actus/ppe-2020-2028-objectifs-pour-gnv-2596.html>

⁷⁴ <https://www.autonews.fr/green/dossiers/voitures-gpl-quels-modeles-disponibles-en-2020-93134>

⁷⁵ <https://www.largus.fr/actualite-automobile/gpl-fonctionnement-avantages-et-modeles-disponibles-sur-le-marche-10441401.html>

⁷⁶ <https://fne.asso.fr/publications/l'essentiel-de-la-transition-energetique>

CONCLUSION

Les yeux tournés vers l'avenir

Afin de réduire l'impact environnemental de la voiture, il faudra accepter de revoir certains paramètres fondamentaux :

- Construire des voitures plus légères et les concevoir pour rouler jusqu'à 140 km/h, afin de réduire les besoins liés aux matériaux pour la fabrication et diminuer la consommation d'énergie, quelle que soit sa source. Accepter aussi une autonomie plus modeste. Des associations et fondations regroupées dans le mouvement LisaCar⁷⁷ (light and safe car - voiture légère et sûre) travaillent pour la mise en place d'un cadre réglementaire limitant la masse, la puissance et la vitesse de pointe. La conception de la face avant des voitures doit aussi être revue, afin de limiter leur dangerosité et leurs émissions de CO₂ et de polluants.
- Repenser la voiture pour qu'elle devienne plus modulable ou échangeable en fonction des besoins.
- Embrasser la multimodalité. Le simple remplacement des voitures individuelles thermiques existantes par des voitures moins émissives à l'échappement ne suffira pas à améliorer significativement le bilan environnemental du secteur des transports. Les solutions de transports collectifs ou actifs doivent devenir des automatismes dans nos choix de mobilité. La combinaison de ces différentes solutions, en complément de la voiture individuelle, est la clé de voûte de la mobilité éco-responsable



⁷⁷ <https://www.lisacar.eu>