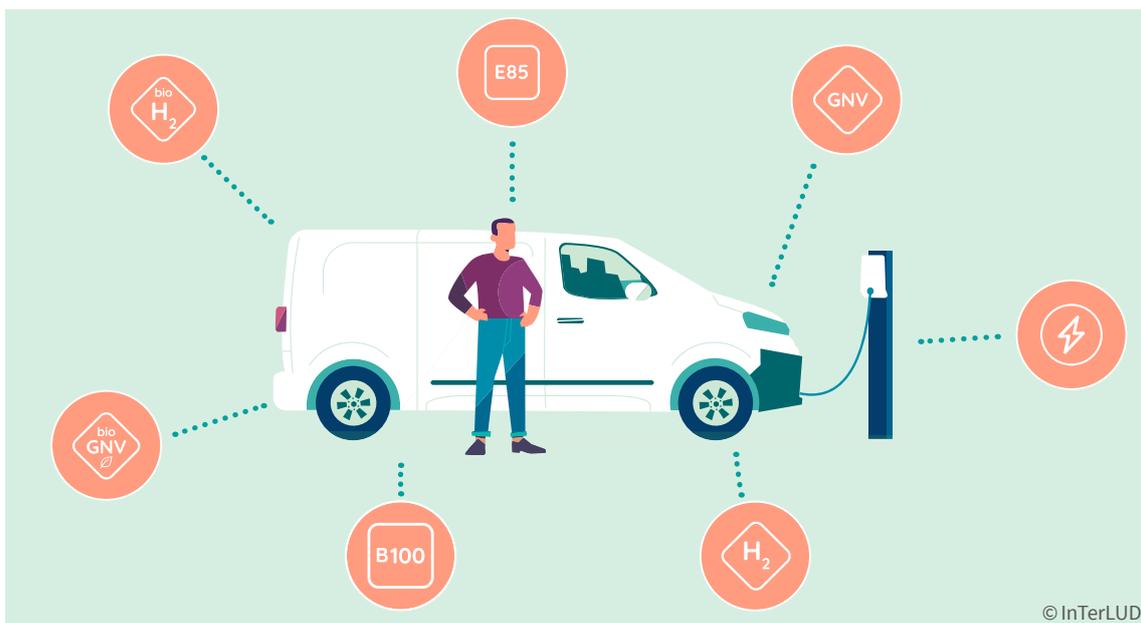


Q4

Quels usages des énergies alternatives dans le transport de marchandises ?

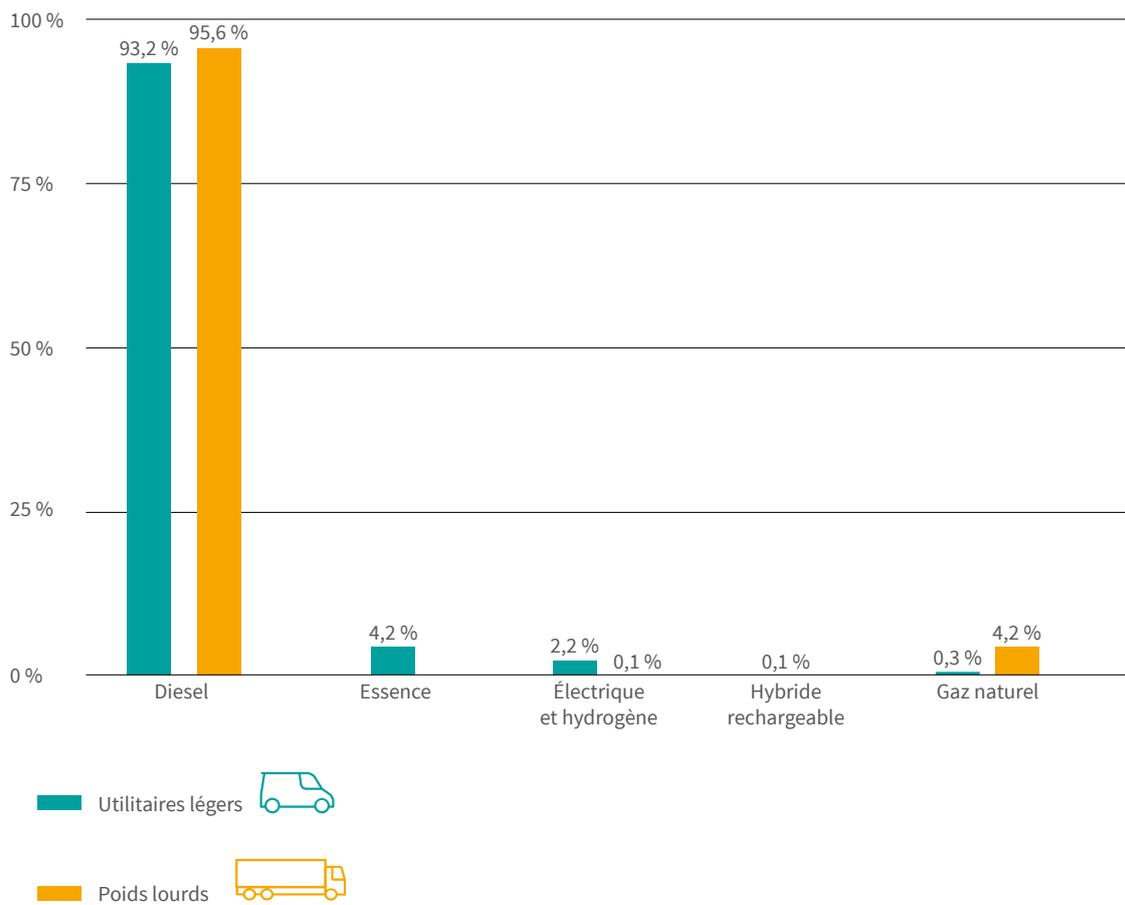


Le renouvellement des flottes de véhicules, et notamment la transition vers des motorisations alternatives (électrique, gaz naturel, hydrogène, etc.) est l'un des leviers majeurs de l'amélioration des performances environnementales de la logistique urbaine. Pour les professionnels, c'est aussi un arbitrage économique complexe à réaliser entre les coûts des véhicules, leurs performances et leurs coûts d'exploitation, dans un contexte d'incertitude politique et même scientifique sur ces questions.

État des lieux de l'usage des véhicules

L'usage des motorisations alternatives est encore peu répandu dans le transport de marchandises, y compris urbain. Une très grande majorité des véhicules immatriculés était encore à motorisation thermique en 2020 : 97 % pour les utilitaires, 96 % pour les poids lourds.

Utilitaires et poids lourds :
quelles motorisations en 2020 ?



Source : d'après SDES, 2020 © InTerLUD

L'énergie utilisée dépend largement du type de véhicule concerné.

- Pour les utilitaires**, dont le PTAC (poids total autorisé en charge) est inférieur ou égal à 3,5 tonnes, les industriels et les transporteurs privilégient les motorisations électriques. Les utilitaires à motorisations GNV (gaz naturel véhicule) sont assez peu répandus. Enfin, bien que la technologie arrive aujourd'hui à maturité, le marché à motorisation hydrogène émerge à peine : en 2021, moins d'une dizaine de véhicules sont en circulation en France.
- Pour les poids lourds** (PTAC supérieur à 3,5 tonnes), la motorisation alternative plébiscitée est le GNV que l'on trouve sous forme gazeuse : GNC (gaz naturel comprimé) ou liquide : GNL (gaz naturel liquéfié) ; et leurs équivalents issus de la méthanisation de matières organiques : BioGNC ou BioGNL.

Un faible usage des carburants alternatifs

Le faible recours aux motorisations alternatives s'explique par 2 facteurs principaux :

- le coût financier important,
- le différentiel de performance, particulièrement d'autonomie.

Un surcoût à l'achat

L'acquisition d'un véhicule à motorisation alternative peut représenter un surcoût encore relativement important à l'achat.

- Un **fourgon léger** (< 2,5T de PTAC) ou compact (2,5 à 3,5T de PTAC) neuf, sans subvention, est environ **40 à 50 % plus cher en version électrique** que dans la version diesel du même segment.
- Selon les constructeurs et les segments, le **surcoût à l'achat** d'un **poids lourd GNV** neuf, sans subvention, est d'environ **50 %**.

Les subventions nationales (bonus écologique, prime à la conversion) et locales peuvent plus ou moins compenser, selon les segments, ce différentiel.

- Pour les fourgons légers et compacts, le différentiel entre utilitaire électrique et diesel n'est plus que de 20 à 30 % lorsqu'on intègre le bonus écologique dans le prix d'achat. Certaines subventions locales peuvent faire diminuer ce surcoût à moins de 10 %, voire le supprimer pour certains segments.
- Pour les poids lourds, certaines subventions locales peuvent ramener le surcoût à l'achat à environ 35 %.

Des différences de performance avec les véhicules thermiques encore considérables

- Les **utilitaires électriques** ont une **autonomie kilométrique qui va de 150 à 350 km** pour une recharge, tandis que les utilitaires avec prolongation d'autonomie hydrogène peuvent monter jusqu'à 400 km. Dans le même temps, un utilitaire thermique a une autonomie de 600 à 1 000 km selon les segments et les conditions de conduite.
- Les **poids lourds** roulant au GNC ont une autonomie assez limitée, **environ 500 km**, mais offrent des facilités en matière d'avitaillement (rapidité, accessibilité) et d'utilisation du véhicule. Tandis que les véhicules roulant au GNL offrent une autonomie plus importante, **jusqu'à 1 000 km**, mais ont des contraintes opérationnelles plus importantes (avitaillement notamment). C'est pourquoi les véhicules GNC sont plus souvent utilisés sur de la courte distance, et les véhicules roulant au GNL sur la longue distance.

Un avantage sur le coût du carburant

L'avantage de certaines motorisations alternatives, pour les opérateurs, est le coût du carburant.

- **L'électricité** est, en 2021, **très peu coûteuse comparée au diesel** : il faut compter environ 2,5 à 3 €/100 km pour un utilitaire rechargé au dépôt, contre 6 à 12 €/100 km pour un utilitaire diesel, selon le segment du véhicule. Par ailleurs, les véhicules à motorisation électrique nécessitent beaucoup moins de frais d'entretien que leurs équivalents à motorisation thermique.
- En traversée d'agglomération, un **poids lourd** diesel consommait, en 2018, 35 €/100 km en moyenne, contre 29 €/100 km pour un poids lourd au GNV (Équilibre, 2018).

Des carburants alternatifs

Pour certains transporteurs ne pouvant pas opérer la transition vers des motorisations électriques, GNV ou hydrogène en raison des conditions d'exploitation de leur activité, il existe **d'autres alternatives au diesel**, notamment pour les poids lourds. Parmi ces carburants, on peut citer :

- **le E85 et le ED95**, des carburants composés en partie d'éthanol, respectivement pour les véhicules légers et les poids lourds, nécessitant une adaptation spécifique des moteurs à ce carburant,
- **le B100**, un biodiesel issu du colza compatible avec certains moteurs diesel,
- **l'HVO** (huile végétale hydrogénée), un carburant produit à partir de différentes huiles (colza, palme...), compatible avec des moteurs diesel.

Ces carburants permettent aux transporteurs de diminuer leur impact environnemental sans renouveler leur flotte de véhicule, et en conservant **des modes de fonctionnement habituels** (autonomie, temps d'avitaillement). Ils sont compatibles avec les moteurs diesel, même si certains comme l'E85 ou l'ED95 nécessitent une adaptation spécifique sur le moteur. Les opérateurs souhaitant utiliser ces carburants devront en amont s'assurer que la garantie véhicule du constructeur est compatible avec leur utilisation.

En revanche, en général, ces carburants :

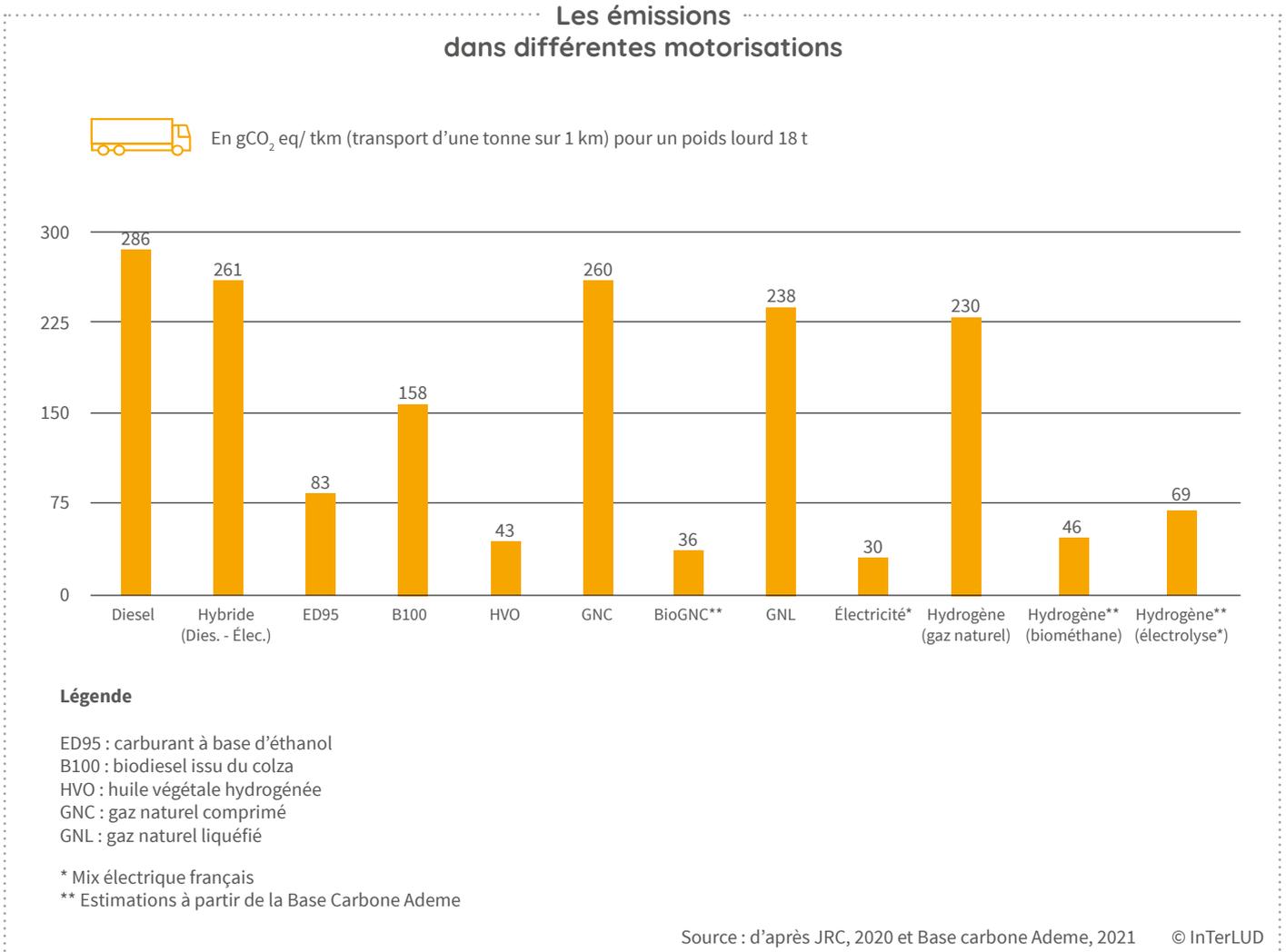
- sont plus chers au litre que le diesel,
- peuvent induire une sur-consommation de carburant (moins de kilomètres parcourus au litre),
- nécessitent une infrastructure d'avitaillement en propre (cuve, recharge).

Performances environnementales des carburants alternatifs

Il est impossible de parler des performances des motorisations alternatives sans intégrer les bénéfices environnementaux qui leur sont associés.

Les gaz à effet de serre

Le graphique ci-dessous présente les niveaux d'émissions de GES issus de la circulation d'un poids lourd 18 tonnes. Il prend en compte l'ensemble des émissions de GES du puits à la roue, c'est-à-dire **de la production du carburant jusqu'à son utilisation**. On constate d'importantes disparités, mais l'ensemble des carburants alternatifs sont moins émetteurs que le diesel.



Les émissions de GES varient selon les carburants utilisés, mais aussi selon **la provenance de ces carburants**. Par exemple, selon une étude de l'Ademe (2021), l'hydrogène majoritairement produit à partir de gaz naturel émet 4 à 5 fois plus de GES qu'un hydrogène issu de l'électrolyse (décomposition de l'hydrogène à l'aide d'électricité). D'après une étude du Joint Research Center européen, un poids lourd roulant au GNV émet en moyenne 10 à 15 % de CO₂-eq en moins comparé à un poids lourd diesel. Et là encore, la différence d'émission est notable également sur le gaz entre le BioGNC, le GNC et le GNL. Les poids lourds les plus performants sont ceux roulant à l'électrique, au BioGNC ou au carburant HVO.

La pollution atmosphérique

Un passage aux motorisations alternatives a aussi des effets bénéfiques sur la pollution atmosphérique, et donc sur la santé des riverains.

- Les véhicules à motorisation **hydrogène et électrique** présentent l'avantage, considérable en milieu urbain, de **ne pas émettre de gaz d'échappement** et donc de pollution.
- Les **poids lourds GNV**, en zone urbaine dense, émettent 40 % d'oxydes d'azote en moins, comparés aux poids lourds diesel.
- On a pour le moment très peu de recul quant aux performances des carburants alternatifs au diesel (E85, ED95, B100, HVO) sur les émissions de polluants locaux. Néanmoins, des études préliminaires récentes ont été réalisées par l'Ademe sur des poids lourds circulant à l'ED95, au B100, ou à l'HVO. Ces études ne montrent pas de baisses significatives des émissions de polluants, et ces résultats nécessitent d'être approfondis.

Dynamique de l'offre constructeur

Les parcs de véhicules sont amenés à évoluer dans les prochaines années, en raison du vieillissement du parc, et des réglementations urbaines visant à encourager le renouvellement des flottes. Les constructeurs automobiles sont de plus en plus nombreux à proposer des véhicules à faibles émissions dans différents segments.

Du côté des véhicules utilitaires :

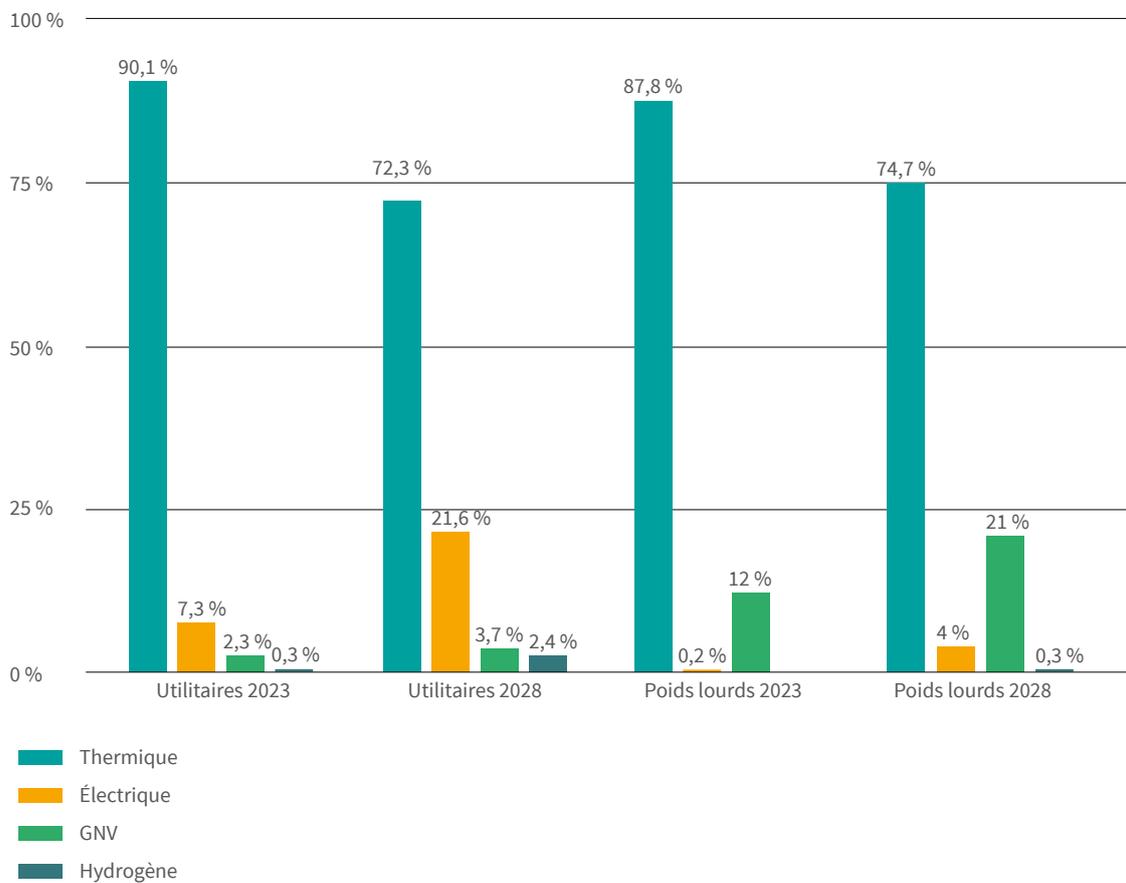
- Sur les segments des véhicules utilitaires légers, **la tendance en 2021 est à l'électrification de l'offre**. Les principaux constructeurs proposent désormais quasiment tous au moins un utilitaire électrique, et nombre d'entre eux proposent au moins un véhicule dans chaque segment (fourgon léger, compact, lourd) avec cette motorisation.
- Les **utilitaires hydrogène** sont une rareté (un seul constructeur propose ce modèle), mais de plus en plus de constructeurs proposeront, à court terme, leurs véhicules dans cette motorisation.
- En revanche, les constructeurs d'utilitaires ont tendance à **délaier les motorisations GNV**. Trois constructeurs proposaient des versions de leur modèle au gaz naturel, et l'un d'entre eux a annoncé en 2021 son retrait du marché dans les prochaines années.

Du côté des poids lourds :

- La plupart des constructeurs proposent des versions GNV de leurs poids lourds, du 4,5 au 44 tonnes.
- L'électrification des poids lourds urbains est plus marginale, mais certaines entreprises commencent à proposer des produits compétitifs dans des segments pouvant aller jusqu'à 19 tonnes.

Il est ainsi probable qu'on assiste, dans les prochaines années, à l'augmentation du nombre d'immatriculations de véhicules à motorisation alternative. Les chiffres présentés dans la figure suivante sont basés sur les **projections des scénarios** de la stratégie nationale bas carbone et de la programmation pluriannuelle de l'énergie, et qui servent de feuille de route à la stratégie française pour l'énergie et le climat.

Horizon 2028 en France :
quelle évolution des motorisations ?



Source : SFEC, 2019 © InTerLUD

Les défis à relever pour un transfert vers les motorisations alternatives

La poursuite de la dynamique du renouvellement des véhicules vers des motorisations alternatives dépend de plusieurs facteurs, en dehors de **l'équilibre coût-performance à trouver** pour les professionnels. Des investissements sont à réaliser sur toutes les énergies, car on manque de visibilité pour savoir laquelle sera la plus performante, et il faudra développer un mix énergétique pour répondre aux différents besoins en fonction de différentes contraintes.

Une offre constructeur au rendez-vous

Le premier facteur est la capacité des industriels à assurer **une production suffisante de véhicules pour faire face à la demande**. Les constructeurs sont en 2021 confrontés à plusieurs défis, liés aux fluctuations des prix dues à la reprise post-Covid, et à la production insuffisante de certaines pièces critiques à la construction de véhicule (semi-conducteurs, batteries électriques).

Par ailleurs, le renouvellement des flottes va être très rapide dans les cinq prochaines années, en raison de la mise en place de réglementations strictes dans les grandes villes européennes. Ce qui pose la question de la capacité des constructeurs, dont les modes de production fonctionnent en flux tendus, à augmenter leur production pour répondre à la demande.

Une production d'énergie suffisante

Le second défi est lié à la capacité de **production des énergies nécessaires à ces motorisations alternatives**.

- D'après les feuilles de route gouvernementales de la programmation pluriannuelle de l'énergie (SFEC, 2019), l'augmentation de véhicules électriques à horizon 10 ou 15 ans sera absorbée sans trop de problèmes compte tenu des **projections actuelles des capacités de production d'électricité** en France.
- En revanche, la France ne dispose **pas de production nationale de gaz naturel**, ce qui signifie qu'elle est dépendante de ses partenaires pour son approvisionnement, et que les coûts de cette énergie ne sont pas complètement maîtrisés.
- Le biogaz ne présente pas cet inconvénient, puisqu'il dépend de la méthanisation de matière organique dont les gisements sont relativement prévisibles. En revanche, **il existe des incertitudes quant au potentiel du biogaz** comme carburant, étant donnée la concurrence des autres usages (dans l'industrie ou pour la production d'électricité et de chaleur) pour cette énergie. La France a en effet des objectifs ambitieux pour l'injection du biogaz dans le réseau de chaleur dans les prochaines années (SFEC, 2019). Les coûts de production de biogaz devraient en revanche baisser assez significativement à moyen terme, de l'ordre de 35 % en 2028.
- Le coût de la production d'hydrogène, enfin, est aujourd'hui très élevé, mais en baisse constante depuis quelques années.

Des stations d'avitaillement

Enfin, le troisième défi est lié à **l'implantation de station de recharge** pour ces différentes énergies.

- En 2021, d'après les données recensées par la GIREVE, la France comptait environ 33 000 points de recharge électrique ouverts au public. On estime **qu'il en faudra environ 750 000 en 2040** d'après la PPE (SFEC, 2019), principalement dans les zones urbaines denses, afin d'absorber les pointes saisonnières.
- Il existe aujourd'hui, d'après l'Open Data Mobilité Gaz, environ 180 stations de recharge de **GNV** en France (AFGNV, 2021). **Il en faudra environ 330 en 2028**.
- Enfin, il existe pour le moment une dizaine de stations de recharge d'**hydrogène**, et il en faudra **environ un millier en 2028**, d'après la PPE.

Un effort conséquent va donc devoir être fourni pour favoriser l'investissement dans ces infrastructures, particulièrement en ce qui concerne les infrastructures de recharge privées (dans les locaux de l'entreprise ou chez les particuliers).

À lire également

D'autres questions traitées pour compléter la réflexion

Question n°3 > Transport de marchandises en ville : quels enjeux environnementaux ?

Question n°5 > Quels impacts des ZFE-m sur le transport de marchandises en ville ?



Dico et ressources



Dico

- **Ademe** : Agence pour la transition écologique. Cet établissement public est placé sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. Ses missions (programmes de recherche et d'investissement, actions territoriales) sont fixées par le Code de l'environnement.
- **CO₂-eq** : un équivalent de dioxyde de carbone est une mesure utilisée pour comparer les émissions de différents gaz à effet de serre sur la base de leur potentiel de réchauffement.
- **Éthanol** : les bioéthanol sont des carburants issus de mélanges d'éthanol (alcool obtenu par la fermentation de sucres) et d'essence. La France est le premier producteur européen d'éthanol, notamment à partir de betterave sucrière.
- **GES** : gaz à effet de serre. Les émissions de GES dont il est question sont des gaz issus des activités humaines, qui ont un impact négatif en matière de réchauffement climatique. Le principal GES est le dioxyde de carbone (CO₂) : 90 % des émissions de GES provenant des véhicules de transport de marchandises roulant au gazole sont des émissions de CO₂ (source : Base carbone). Il existe cependant d'autres GES : le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux ou protoxyde d'azote (N₂O) et des gaz fluorés : hydrofluorocarbure (HFC), perfluorocarbure (PFC), hexafluorure de soufre (SF₆) et trifluorure d'azote (NF₃).
- **Hybride** : un véhicule hybride associe un moteur thermique, essence ou diesel, à un ou plusieurs blocs électriques. Il peut être rechargeable (par le biais d'un raccordement au réseau électrique ; permet de bénéficier du bonus écologique) ou non rechargeable (utilise le moteur et le freinage pour recharger la batterie ; l'autonomie électrique est réduite ; ne permet pas de bénéficier du bonus écologique).
- **Polluants atmosphériques** : regroupent les NO_x (oxydes d'azote), les PM₁₀ et PM_{2,5} (particules fines), le CO (monoxyde de carbone) et les HC (hydrocarbures imbrûlés).
- **Du puits au réservoir** : désigne la production de l'énergie et son avitaillement.
- **Du réservoir à la roue** : désigne la combustion du carburant au sein du moteur du véhicule.
- **PPE : programmation pluriannuelle de l'énergie**. Elle exprime les orientations et priorités d'action des pouvoirs publics pour la gestion de l'ensemble des formes d'énergie, et intègre différents outils de pilotage. Elle inscrit la France dans une trajectoire visant à atteindre la neutralité carbone en 2050. La PPE révisée de la période 2019-2028 a été adoptée le 21 avril 2020.
- **SFEC** : stratégie française pour l'énergie et le climat. Elle constitue la feuille de route actualisée de la France pour atteindre la neutralité carbone en 2050. **Une première phase de consultation** publique s'est achevée au 15 février 2022.
- **SNBC : stratégie nationale bas carbone**. La feuille de route de la France pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre.



Fiches actions

Accompagnées dans le cadre du programme **CEE InTerLUD** (innovations territoriales et logistique urbaine durable), les communes disposent d'un guide méthodologique réalisé par l'Ademe comprenant des conseils et des fiches actions pour les soutenir dans leur démarche. Des versions de synthèse sont accessibles. En lien avec la question traitée, elles permettent aux acteurs économiques de repérer les thématiques susceptibles d'être portées sur leur territoire :

- Fiche B3 – Réglementer la circulation en fonction du niveau de pollution des véhicules
- Fiche C1 – Avantager les véhicules à faibles émissions



Ressources clés

À consulter en ligne : des ressources pour mieux comprendre la question ou passer à l'action.

- Terre-TLF : le site de l'Union TLF (Union des entreprises de transport et de logistique de France) créé pour apporter une information synthétique facile d'accès, notamment sur **les motorisations énergies alternatives**, également sur la réglementation et les aides financières.
- **Les fiches actions de la Charte Objectif CO₂** (version avril 2020) sont destinées à informer de manière objective et indépendante les entreprises de transport sur les solutions ayant un impact positif en termes de consommation de carburant et de réduction des émissions de CO₂. Cet outil d'aide à la décision est organisé autour de 4 axes : véhicule, carburant, conducteur, organisation. Chaque thème regroupe une fiche de synthèse, une fiche détaillée et des propositions de solution. Objectif CO₂ est un des dispositif du **Programme EVE** (engagements volontaires pour l'environnement).
- **Base Carbone**. Ademe, 2021.
- Stratégie française pour l'énergie et le climat - **Programmation pluriannuelle de l'énergie**, SDES. SFEC, 2019.
- **Chiffres clés du transport**. SDES, 2020.
- Fraikin Lab, 2022. **Livre blanc des énergies alternatives**. Un document très didactique du point de vue d'un loueur de véhicules, qui traite du choix des véhicules, des tendances du marché, des usages.
- **Verdir ma flotte**, FabLog, Ifpen, TLF. Un calculateur du TCO des véhicules ainsi que de l'impact carbone en fonction des motorisations.

Bibliographie

Pour retrouver les références (ouvrages, études, articles) utilisées pour la rédaction de la question.

- AFGNV, 2021. Portail Open Data Gaz Naturel.
- H2 Mobile, 2021. Carte des stations à hydrogène en France.
- DGE, 2019. Analyses - Infrastructure de recharge pour véhicules électriques, France : Études Économiques - DGE, ADEME, MTES.
- Équilibre, 2018. Projet Équilibre - Analyse des consommations et émissions de CO₂ et NO_x sur des poids lourds GNV et diesel, France : Rapport complémentaire.
- Ifpen, 2019. Étude ACV de véhicules roulant au GNV et bioGNV, Rueil-Malmaison : IFP Énergies Nouvelles.
- JRC, 2020. JEC Tank-to-wheel report v5: Heavy Duty Vehicles - Well-to-Wheel analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context, Luxembourg: Concawe, Eucar, European Commission - Publications office of the European Union.

Crédits

- Question de synthèse réalisée en mars 2022. Première mise à jour : mars 2023
- Illustration : Chloë Kast
- Schéma sur les motorisations : conception Adrien Béziat (université Gustave-Eiffel), d'après les chiffres SDES (Service de la donnée et des études statistiques), 2020. Réalisation Trait singulier, février 2022.
- Schéma sur les émissions : conception Adrien Béziat (université Gustave-Eiffel), d'après les chiffres JRC (centre commun de recherche de la Commission européenne), 2020 et la Base carbone Ademe, consultée en 2021. Réalisation Trait singulier, février 2022.
- Schéma sur l'évolution des motorisations : conception Adrien Béziat (université Gustave-Eiffel), d'après les chiffres SFEC (Stratégie française pour l'énergie et le climat), 2019. Réalisation Trait singulier, février 2022.
- Conception graphique : Trait singulier
- Correction : Relire et Corriger

InTerLUD, programme porté par :

