



Carburants alternatifs : quelle est la situation actuelle ?

La réduction des émissions de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre est une priorité pour ralentir le réchauffement de l'atmosphère terrestre. C'est particulièrement vrai pour la mobilité, qui est à l'origine de près d'un quart des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Au-delà de l'électrification, du recours à l'hydrogène ou de l'optimisation des moteurs, une autre approche est mise en avant : les carburants de synthèse et les biocarburants de nouvelle génération.

Un changement réglementaire important se profile : à partir de 2035, l'Union européenne prévoit d'interdire les carburants fossiles pour les véhicules neufs. Les carburants neutres en CO₂ restent en revanche autorisés. En d'autres termes, le moteur à combustion n'est pas mort, à condition qu'il fonctionne avec un carburant neutre en CO₂. Et c'est là que les solutions de synthèse entrent en jeu.

Les pionniers, déjà dépassés ?

Les biocarburants « classiques » sont fabriqués à partir de colza, de maïs ou d'huile de palme. Leur fabrication repose sur la transestérification, un procédé chimique par lequel ces huiles sont transformées en carburant. On en trouve aujourd'hui dans :

- les carburants diesel standards (env. 3%),
- les mélanges B7 et B10 (jusqu'à 7% ou jusqu'à 10%),
- le B100, à 100%.

Cette première génération présente toutefois de gros inconvénients : elle est en concurrence directe avec la production de denrées alimentaires et est corrosive pour les joints. Des considérations économiques et surtout éthiques s'opposent à la généralisation de ces biocarburants.

HVO, la nouvelle star

HVO signifie « Hydrotreated Vegetable Oil », en français : huile végétale hydrogénée. Ce procédé permet de transformer les déchets en carburant propre. Les matières premières utilisées ne sont pas des plantes comestibles, mais des huiles usagées et des graisses animales issues de l'industrie alimentaire. Un traitement à l'hydrogène sous haute pression permet de purifier les molécules, de les stabiliser puis de les transformer en hydrocarbures très proches de ceux issus du pétrole.

Avantages

- indice de cétane élevé (bonne qualité d'inflammation spontanée),
- combustion plus propre (moins de particules, moins de NOx),
- bonne tenue au stockage, sans perte de qualité,
- compatibilité presque totale avec les moteurs diesel actuels,
- jusqu'à 90% de CO₂ en moins sur l'ensemble du cycle de vie,
- production locale possible,

- non corrosif pour les joints,
- Le HVO100 est un carburant haute performance XTL conforme à la norme EN 15940,
- Le HVO peut être utilisé pur à 100% ou mélangé à du diesel fossile dans n'importe quelle proportion,
- Consommation de carburant inchangée et intervalles d'entretien et de maintenance inchangés.

Inconvénients

- Les huiles et graisses usagées utilisées pour le HVO ne sont actuellement disponibles qu'en quantité limitée. Cependant, la filière de ressources peut encore être développée.
- Actuellement, le prix du HVO est supérieur de 5 à 10 centimes par litre à celui du diesel fossile.
- La production de HVO nécessite de l'hydrogène supplémentaire, dont la fourniture est très gourmande en énergie.
- Par rapport au diesel fossile, le HVO a une densité énergétique légèrement inférieure..

Pour les machines agricoles, forestières et de chantier, les avantages du HVO sont évidents : il n'est pas nécessaire de modifier le moteur, il n'y a pas de perte de puissance à accepter et les émissions peuvent être réduites immédiatement.

En revanche, les matières premières du HVO ne sont disponibles qu'en quantité limitée

Même si la technologie HVO est prometteuse, elle présente un problème de taille. Les huiles usagées et les graisses animales ne sont disponibles que de manière limitée. Par ailleurs, la fabrication du HVO nécessite de l'hydrogène, dont la production est très énergivore. Une autre restriction est le rendement du moteur à combustion. Même un moteur diesel optimisé atteint à peine 50% dans les meilleures conditions et passe nettement en dessous de 25% à faible charge. En revanche, un véhicule électrique brille par un rendement de 80% (en tenant compte des pertes à la recharge). Cela explique aussi pourquoi l'électrification reste une priorité pour une grande partie du trafic.

À quoi ressemble l'avenir des carburants de synthèse ?

Les HVO ne remplaceront pas tous les

carburants fossiles. Mais ils constituent une option pour les domaines dans lesquels l'électricité ou l'hydrogène ne sont pas (encore) utilisables, notamment

- l'aéronautique,
- le transport maritime,
- l'industrie lourde,
- les machines agricoles et de chantier performantes.



Pourquoi le HVO génère-t-il moins de NOx ?

La réduction des émissions de NOx des moteurs fonctionnant au HVO est liée au mode de combustion du carburant.

1. Allumage plus rapide

Le HVO a un indice de cétane très élevé (70 à 90) et s'enflamme plus rapidement après l'injection. Cela évite qu'une trop grande quantité de carburant ne s'accumule avant le début de la combustion. Moins de carburant en combustion à la fois signifie moins de pics de pression et de température dans la chambre, c'est-à-dire des conditions moins favorables à la formation de NOx.

2. Combustion plus propre et plus uniforme

Le HVO est pratiquement exempt d'impuretés. La flamme uniforme évite les « points chauds » dans la chambre de combustion qui favorisent la formation de NOx.

3. Moins de particules

Le HVO ne produit que peu de particules. Cela contribue également à réduire les microzones de températures élevées. ■

Tableau comparatif HVO100 – Diesel Fossile – Diesel B7

Caractéristique	HVO100	Diesel Fossile (EN590)	Diesel B7
Densité volumique @ 15°C	765–800 kg/m ³	820–845 kg/m ³	820–845 kg/m ³
Densité énergétique	≈ 43 MJ/kg	≈ 43 MJ/kg	≈ 43 MJ/kg
Indice de cétane	70 (typique), min 51	≥ 51	52 (mesuré), 51 (calculé)
Norme respectée	EN 15940	EN 590	EN 590 + 7 % FAME

Dans ces domaines, les carburants liquides resteront encore longtemps la norme. Et les HVO pourraient être la clé d’une transition plus rapide sans qu’un renouvellement complet du parc automobile ne soit nécessaire.

E-carburants, l’autre voie vers les carburants de synthèse

Les e-carburants (ou carburants de synthèse) sont produits à partir de deux composants principaux :

1. de l’hydrogène vert obtenu par électrolyse de l’eau avec de l’électricité renouvelable,
2. du CO₂ capté dans l’atmosphère ou directement sur des sites industriels.

La combinaison de ces deux composants donne un hydrocarbure liquide qui peut remplacer directement l’essence, le diesel ou même le kérosène. Sa grande force est sa neutralité carbone : le CO₂ libéré lors de la combustion correspond à la quantité qui a été piégée lors de la fabrication.

Avantages

- Compatible avec les moteurs à combustion existants,
- Transport et stockage identiques à ceux des carburants fossiles,
- Grande stabilité chimique, très bonne tenue au froid et à long terme.

Limites actuelles

- Production coûteuse et énergivore,
- Dépendance totale à l’électricité renouvelable pour rester climatiquement neutre,
- Disponible en trop petites quantités pour couvrir les besoins mondiaux.

Les e-carburants semblent être une solution complémentaire au HVO et devraient, comme le HVO lui-même, être particulièrement intéressants pour les secteurs où l’électrification est très difficile (aviation, transport maritime, engins lourds, etc.). À long terme, ils pourraient également contribuer à maintenir un parc de moteurs à combustion fortement décarboné.



Moteurs à combustion plus respectueux de l’environnement pour des applications sélectionnées

Les carburants HVO et les e-carburants sont faciles à utiliser et à stocker et offrent un potentiel de décarbonation considérable. À eux seuls, ils ne sauveront pas le moteur à combustion à long terme, mais ils peuvent prolonger sa durée de vie dans des domaines où il reste indispensable. Pour les machines agricoles, ces carburants alternatifs permettent de réduire les émissions de CO₂ sans perte de puissance, d’autonomie ou de robustesse et sans augmentation du poids des machines.

Damien Jaquet

Tableau comparatif des options de carburant

Type	Provenance	Procédé	Réduction du CO ₂	Stabilité	Coût estimé	Émissions CO ₂ e/kg (mix électrique suisse)
Diesel d’origine fossile	Pétrole brut	Raffinage du pétrole	0 %	Très élevée	Faible	18 kg CO ₂ e/kg
Biocarburant de première génération	Cultures agricoles (colza, maïs)	Transestérification (ajout de méthanol ou d’éthanol à l’huile de base)	30–60 %	Faible	Moyen	2,16 kg CO ₂ e/kg
HVO (2 ^e génération)	Huiles usagées, graisses animales	Hydrogénation + isomérisation	Jusqu’à 90 %	Élevée	Moyen à élevé	1,8 kg CO ₂ e/kg
E-carburants	CO ₂ + H ₂ capté (électrolyse)	Fischer-Tropsch/ Methanol-to-Jet	Jusqu’à 100 % (avec 100 % d’énergie renouvelable)	Très élevée	Très élevé	5 kg CO ₂ e/kg
Véhicules électriques	Électricité	–	Jusqu’à 100 %	–	Faible	111gCO ₂ /kWh (Source OFEN 2025)