

PTF

Moteurs Thermiques

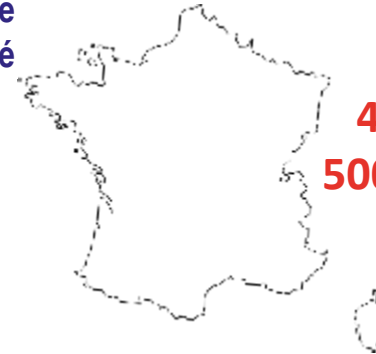
Webinaire 17 Juillet 2019

Frédéric DUBOIS – Clément DUMAND

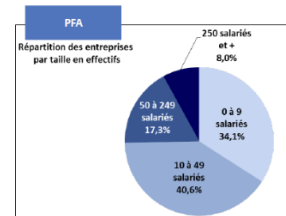
Consolider et développer les acteurs industriels de l'automobile et du transport routier en France

Définir une vision claire des grands enjeux à moyen et long terme de la filière et en décliner des actions, outils et services afin d'améliorer son efficacité globale (mission 2015)

- ✓ Animation de l'**innovation**
- ✓ Développement des **PME et ETI**
- ✓ Compétences et **emplois**
- ✓ **Compétitivité** industrielle
- ✓ Réglementations, **normes et standards**



4 000 entités
500 000 emplois



Membres fondateurs



Membres associés





PTF Moteurs Thermiques

Contexte

• Les véhicules automobiles ont principalement eu recours aux moteurs thermiques pour se mouvoir depuis plus d'un siècle. Depuis quelques années, des alternatives à la propulsion thermique pure ont vu le jour sous la forme d'hybridation ou de motorisation purement électrique.

• Au niveau mondial, les carburants majoritairement utilisés par les moteurs thermiques sont l'essence et le gazole,

Gazole ⇒ VP + VUL en Europe et sur les picks-up aux Etats-Unis.

Essence ⇒ carburant « Monde »

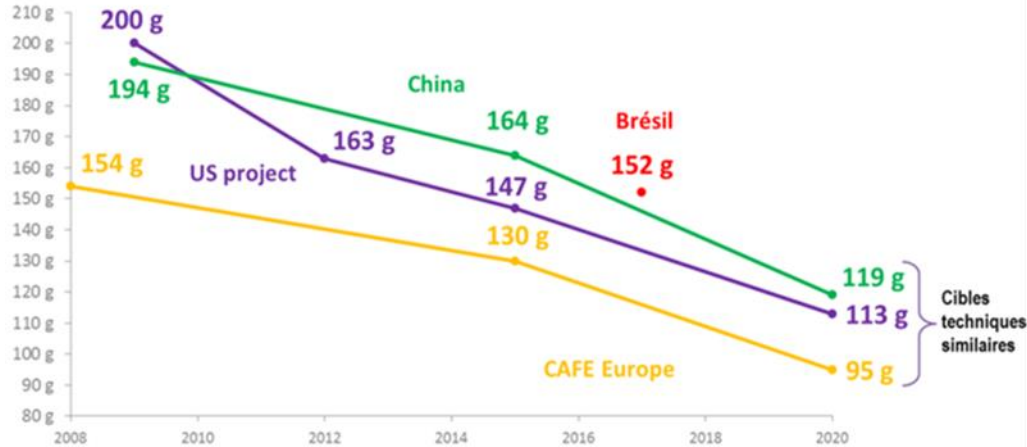
• Les études prospectives estiment que les véhicules 100% électriques représenteront environ 20% du marché européen et 10% du marché mondial à l'horizon 2030.

⇒ les motorisations thermiques équiperont encore 80% des véhicules vendus, couplées à une hybridation (tous niveaux confondus).

Challenge: exigences réglementaires (CO2 et émissions) / coût / modularité vis-à-vis de l'hybridation.

La réglementation (1/2)

Le CO2

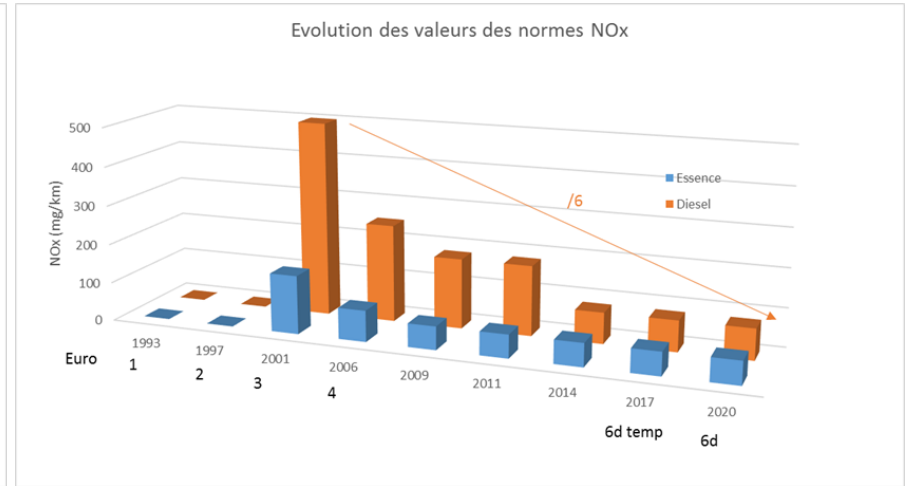
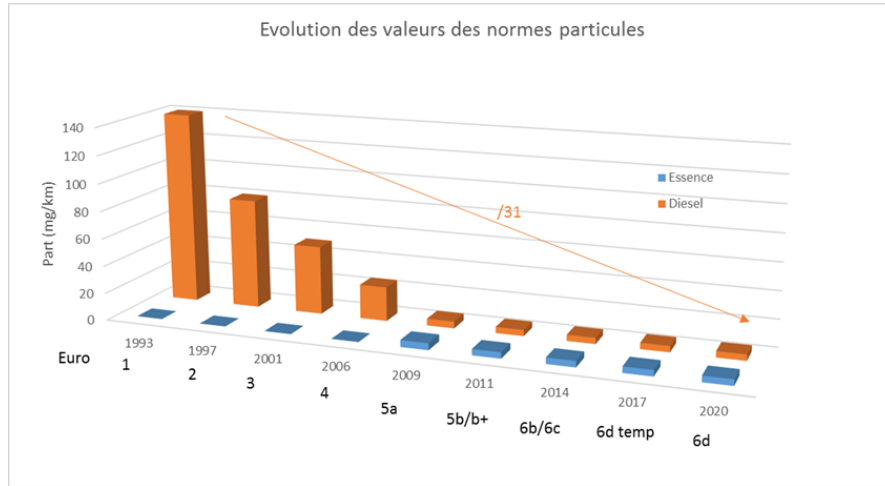


- Objectifs de réduction CO2 de + en + ambitieux / WW.
- En Europe, cette réduction des émissions CO2 est encadrée par la réglementation **CAFE** avec des objectifs définis jusqu'en 2030. (sanction financière de 95€ par gCO2/km et par véhicule pour les constructeurs hors objectif).



La réglementation (2/2)

Les émissions polluantes



- Sévérisation des normes sur les émissions polluantes concernant à la fois l'abaissement des niveaux d'émissions autorisées mais également l'évolution des conditions de test qui garantissent un respect de ces limites en condition réel d'utilisation par les utilisateurs.
- Ces réglementations tendent également à la convergence sur les émissions essence / Diesel (« fuel-neutral »), comme on le retrouve déjà aux Etats-Unis.

WLTC
& RDE

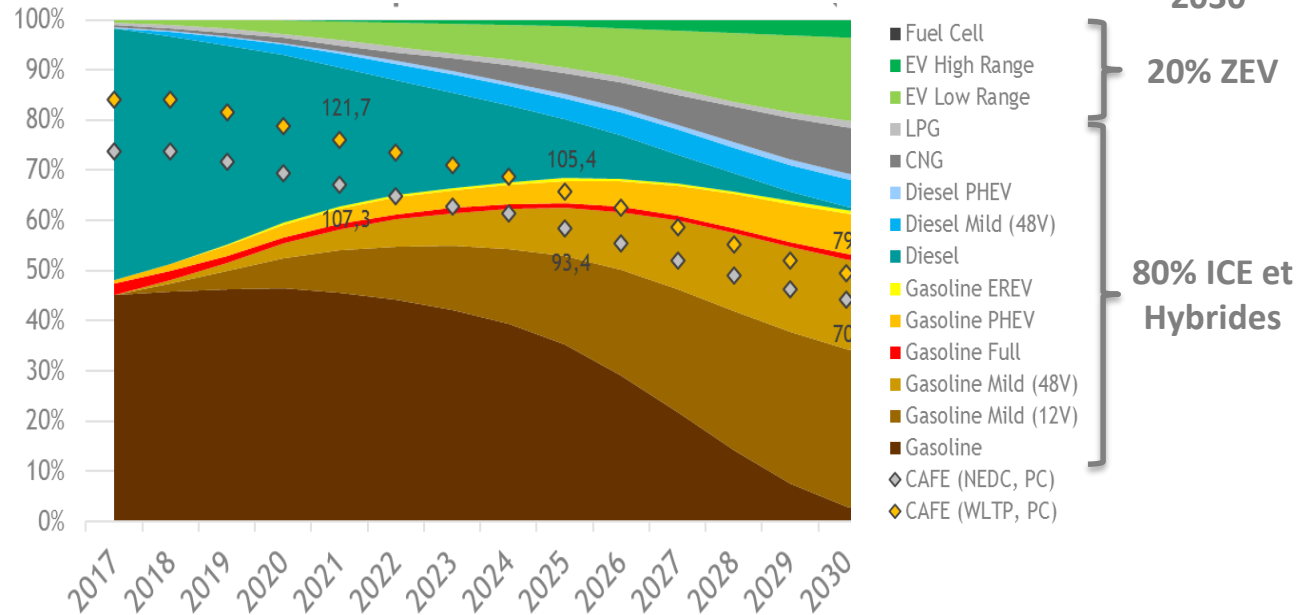
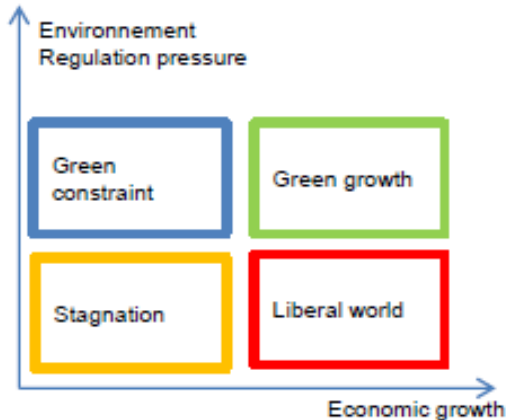
Evolution du mix technologique



Etude du BIPE : Périmètre de l'étude à l'horizon 2030

Le scénario central est
« Green Constraint »

Croissance économique modérée
et forte réglementation
environnementale



Mix des chaînes de traction des ventes VL (VP+VUL)
monde dans le scénario Green Constraint du BIPE

Rendement et émissions

Généralités (1/3)

Pour le moteur purement thermique, les améliorations:

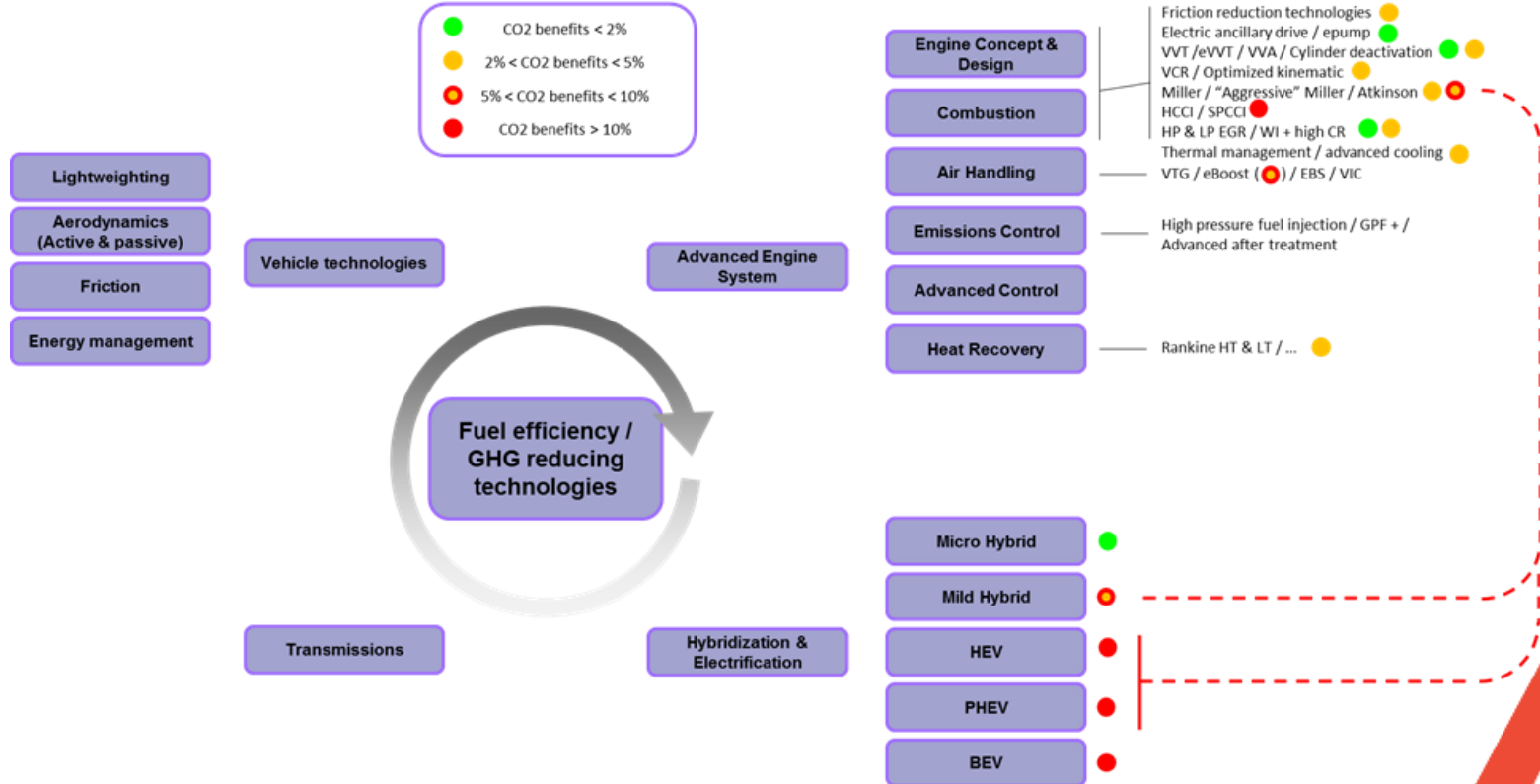
- de son rendement,
- des émissions à la source
- de l'efficacité des systèmes de post-traitement

sont et resteront des contributeurs incontournables pour la baisse des émissions de CO₂, sous contraintes élevées de réduction des émissions polluantes et tout en maîtrisant les coûts.

⇒ Les leviers sont identifiés et de nouvelles opportunités, permises notamment par les évolutions matériaux et process, sont en cours d'exploration.

Rendement et émissions

Généralités (2/3)



Rendement et émissions

Généralités (3/3)

- Plusieurs voies possibles pour améliorer le rendement des moteurs thermiques:
 - L'augmentation du taux de compression
 - et/ou La réduction des transferts thermiques dans la chambre de combustion par dilution (EGR et mélange pauvre).
- En essence, afin de limiter la complexité des systèmes de posttraitement, l'application d'un mélange "stœchiométrique" est aujourd'hui privilégiée pour le moyen terme. Néanmoins des systèmes de combustion mélange pauvre restent à considérer (GCI ...).
- En diesel, le système de combustion est confirmé, l'amélioration du rendement moteur est étroitement associé aux émissions et à la performance du système de posttraitement.

Pour les carburants alternatifs (GNV dans un premier temps ...), les leviers envisagés sur les moteurs conventionnels s'appliqueront.

Les leviers offerts par l'électrification sont également à considérer.

Rendement & émissions

Moteur Essence (1/2)

En essence, les principaux défis à relever pour améliorer le rendement des moteurs thermiques sont ...

- Concevoir une chambre de combustion avec un taux de compression géométrique élevé (de 14 à 16) en maintenant une aérodynamique interne adaptée à la combustion.
- Appliquer des niveaux de dilution élevés pour limiter les pertes thermiques et contribuer à repousser l'auto-inflammation.
- Repousser les limites cliquetis et rumble.
- Maintenir le niveau de performance du moteur remplacé car certains leviers techniques peuvent affecter les performances spécifiques (puissance et couple).

... tout en améliorant la compacité des moteurs actuels qui doivent maintenant partager l'environnement sous capot avec les composants électriques.

Rendement & émissions - Moteur Essence (2/2)

Valve actuation systems

Cooled EGR



Knock mitigation technologies

Packaging optimization

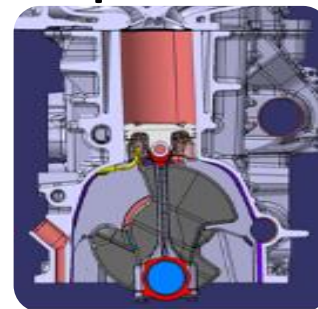
Beltless engine
Electric auxiliaries



Plasma coated liners



Compact crank drive



Rendement & émissions

Moteur Diesel (1/2)

En Diesel, les principaux défis à relever pour améliorer le rendement des moteurs thermiques sont ...

- Concevoir une chambre de combustion permettant d'améliorer le rendement tout en limitant les émissions à la source afin de ne pas pénaliser la consommation du moteur au titre du compromis CO_2/NO_x .
- Limiter les pertes thermiques en appliquant des niveaux de dilution élevés ou en isolant la chambre de combustion.
- Identifier des solutions (moteur) permettant un amorçage rapide du système de posttraitement.
- Maintenir le niveau de performance du moteur remplacé car certains leviers techniques peuvent affecter les performances spécifiques (puissance et couple).

Rendement & émissions

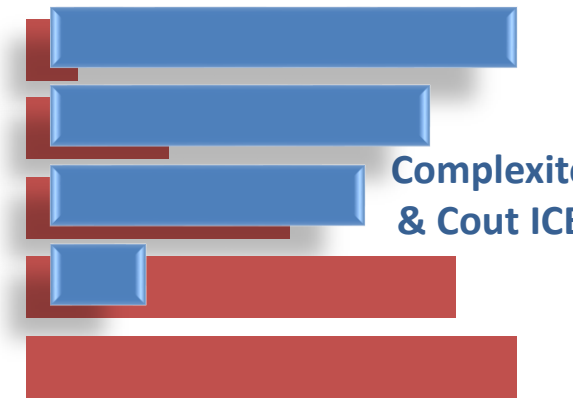
Moteur Diesel (2/2)

Les solutions techniques envisagées sont les suivantes :

- Conception de la chambre de combustion, dessin de la chambre et des conduits, système d'injection à pression augmentée et amélioration du ratio surface volume (alésage / course), distribution variable.
- Pour limiter les pertes thermiques (niveaux de dilution élevés), système EGR « boosté » par une suralimentation ++, adiabatisation de la chambre et des conduits.
- Pour amorcer rapidement le système de posttraitement, utilisation de système de distribution variable et/ou électrification du système de posttraitement (chauffage électrique)
- Pour maintenir le niveau de performance du moteur, amélioration du remplissage via le système de suralimentation du moteur (suralimentation ++), augmentation de la cylindrée moteur (compromis rendement / performances spécifiques).

Le support de l'électrification peut également être envisagée pour compenser de manière transitoire le déficit de couple ou de puissance.

Les différentes chaines de traction hybrides (exemple des hybrides électriques)

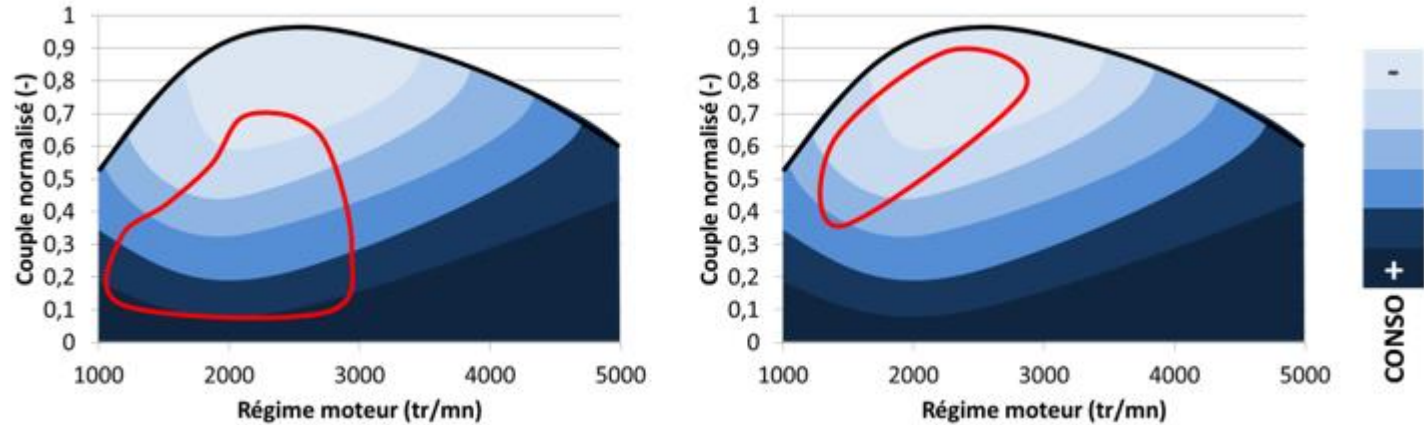
VALEURS TYPIQUES	Puissance élec.	Energie élec.	CO ₂ Cycle (NEDC)	Roulage ZEV	Autonomie	Impacts moteur thermique
Mild Hybrid	10 – 20kW	0,5 – 1kWh	-10 – 20%	0 – 0,5km	500 – 1 000 km	 <p>Complexité & Cout ICE</p>
Full Hybrid	15 – 50kW	1 – 2kWh	-20 – 30%	1 – 3km	500 – 1 000 km	
Plug-in Hybrid	40 – 110kW	5 – 15kWh	-40 – 60%	20 – 60km	500 – 1 000 km	
VE range extender	> 50kW	8 – 25kWh	-60 – 80%	50 – 150km	300 – 500 km	
Véhicule électrique	> 50kW	15 – 100 kWh	-100%	100 – 500 km	100 – 300 km	

Les attentes pour le moteur thermique seront différentes pour chaque type d'hybridation

Niveau d'électrification



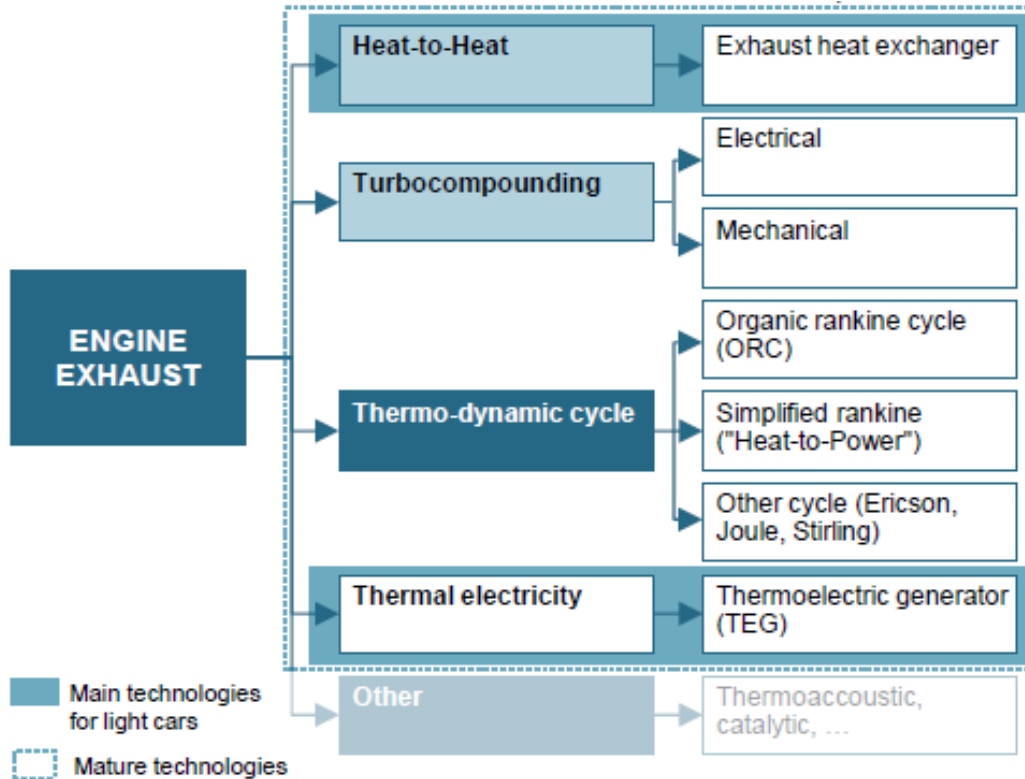
Utilisation du moteur thermique dans une chaîne de traction hybride



Utilisation type du moteur (en rouge) avec (a) une transmission classique, (b) une transmission hybride, dans le plan Régimes / Couples

Pour les chaînes de traction fortement hybridées, le moteur thermique est utilisé sur ses zones de meilleur rendement

Valorisation des pertes thermiques



Différentes méthodes de valorisation des pertes thermiques

A date : Pas de système viable dans un contexte automobile identifié autre que la valorisation pour la thermique habitacle

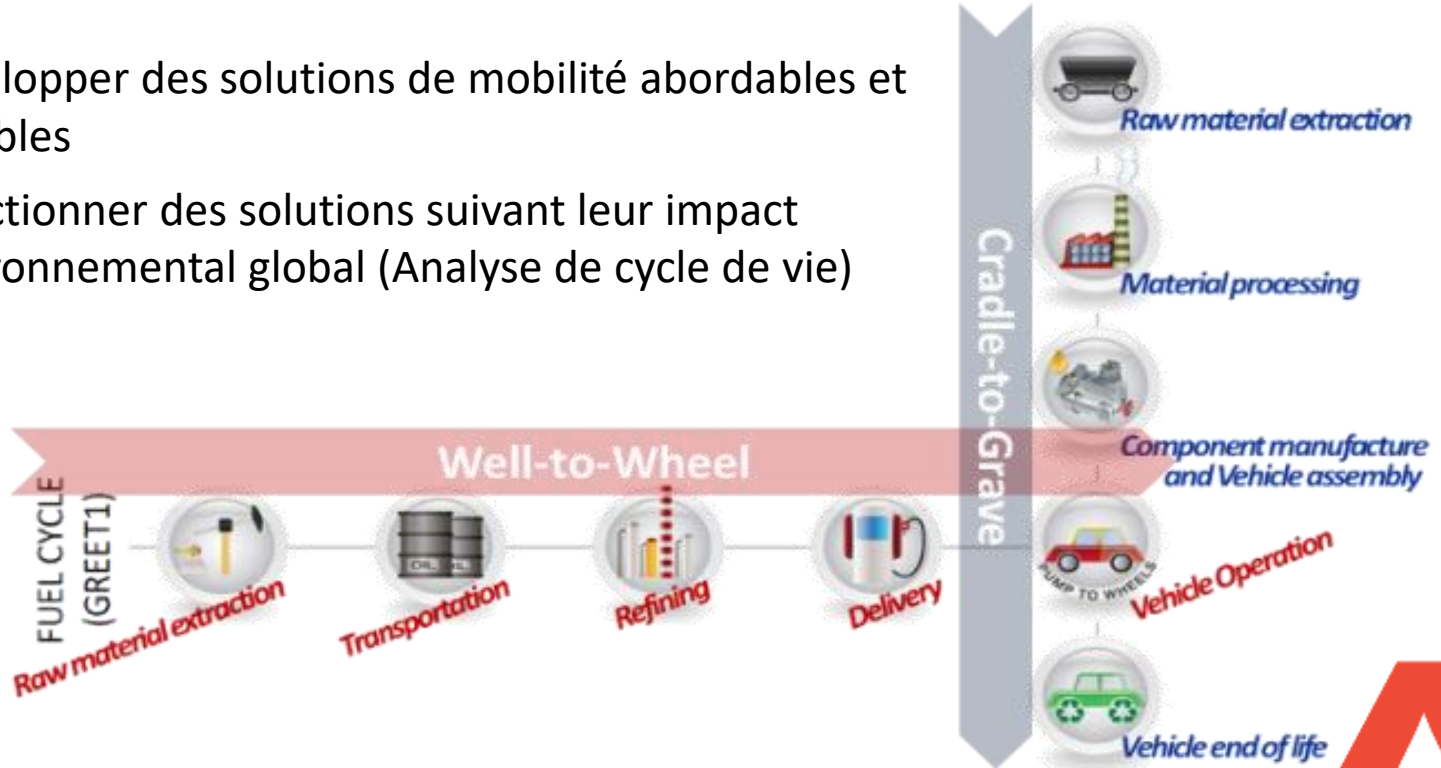
Conclusion

Le moteur thermique restera une réponse technique adaptée à l'automobile et, ainsi, aux enjeux de mobilité futurs de part sa solution efficace, simple d'usage et abordable, permettant d'adresser l'ensemble des usages mondiaux. A l'horizon 2030, il représentera encore plus de 80% du marché des chaînes de traction, associé à une hybridation (tous niveaux confondus). Les normes sur les émissions de polluants se sévèrent et seront convergées essence / gazole à horizon €7 («fuel-neutral»). La diffusion des véhicules respectant les nouvelles normes aura un impact positif fort sur la qualité de l'air dans les centres urbains. Les leviers pour améliorer la performance CO₂ sont identifiés ; une comparaison objective des différentes solutions de mobilité devra être réalisée suivant une analyse de cycle de vie complète et non pas seulement sur la phase d'usage du véhicule.

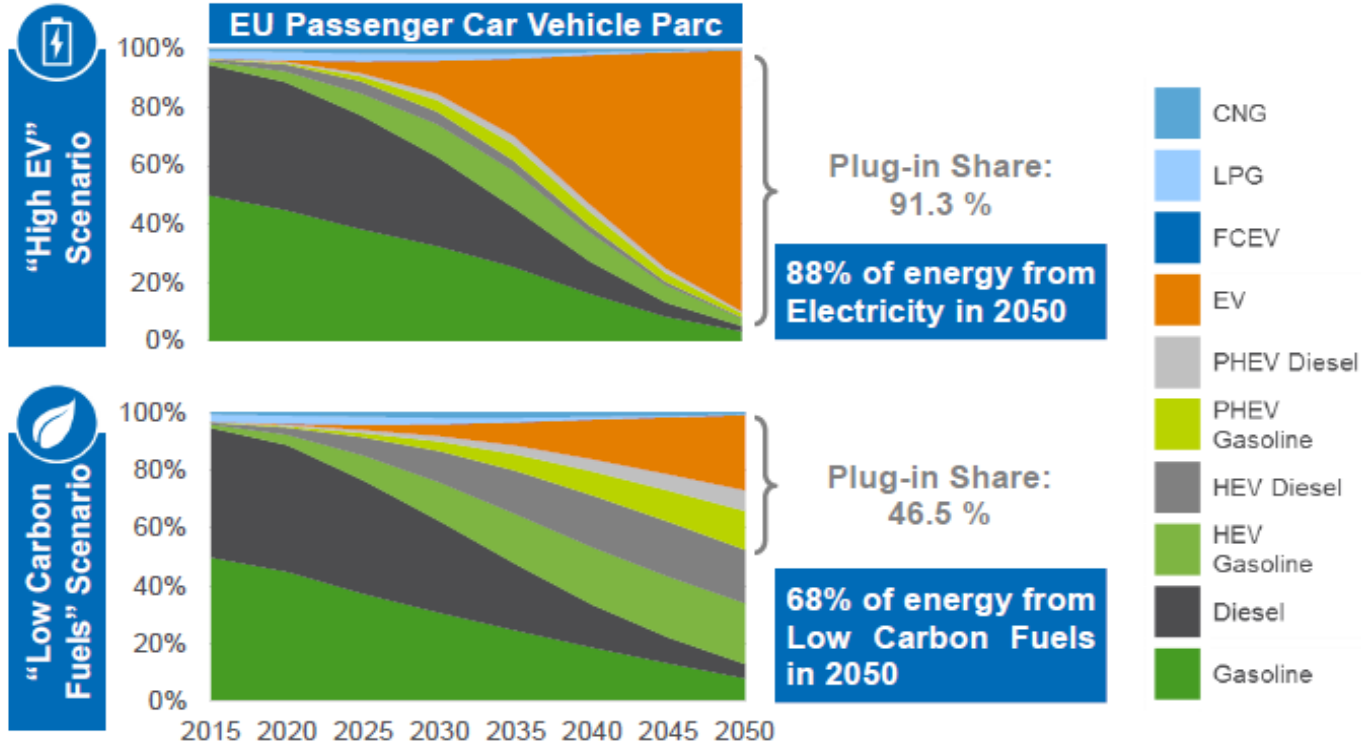


Défis post 2030

- Développer des solutions de mobilité abordables et durables
- Sélectionner des solutions suivant leur impact environnemental global (Analyse de cycle de vie)



Evolutions post 2030 possibles



“Impact Analysis of Mass EV Adoption and Low Carbon Intensity Fuels Scenarios”, Concawe, 2018