

Règlements consommation Europe Véhicule particulier

de 2015 à 2030

Musée Peugeot le 3 octobre 2019



Bernard SWOBODA

Maitre expert consommation énergétique véhicule du Groupe PSA

Sommaire

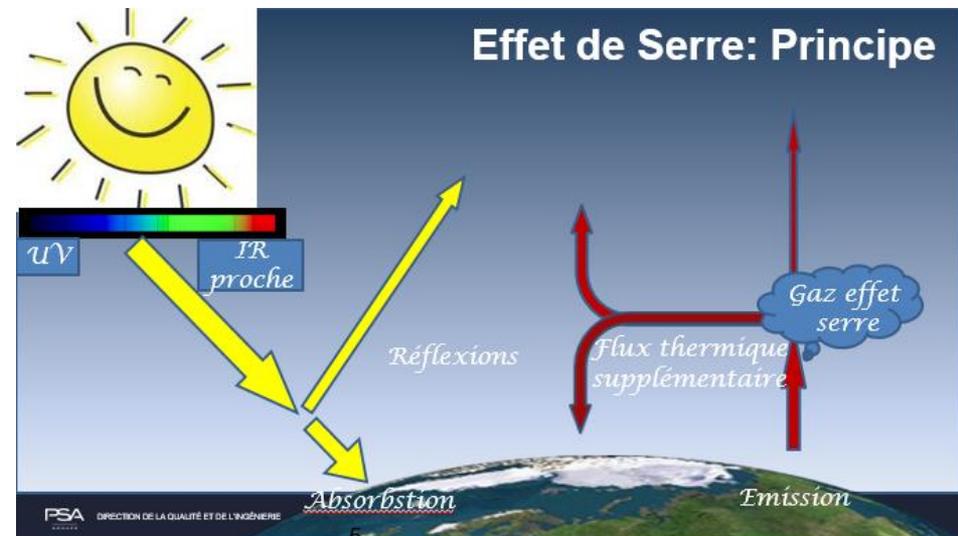
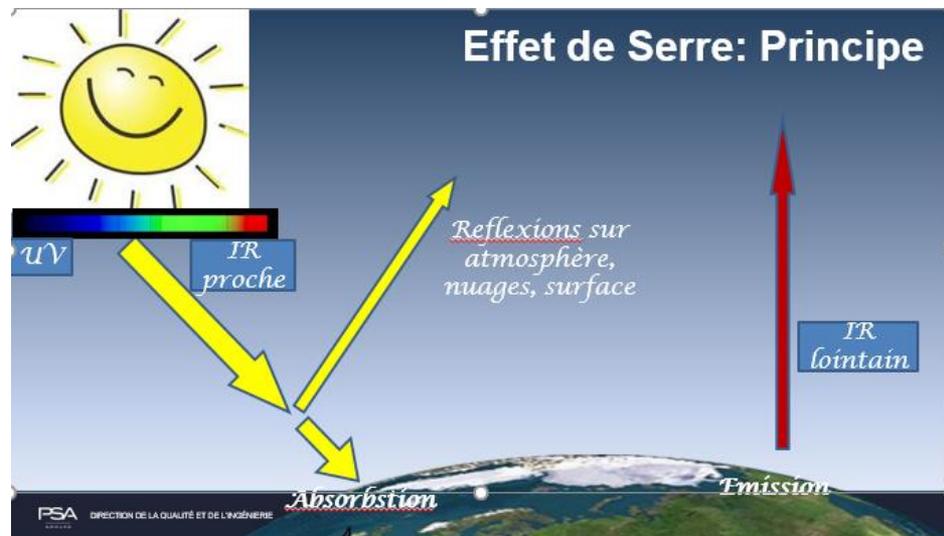
- Pour commencer...
- CAFE 2015-2019
- CAFE 2020
- CAFE 2021-2024
- CAFE 2025-2030
- Changement du paysage automobile ... mais pas que ...
- Empreinte carbone de la production d'électricité
- Conclusion

Pour commencer...

Pour commencer... réchauffement climatique

■ Effet de serre

- Le soleil envoie de l'énergie vers la Terre. Une partie de l'énergie est renvoyée vers l'espace pendant que l'autre est absorbée par l'atmosphère ou par le sol → la Terre s'échauffe
- À l'inverse, le Terre se refroidit en renvoyant vers l'espace de la chaleur sous forme d'infra rouge. Mais une partie est piégée par certains gaz présents dans l'atmosphère: **les gaz à effet de serre** → réchauffement de la basse atmosphère

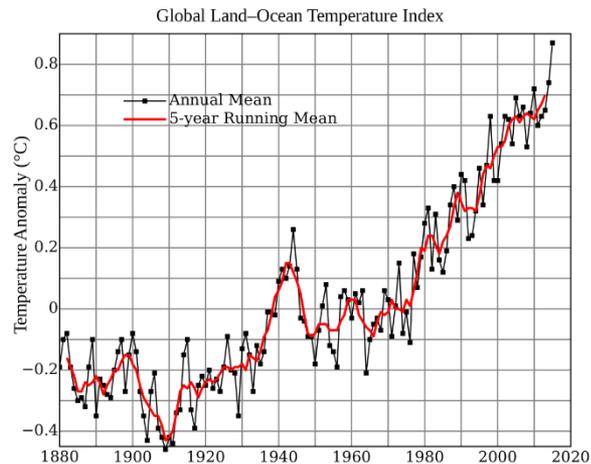
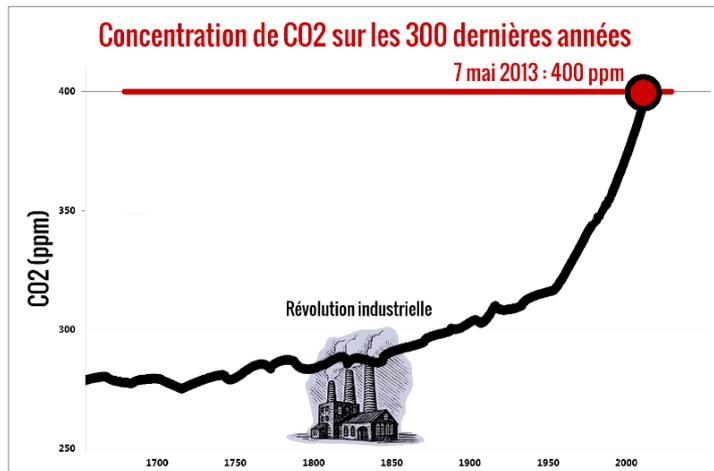


Pour commencer... réchauffement climatique

Gaz à effet de serre

Oui	Non
Dioxyde de carbone CO_2	Oxygène O_2
Méthane CH_4	Azote N_2
Ozone O_3	Argon Ar
« CFC » CF_2Cl_2	
Perfluorocarbures	
Hydrofluorocarbures	
Protoxyde d'azote N_2O	
Vapeur d'eau H_2O	

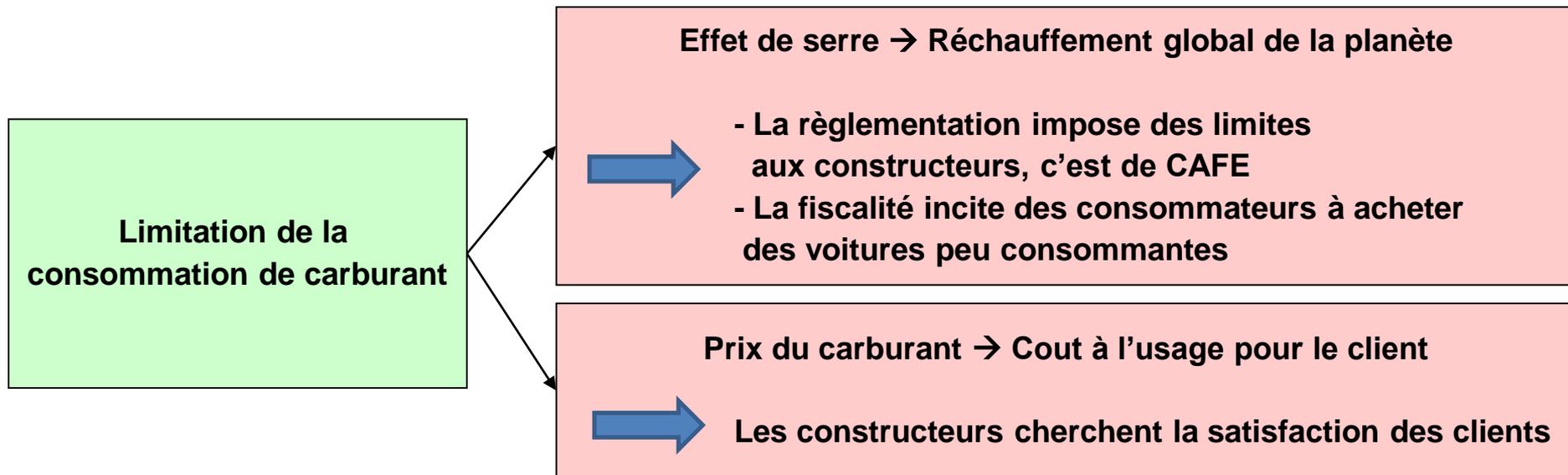
Impact du CO_2



Pour commencer... un peu de chimie

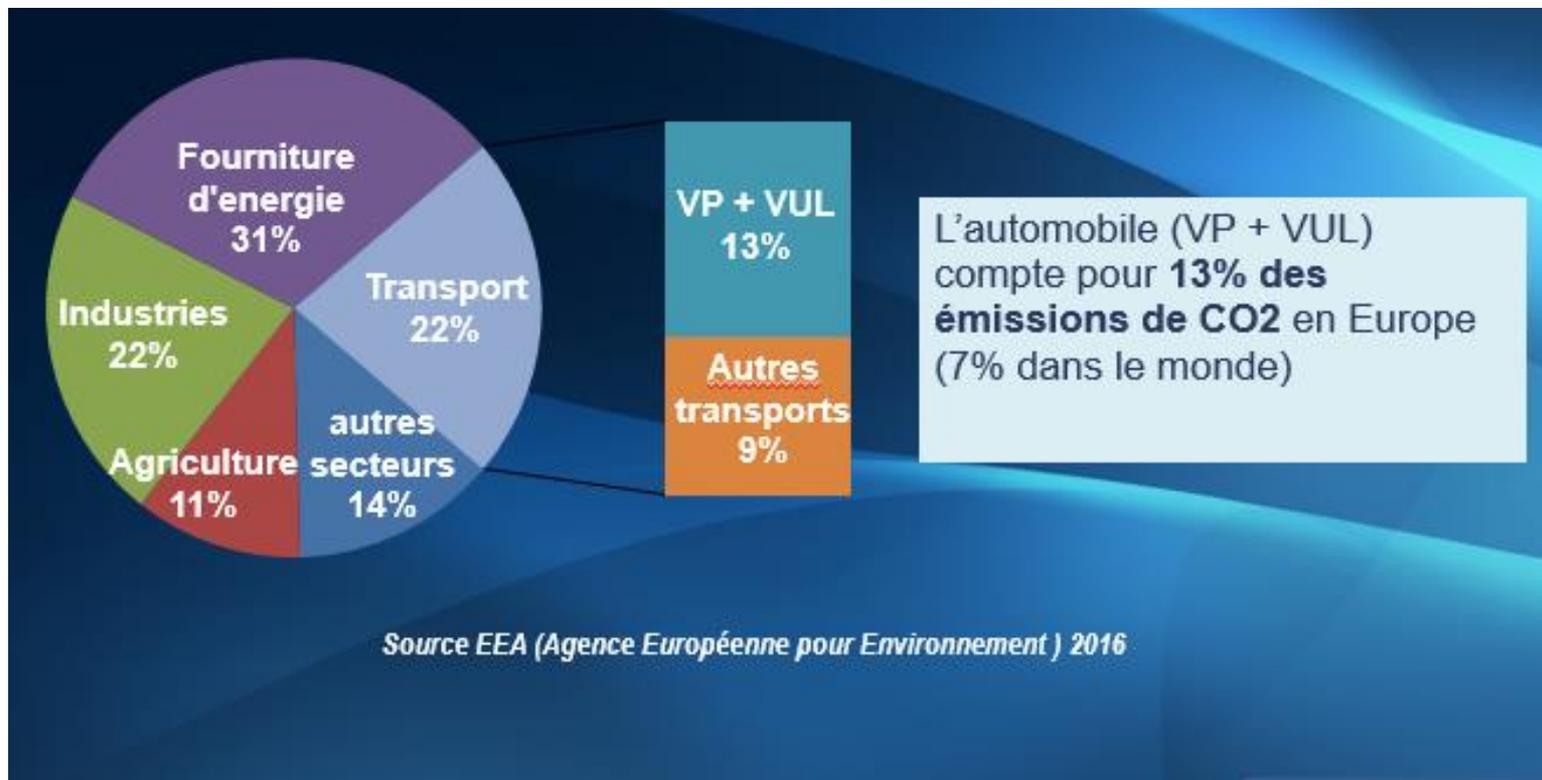
- Les carburants fossiles contiennent de l'hydrogène H et du carbone C, sont des hydrocarbures de formule générale C_nH_m
- L'équation de combustion est
Carburant + oxygène → dioxyde de carbone + eau + énergie
$$C_nH_m + (n + m/4)O_2 \rightarrow nCO_2 + m/2 H_2O + \text{énergie}$$
- Les émissions de CO_2 en g/km sont directement proportionnelle à la consommation de carburant en l/100 km. Le coefficient de passage dépend de la composition chimique du carburant
 - 22,85 pour l'essence
 - 26,25 pour le gazole
- Exemples
 - 120 g/km de CO_2 en essence → $120/22,85 \approx 5,3$ l/100 km
 - 120 g/km de CO_2 en diesel → $120/26,25 \approx 4,6$ l/100 km

Pour commencer... éléments de contexte



- **CAFE = Corporate Average Fuel Economy** = consommation moyenne pondérée par les ventes
- Calcul fait sur une année calendaire à partir des immatriculations
- Résultat de l'année n disponible en février de l'année n+1

Pour commencer... répartition des émissions de CO2 en Europe



Pour commencer... répartition des émissions de CO2 en Europe

L'automobile subit une pression énorme pour réduire les émissions de CO2

En est-il de même pour les autres émetteurs?

Exemple: chauffage domestique comparé à l'automobile.

Consommation moyenne de fuel domestique en France \approx 2000 l / an

Ceci équivaut \approx à 40 000 km / an pour une voiture diesel moyenne

Alors que le kilométrage moyen en France pour une voiture diesel est \approx 16 000 km / an

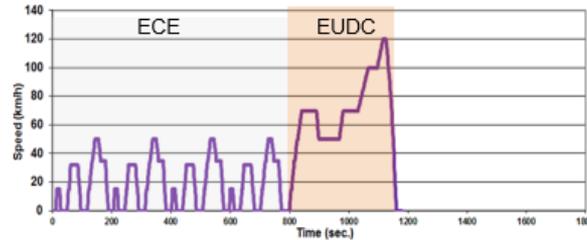
Conclusion: une maison chauffée au fuel (*) émet 2,5 fois plus de CO2 qu'une voiture

(*) \approx 25% des foyers français sont chauffés au fuel

CAFE 2015 - 2019

CAFE 2015-2019

■ Cycle réglementaire NEDC



■ Objectif global Europe: 130 g/km en moyenne pondérée tous constructeurs confondus

■ Objectif par constructeur selon sa masse

■ PSA dans le groupe de tête depuis toujours et leader en 2014, 2015 et 2016

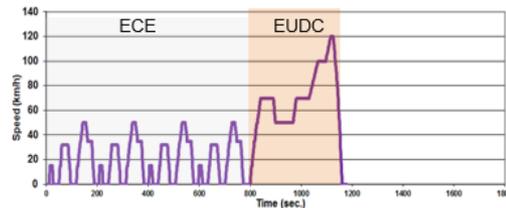
■ CAFE PSA 2018 = 114,0 g/km

■ Marge par rapport à l'objectif: suffisante

CAFE 2020

CAFE 2020: règlement

- Cycle réglementaire NEDC

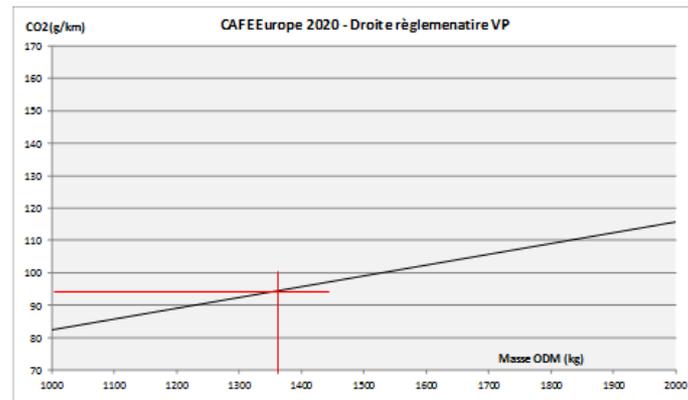


- Objectif PSA 2020 dépend de

- L'objectif global Europe: 95 g/km en moyenne pondérée tous constructeurs confondus
- La masse moyenne PSA et la masse moyenne marché 2014/15/16

$$\text{Objectif CO2} = 95 + 0,0333 (M_{\text{PSA}} - M_0)$$

M_0 applicable en 2020/21 = masse ODM moyenne Europe 2014/15/16 = 1380 kg



CAFE 2020: règlement

Flexibilités

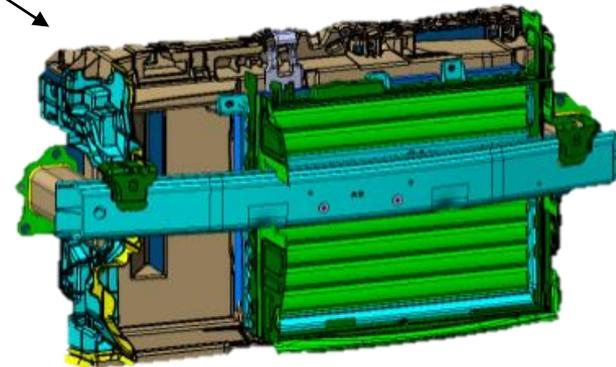
- Phase-in de 95% en 2020
- Super-crédits pour véhicules < 50 g/km CO2
 - Facteur 2 en 2020
 - Facteur 1,67 en 2021
 - Facteur 1,33 en 2022
 - Plafonné à 7,5 g/km pour le cumul des 3 années 2020-2021-2022
- Eco-innovation
 - Facteur 1 en 2020
 - Facteur 1,9 en 2021
 - Facteur 1,7 en 2022
 - Facteur 1,5 en 2023
 - Facteur 1 en 2024
 - Plafonné à 7 g/km par an

■ Pénalité en cas de non-respect: 95 € par g/km de dépassement par véhicule vendu. Exemple: si dépassement de 1 g/km (0,04 l/100km) pour 3 M de véhicules vendus → pénalité = 285 M€

CAFE 2020: évolutions techniques « conventionnelles »

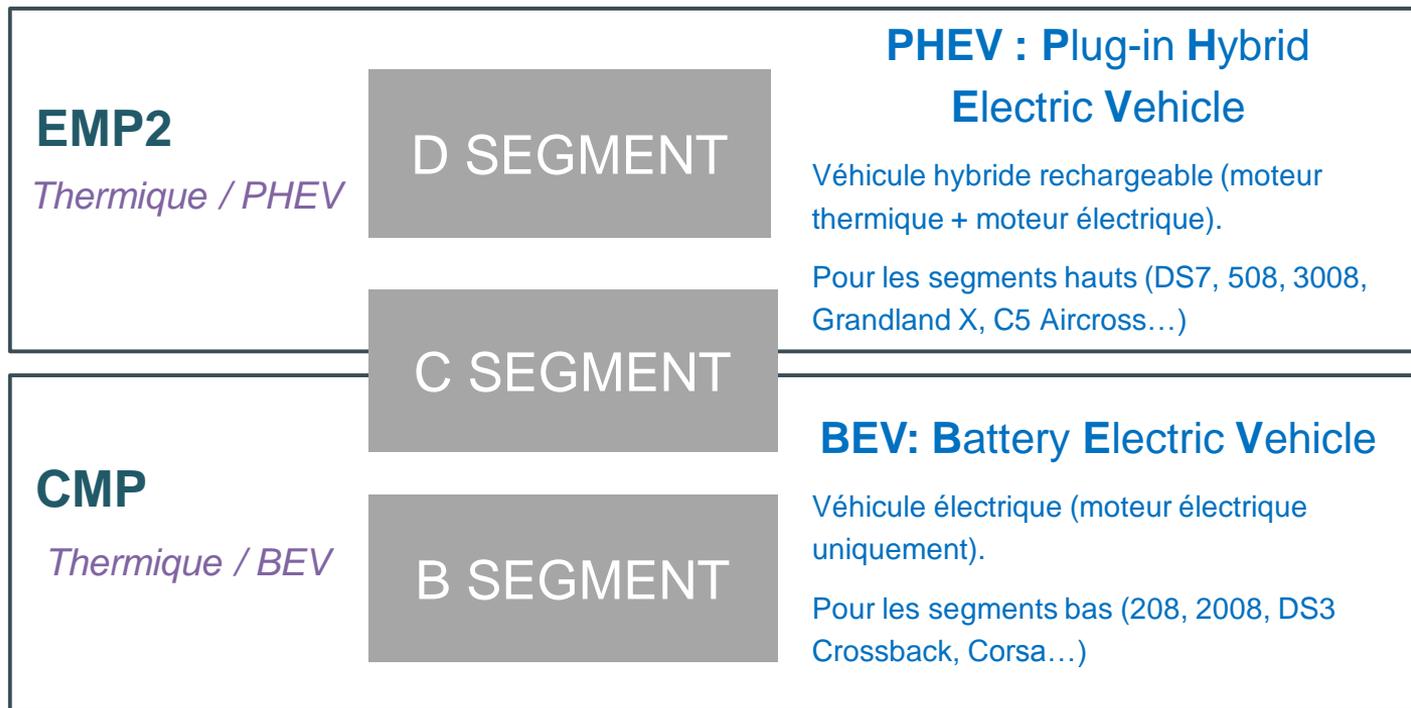
■ Introduction de nouvelles technologies

- Allègement (acier haute limite élastique, plancher AR composite...)
- Groupe motopropulseur (down-sizing, frottement mécaniques...)
- Gestion électrique (alternateur haut rendement...)
- Aérodynamique (volets pilotés, écrans sous caisse...)
- Pneu (fort mix de Résistance au Roulement Classe A)
- Projecteur LED



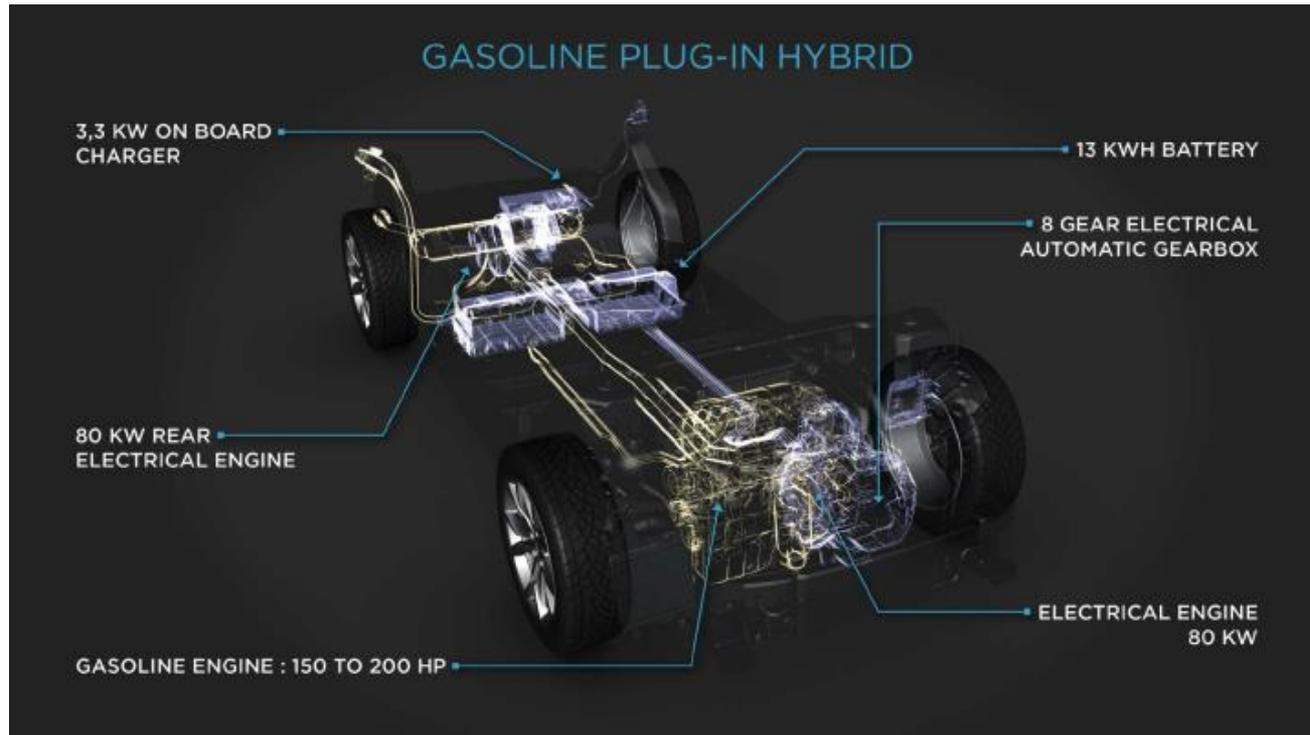
CAFE 2020: évolutions techniques « électrification »

■ Introduction de véhicules hybrides et électriques



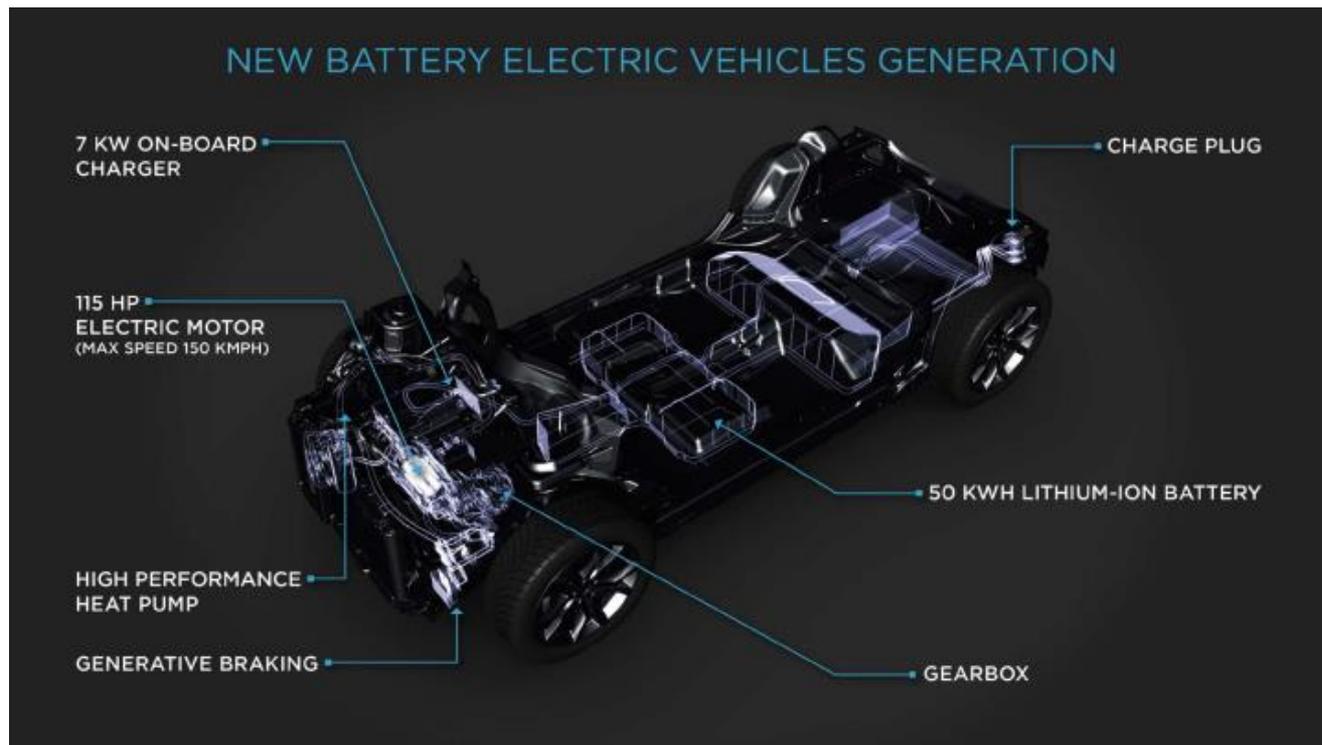
CAFE 2020: évolutions techniques « électrification »

PHEV : PLUG-IN HYBRID



CAFE 2020: évolutions techniques « électrification »

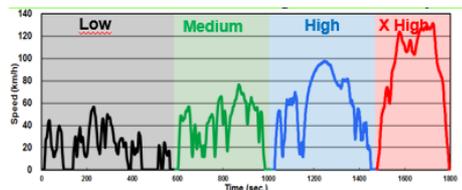
BEV : ELECTRIC VEHICLES



CAFE 2021 - 2024

CAFE 2021-2024: règlement

■ Cycle réglementaire WLTP



■ Plus d'objectif global Europe

■ Processus de corrélation NEDC → WLTP



Objectif de référence WLTP PSA 2020 = Objectif PSA NEDC 2020 x $\frac{\text{WLTP 2020} (*)}{\text{NEDC 2020} (*)}$

(*) sans Phase-in, Super Credit, Eco-innovation

■ Objectif PSA 2021-2024 dépend de

- L'objectif de référence WLTP PSA 2020
- La masse moyenne PSA et la masse moyenne marché

Objectif 202x = Objectif de référence WLTP PSA 2020 + 0,0333 x [(M_{PSA} - M₀) - (M_{PSA 2020} - M_{0 2020})]

CAFE 2021-2024: évolutions techniques

■ Poursuite des nouvelles technologies conventionnelles

- Allègement
- Groupe motopropulseur (frottements mécaniques...)
- Gestion électrique (batterie Li-ion...)
- Aérodynamique (volets pilotés...)
- Pneu (généralisation des pneus Classe A, création d'une classe A+ et A++)
- Projecteur LED
- Autres technologies à inventer

■ Poursuite massive du plan d'électrification

- BEV (nouvelle technologie de batterie...)
- PHEV (augmentation de l'énergie embarquée...)
- Introduction de MHEV (**M**ild **H**ybrid **E**lectric **V**ehicle)
- 100% des modèles PSA auront une version électrifiée d'ici 2025

CAFE 2025 - 2030

CAFE 2025-2030: règlement

■ Deux évolutions principales sont décidées

- Objectif CAFE plus sévère
 - Pour 2025: -15% par rapport à 2020
 - Pour 2030: -37,5% par rapport à 2020
- Nouveau règlement sur le quota de véhicules électrifiés
 - Pour 2025: objectif quota ZLEV: 15%
 - Pour 2030: objectif quota ZLEV: 35%

■ Définition d'un ZLEV

- 1 BEV = 1 véhicule
- 1 PHEV ($0 \text{ g/km} < \text{CO}_2 < 50 \text{ g/km}$) = moins que 1. $1 \text{ PHEV} = 1 - 0,7 * \text{CO}_2 / 50$
 - Si PHEV = 45 g/km $\rightarrow 0,37$
 - Si PHEV = 35 g/km $\rightarrow 0,51$

■ Effet ZLEV sur l'objectif CAFE: chaque % au-dessus de l'objectif quota ZLEV augmente l'objectif CAFE, avec un maximum de 5%

■ ZLEV: comment ça marche ?

CAFE 2025-2030: règlement

ZLEV: comment ça marche ?

ZLEV			
Objectif quota ZLEV 2025 / 2030	15% / 35%		
Définition ZLEV	1 BEV = 1 1 PHEV = 1 - 0,7*CO2 / 50		
Exemples	Si PHEV homologué à 35 g/km 1 PHEV PC = 0,51	Si PHEV homologué à 40 g/km 1 PHEV PC = 0,44	Si PHEV homologué à 45 g/km 1 PHEV PC = 0,37
Constructeur 1 mix BEV = 10% mix PHEV = 10% Effet sur l'objectif CAFE 2025	ZLEV factor = 10 + 5,1 = 15,1 bonus = 0,1%	ZLEV factor = 10 + 4,4 = 14,4 bonus = 0%	ZLEV factor = 10 + 3,7 = 13,7 bonus = 0%
Constructeur 2 mix BEV = 10% mix PHEV = 15% Effet sur l'objectif CAFE 2025	LEV factor = 10 + 7,65 = 17,65 bonus = 2,65%	LEV factor = 10 + 6,6 = 16,6 bonus = 1,6%	LEV factor = 10 + 5,55 = 15,5 bonus = 0,5%
Constructeur 3 mix BEV = 10% mix PHEV = 25% Effet sur l'objectif CAFE 2025	LEV factor = 10 + 12,75 = 22,75 bonus = 7,75% --> 5%	LEV factor = 10 + 11 = 21 bonus = 6% --> 5%	LEV factor = 10 + 9,25 = 19,25 bonus = 4,25%

CAFE 2025-2030: règlement

- Objectif CAFE PSA 2025-2030 dépend de
 - Résultat CO2 marché WLTP 2020 (sera seulement connu en 2021)
 - Résultat CO2 marché NEDC 2020
 - Facteur ZLEV PSA
 - Pente de masse moyenne marché 2021
 - La masse moyenne PSA et la masse moyenne marché

CAFE 2025-2030: évolutions techniques

- On a une assez bonne visibilité pour 2025
- Un peu plus difficile à dire, à ce stade, pour 2030....

- On peut cependant prévoir
 - Toutes les technologies possibles dont celles non encore imaginées
 - Un marché entièrement électrifié: BEV, PHEV et MHEV... et peut-être Pile à Combustible (Hydrogène)
 - Des mix BEV et PHEV importants en 2025 et très importants en 2030
 - ...

CAFE 2025-2030

- Mais.....
- Qu'est ce que cela va changer dans notre vie de tous les jours? → Changement du paysage automobile ... mais pas que...
- Et, toute cette électricité nécessaire, est-elle « propre » ?



Changement du paysage automobile... mais pas que...

Sans vouloir être exhaustif
...
Quelques pistes de réflexion

Changement du paysage automobile ... mais pas que ...

- Dans les 10 ans à venir, nous allons vivre une transformation très importante
- Installation de bornes de recharge
 - Administrations, Super marchés, Lieux de travail, Station services, Copropriétés...
 - Domicile → modification du contrat de fourniture d'électricité. Pour charger ≈ 50 kWh en 7 h, il faut une puissance installée de 7 kW
- Impact économique
 - Outil industriel de production automobile
 - Approvisionnement des batteries
 - Prix des voitures
 - Fiscalité sur l'énergie
 - ...

Changement du paysage automobile ... mais pas que ...

■ Impact sur le mode de vie automobile

- Risque d'interdiction de circuler des véhicules diesel dans certaines grandes villes à partir de 2024.... Et peut-être un peu plus tard des véhicules essence
- ...

■ Impact sur d'autres modes de vie

- Aérien: risque de suppression des lignes intérieures en France
- Risque de restriction sur le commerce international
- Aménagement du territoire: repenser l'organisation des villes? Le lieu de travail par rapport au domicile? Le travail à distance....
- Empreinte carbone à estimer systématiquement sur les produits (alimentation, biens d'équipement...) les services (déplacements...) les loisirs (voyages, concerts, réunions d'associations...)
- ...

Empreinte carbone de la production d'électricité

Empreinte carbone de la production d'électricité

- La réglementation actuelle ne prend en compte que le CO₂ sortant de l'échappement (du réservoir à la roue)
→ un véhicule électrique compte pour 0 g/km de CO₂
- Il faudrait, à minima, prendre en compte le CO₂ du puits à la roue. C'est-à-dire ajouter l'impact CO₂ de la production d'énergie (carburant pour les véhicules à moteur thermique et électricité pour les véhicules électriques)

- Le véhicule électrique,

Est-ce cela ?



Ou cela ?

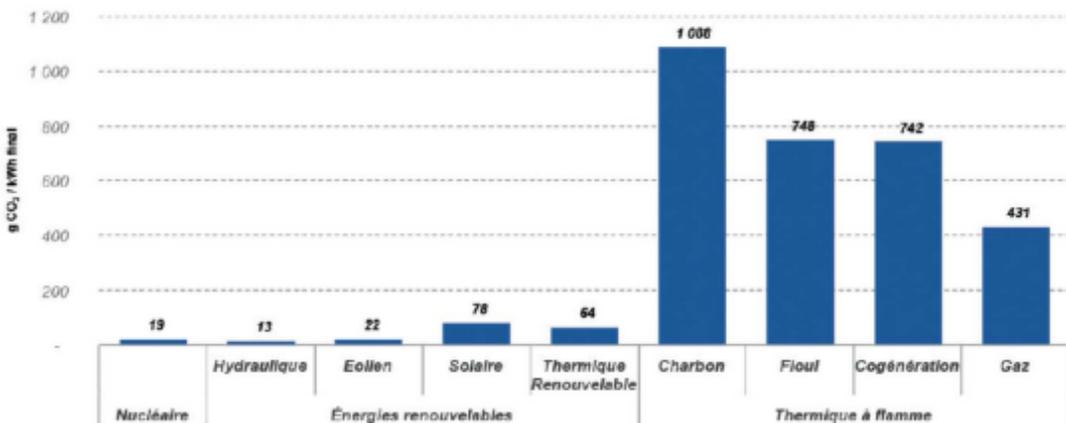


- Tout dépend de la façon de produire l'électricité

Empreinte carbone de la production d'électricité

Impact de la source de production d'électricité
en g CO₂ / kWh

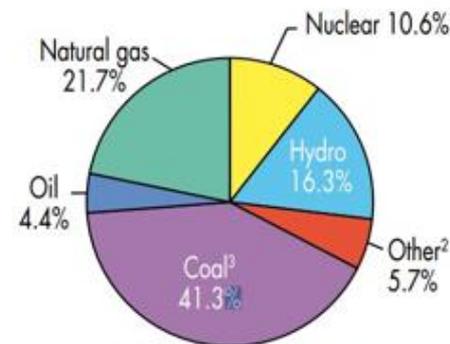
Figure 17 : Facteurs d'émissions par filières de production électrique



(*) IEA, Key World Statistics 2015

Production d'électricité mondiale
par source en % (*)

2013



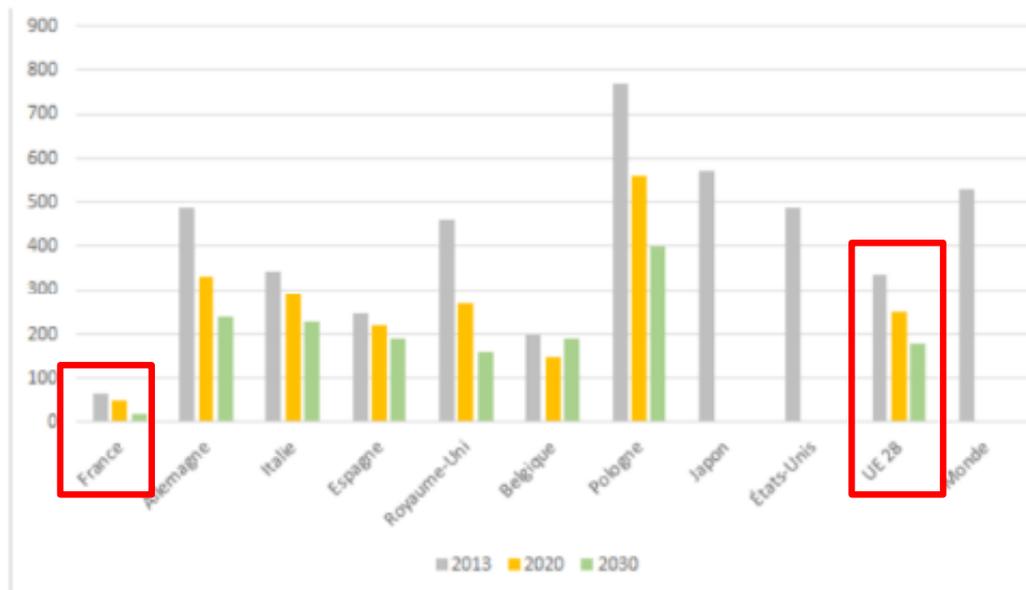
23 322 TWh

Le charbon est la source la plus utilisée au monde (de l'ordre de 40%), essentiellement les pays asiatiques

Empreinte carbone de la production d'électricité

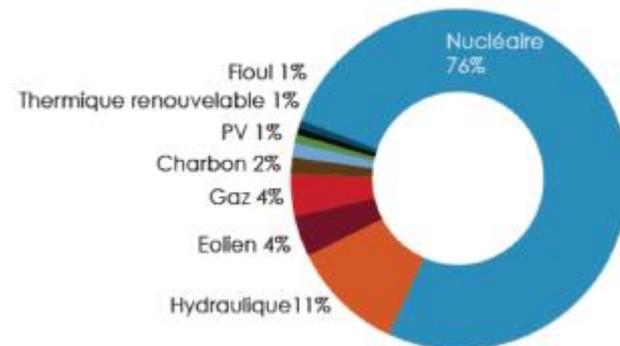
Impact de la production d'électricité pour différents pays d'Europe en g CO₂ / kWh

Contenu CO₂ de l'électricité (en gCO₂/ kWh)



Production d'électricité en France en 2015

Figure 12 : Mix électrique 2015



Source : Données AIE 2015 et « EU energy, transport and GHG emissions trends to 2050 – référence scenario 2013 »

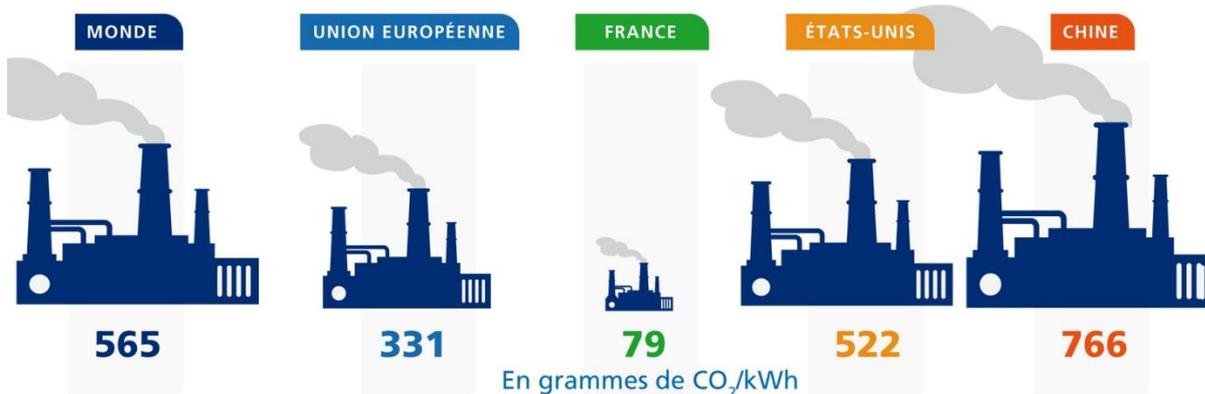
Empreinte carbone de la production d'électricité

Impact de la production d'électricité dans le monde en g CO₂ / kWh

ÉLECTRICITÉ DANS LE MONDE

QUI ÉMET LE MOINS DE CO₂ ?

Source : AIE, "CO₂ emissions from fuel combustion"
Émissions de CO₂ issues de la production d'électricité – 2010

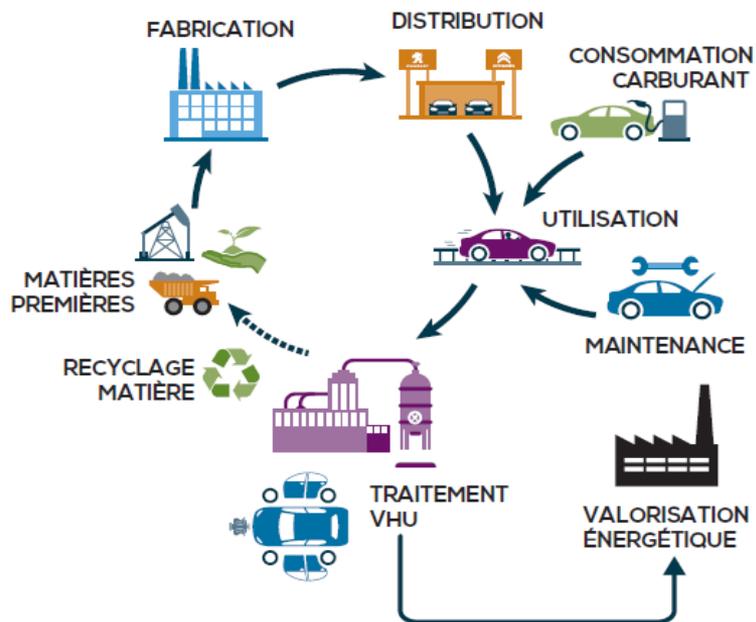


© EDF 2013

Empreinte carbone de la production d'électricité

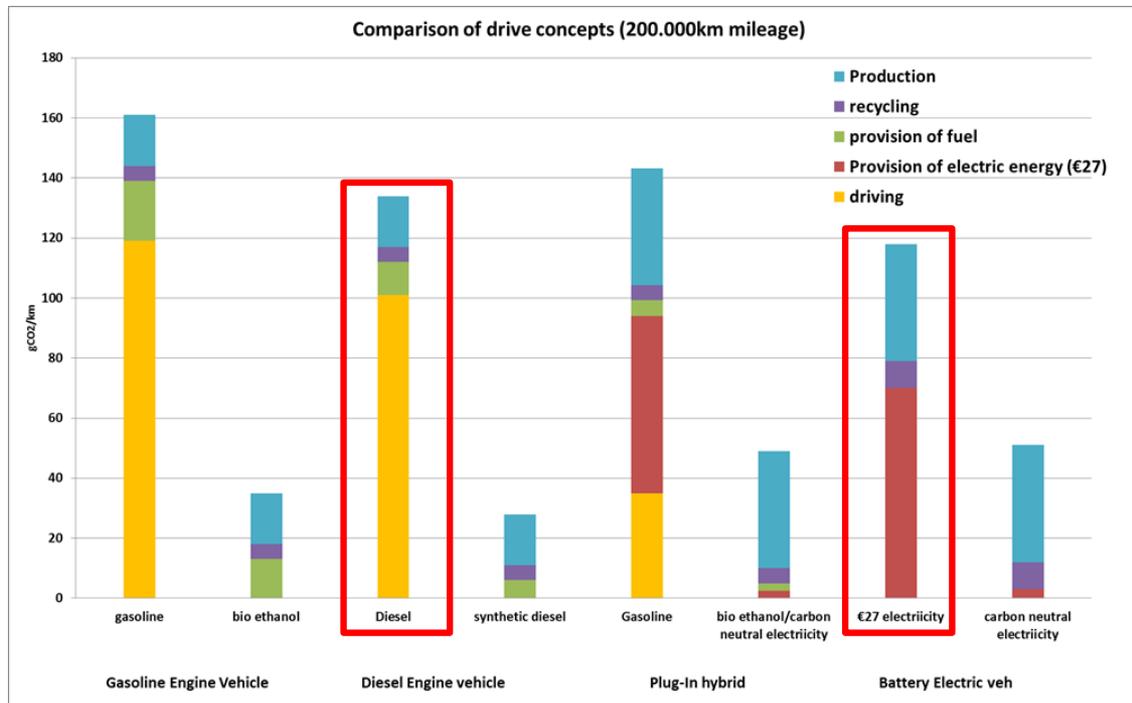
- Pour bien faire, il faudrait prendre en compte le cycle de vie complet. C'est-à-dire ajouter l'impact CO2 de l'extraction des matières, de la fabrication, du recyclage en fin de vie

SCHÉMA SIMPLIFIÉ DU CYCLE DE VIE D'UN VÉHICULE



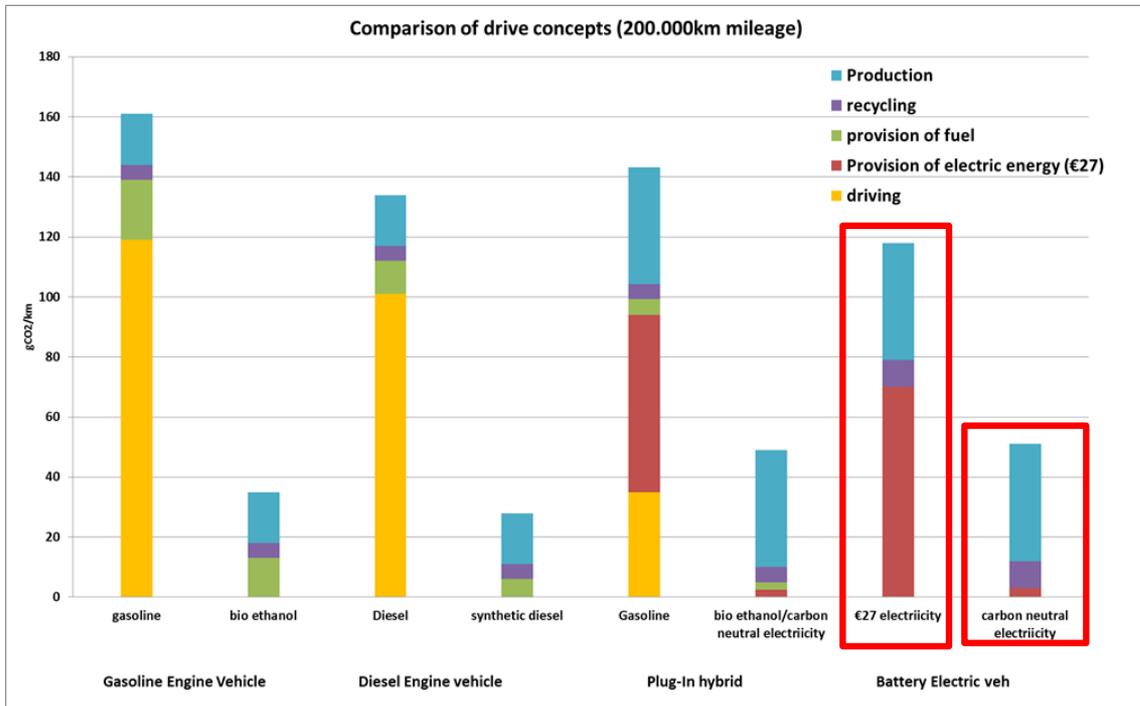
Empreinte carbone de la production d'électricité

La voiture électrique est à peine plus vertueuse que le diesel pour L'Europe 27 ... pour l'instant ...



Empreinte carbone de la production d'électricité

La voiture électrique devient très vertueuses lorsque l'électricité est produite à partir d'énergie renouvelable



Conclusion

- Il faut réduire les émissions de CO2
- L'automobile (VP +VUL) compte pour 13% des émissions de CO2 en Europe et 7% dans le Monde
- L'automobile subit une pression énorme sur le CO2
- Les règlements CO2 européens sont les plus sévères au monde
- L'objectif Europe 2020 est difficile à atteindre et nécessite des évolutions sur les véhicules à moteurs thermiques et l'introduction de véhicules électrifiés (BEV et PHEV)
- 2021: nouvelle sévèrization avec le nouveau cycle règlementaire WLTP
- 2025: nouvelle sévèrization de 15% par rapport à 2020
- 2030: nouvelle sévèrization de 37,5% par rapport à 2020
- Ceci va changer le paysage automobile... mais pas que...
- Avec l'introduction massive de véhicules électrifiés, il est impératif que l'électricité soit « propre »
- La règlementation qui ne prend en compte actuellement que le CO2 à l'échappement (du réservoir à la roue) devait évoluer pour prendre aussi en compte l'empreinte carbone de la production d'électricité (du puits à la roue) voire pour prendre en compte le cycle de vie complet du véhicule