

## En voiture ... y'a la clim & elle marche 5/5

---





## Contexte

## Equation de Combustion parfaite



- Essence :  $\text{CH}_{1,8} + 1,45 \text{ O}_2 = \text{CO}_2 + 0,9 \text{ H}_2\text{O} + \text{Chaleur}$
- Gazole :  $2\text{C}_{16}\text{H}_{34} + 49 \text{ O}_2 = 32 \text{ CO}_2 + 34 \text{ H}_2\text{O} + \text{Chaleur}$
- $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z + (x + y/4 - z/2) \text{ O}_2 = x\text{CO}_2 + y/2 \text{ H}_2\text{O} + \text{Chaleur}$
- 
- Relation directe entre masse de  $\text{CO}_2$  & masse carburant donc avec consommation en l/100 (via masse volumique carburant)
  
- Sources : EPA, ADEME :
- 1 litre de SP95 = 2360g de  $\text{CO}_2$  de combustion, 2800g de  $\text{CO}_2$  du puits à la roue (wtw : well to wheel)
- 1 litre de gazole = combustion: 2690, wtw: 3170
- 1 litre de biodiesel B30 = combustion: 2150g, wtw: 2870
- 1 litre d'E85 mix France = wtw : 1470g de  $\text{CO}_2$

EPA : Environment Protection Agency (USA)

E85 France = 1/3 betterave, 1/3 maïs, 1/3 blé (pour animaux)

E85 Brésil = canne à sucre = beaucoup moins de  $\text{CO}_2$

## Mesure CO2 et Polluants (CO, HC, NOx, PM, PN)



➤ Sur banc à rouleaux ou en circulation réelle avec un PEMS



Février 2021

Hervé Layec

4

Photos Union Européenne JRC (Joint Research Center ISPRA)

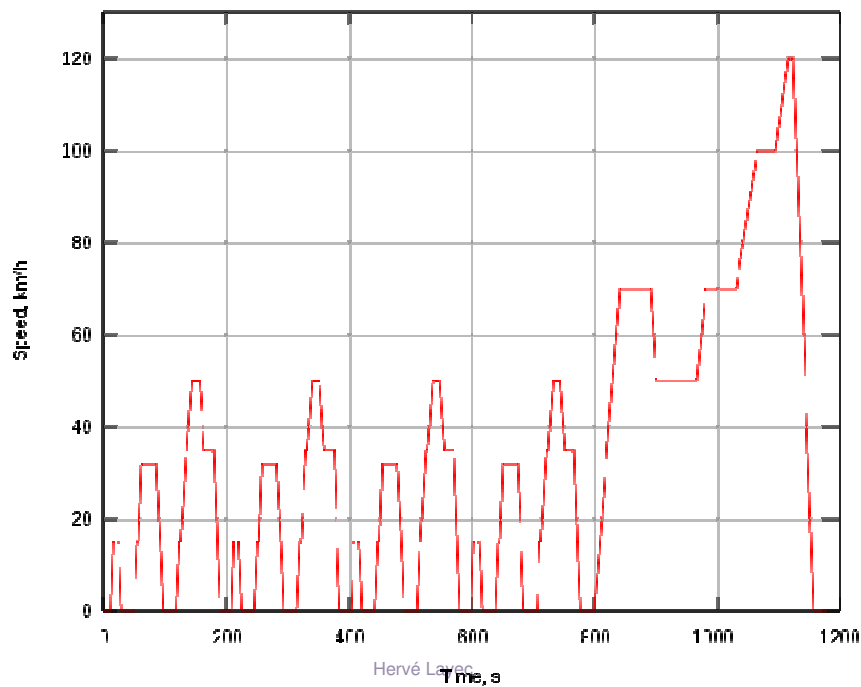
PEMS : Portable Emission Measurement System

A l'homologation, on mesure le CO2 en combustion → CO2 d'un véhicule électrique = ZERO par définition

Le CO2 nécessaire à la fabrication du carburant électrique ne compte pas même si c'est à base de lignite (1200g de CO2 par kWh) !!!

CO monoxyde de carbone HC : hydrocarbures imbrûlés NOx : Oxydes d'Azote PM Masse de particules PN Nombre de particules

## Test NEDC MVEG



Février 2021

Hervé Luyec

Time, s

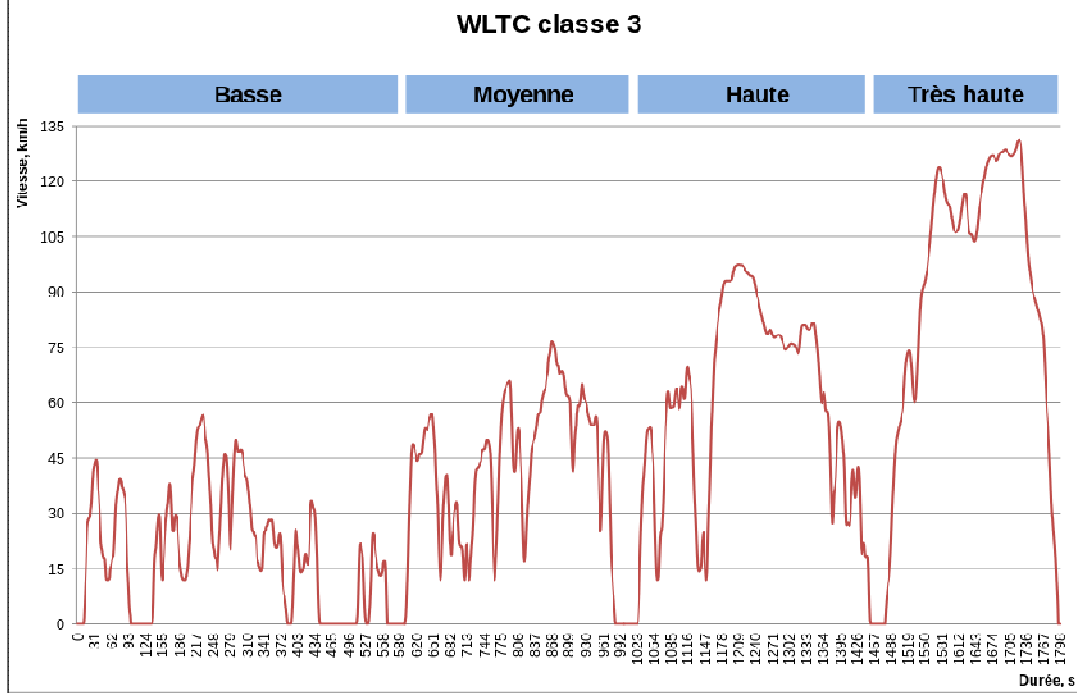
5

### NEDC : New Emission Driving Cycle

Il se compose d'1 cycle urbain de 200 secondes répété 4 fois suivi d'un cycle route de 400 secondes. En cycle urbain le véhicule passe de 0 à 50 km/h à une vitesse d'escargot en 26 secondes ; la vitesse maximale de 120 km/h n'est tenue que 10 secondes ; sur l'ensemble du test, la vitesse moyenne du cycle est de 33 km/h.

Ce cycle favorise donc les véhicules électriques et les hybrides et dans une bien moindre mesure les voitures Diesel en raison du plus grand couple au démarrage, qui impacte beaucoup la consommation en ville, donc la mesure sur le cycle NEDC. Les voitures à essence sont donc les plus pénalisées en raison de leur plus faible couple à bas régime.

# Test WLTC (> 2017)



WLTC : Worldwide Light Vehicles Test Procedures

## Test WLTC (depuis 2017)

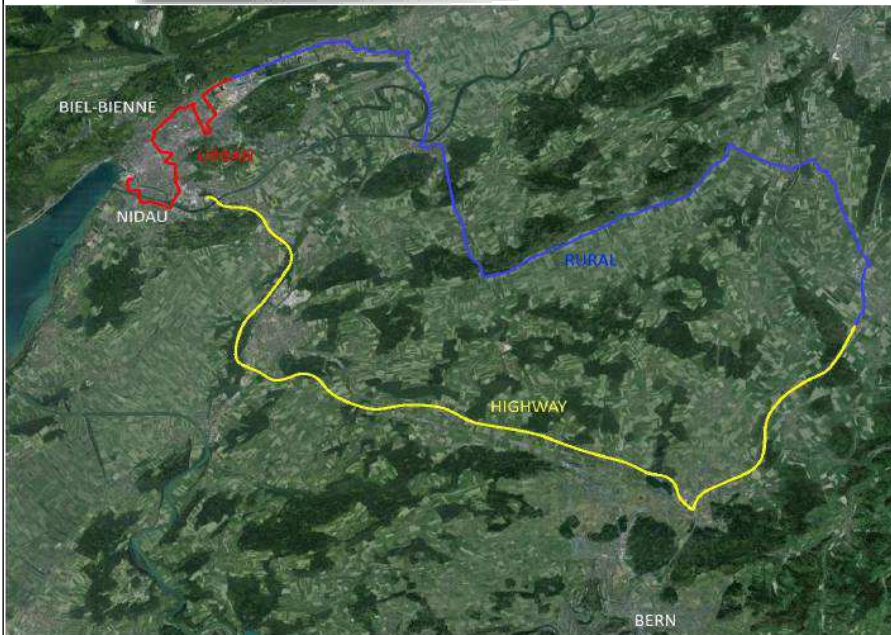


### Cycle de test WLTC classe 3

	Basse	Moyenne	Haute	Très haute	Total
Durée, s	589	433	455	323	1800
Durée des arrêts, s	156	48	31	7	242
Distance, m	3095	4756	7158	8254	23262
% des arrêts	26,5%	11,1%	6,8%	2,2%	13,4%
Vitesse maximale, km/h	56,5	76,6	97,4	131,3	
Vitesse moyenne sans les arrêts, km/h	25,7	44,5	60,8	94,0	53,8
Vitesse moyenne avec les arrêts, km/h	18,9	39,5	56,6	92,0	46,5
Accélération minimale, m/s <sup>2</sup>	-1,5	-1,5	-1,5	-1,2	
Accélération maximale, m/s <sup>2</sup>	1,5	1,6	1,6	1,0	

source wikipedia

## WLTC / RDE (Real Drive Emissions)



Used route for RDE measurement, total distance: ~ 85 km

Février 2021

Hervé Layec

8

Photo : ZDF

RDE : boucle d'environ 90kms en circulation réelle (1/3 temps en ville, 1/3 route, 1/3 Autoroute)

Polluants (NOx et nombre de particules) : 1,43 fois la valeur d'homologation soit +43% ... en fait c'est assez peu car d'un véhicule à l'autre des écarts de plus de 1000% sont fréquents



## ***PHEV : CO2 d'homologation***



- Moyenne de :
  - x cycles en mode électrique pur (CO2 de combustion = 0)
  - + un cycle mixte qui se termine en mode thermique
  - + un cycle 100% en mode thermique
- Pour avoir divers bonus ou privilèges, il faut faire selon les pays 40 ou 50 kms électrique sur le cycle urbain & moins de 50g de CO2/km en moyenne
- 1 cycle = 23 kms ; ICE (Internal Combustion Engine) : environ 100-160g de CO2 en combustion
- Idéalement : batterie calculée pour 1,99 ou 2,99 cycles en mode électrique et 1,01 cycle en mode ICE
- CO2 # 1/3 ou 1/4 du CO2 thermique ➔ taille batterie entre 8 & 12 kWh selon la gourmandise de l'ICE

PHEV : Plug-in Hybrid Electric Vehicle = Hybride rechargeable

## CO2 : homologation versus ADAC



- Coupé Volvo V90, 2 L turbo, 609CV, 1000Nm
- 2+2 places, coffre = 135 litres, 150k€, 2300kg
- Batterie 34 kWh ; conso sur cycle d'homologation WLTP 0,6L/100 + 24,1 kWh/100kms donc plusieurs cycles électriques avant de vider la batterie
- CO2 d'homologation = 13/26g sur cycle WLTP/NEDC
- Autonomie cycle ADAC : 105 km, CO2 ADAC : zero 😊



Février 2021

Hervé Layec

10

ADAC n'aime pas la méthode de mesure WLTC pour hybrides rechargeables  
Pour établir ses comparaisons, l'ADAC préfère une mesure de la consommation sur une distance de 100 km dont en général la moitié en mode électrique  
Avec la Polestar1 et sa grosse batterie : perdu ... elle fait les 100kms uniquement en mode électrique donc CO2 ADAC = 0  
Polestar = marque sportive du groupe chinois Geely propriétaire de la marque Volvo

## Loi Européenne sur le CO2



- Sur cycle NEDC/MVEG (33 km/h)
- 2015: 130g de CO2/km sur 100 % de la gamme,
- 2020: 95g/km sur 100% de la gamme
- Pénalité par voiture : 95€/gramme au-delà de 95g
- 1 million de voitures: + 1g de CO2 = 95M€/an
- Février 2021 : plusieurs constructeurs au-delà de la limite : VAG, Ford-Volvo, FCA-Tesla, Daimler ...
- Véhicules < 50g de CO2/km comptent DOUBLE en 2020, pour 1.67 en 2021 & 1.33 en 2022
- 2025 : -15% par rapport à 2020 soit 81g/km
- 2030 : -37,5% soit 59g/km ; Parlement Européen veut -55% soit 43g de CO2/km

Voir [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0001:0015:FR:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0001:0015:FR:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0001:0015:FR:PDF)

La valeur de 95g est une valeur moyenne. Elle est modulée par le poids moyen des véhicules d'un constructeur → PSA qui fait des véhicules légers doit faire 92g tandis que Volvo ou Daimler Benz qui font beaucoup de pachydermes doivent faire 102g

Si un constructeur installe des systèmes de sécurité (exemple détection piéton) ou introduit des innovations techniques (exemple phares à LED) il obtient des crédits qui permettent de diminuer significativement la valeur cible.

## CO2 : bilan 2020



	Target gap	New car fleet average CO <sub>2</sub> (in g/km)									
		Dec 20		2020		Compliance credits			Status 2020	Target 2020	Target gap
		WLTP	NEDC	WLTP	NEDC	PI	EC	SC	NEDC	NEDC	NEDC
PSA-Opel	-3%	119	95	122	98	3.0	0.1	5.3	90	92	-2
BMW	-2%	120	99	136	112	3.0	0.9	7.5	101	103	-2
Renault	-2%	101	85	120	101	3.0	0.2	7.5	91	92	-1
Hyundai	-1%	92	81	118	103	3.0	0.0	7.5	93	94	-1
Kia	-1%	102	88	119	104	3.0	0.0	7.5	93	94	-1
Nissan	0%	117	94	132	106	3.0	0.1	7.5	95	95	0
Toyota-Mazda	0%	113	92	122	99	3.0	0.1	1.8	94	95	-1
<b>AVERAGE</b>	<b>1%</b>	<b>111</b>	<b>91</b>	<b>129</b>	<b>107</b>	<b>3.0</b>	<b>0.2</b>	<b>6.7</b>	<b>97</b>	<b>96</b>	<b>1</b>
Ford-Volvo	2%	127	107	134	112	3.0	0.1	6.8	103	101	2
FCA-Tesla-Honda	3%	93	78	129	108	3.0	0.1	7.5	97	94	3
Daimler	3%	99	84	138	117	3.0	0.7	7.5	105	102	3
VW Group	4%	113	93	136	112	3.0	0.0	7.5	101	97	4

Notes: PI = phase-in, EC = eco-innovations, SC = super-credits; all CO<sub>2</sub> values are estimates, see methodology section.

Tableau : l'Argus

[https://www.lepoint.fr/automobile/automobile-et-co2-l-europe-presente-la-douloureuse-facture-20-02-2020-2363619\\_646.php](https://www.lepoint.fr/automobile/automobile-et-co2-l-europe-presente-la-douloureuse-facture-20-02-2020-2363619_646.php)

PSA-Opel/Renault : 92 g

Hyundai/Kia/FCA-Tesla-Honda : 94 g

Nissan/Toyota-Mazda : 95 g

Groupe VW : 97 g

Ford-Volvo : 101 g

Daimler : 102 g

BMW : 103 g

**Super crédits** : toute voiture immatriculée émettant moins de 50 g/km de CO<sub>2</sub> compte deux fois dans le total du constructeur. Le plafond est fixé à 7,5 g/km par constructeur sur la période 2020-2022.

**Éco-innovation** : elle promeut les technologies innovantes (projecteurs LED, mild-hybrid...) pour réduire le CO<sub>2</sub>. Le maximum de crédits d'émission pour ces éco-innovations par constructeur est de 7 g/km par an.

## Norme Euro6b (2015), 6d-temp (18), 6d (21)



- 2015 vs 2010: NOx diesel Euro6b divisés par 2
- 2018 vs 2010: NOx diesel Euro6d-temp divisés par 15
- 2018 vs 2015: Particules véhicules essence Euro6d-temp divisés par 9 en nombre & 3 en masse
- GPL toujours dispensés du test à -7° C ;
- Essence à injection indirecte (GPL, Captur 100CV, Prius) toujours dispensés du test des particules donc de FAP
- Mesure particules > 23nm (Gaz = particules 10-23nm)
- Euro6d (2021) fonction FCM Fuel control Management
- FCM : Mesure de la consommation en usage réel
- **Impact PHEV : connaitre a posteriori le kilométrage effectué en mode Thermique et Electrique**

Compilation des mesures ADAC des polluants

PHEV Plugin Hybrid Electric Vehicle = hybride rechargeable

Test à -7° C (obligatoire depuis 2010 en essence et 2013 en E85) :

l'homologation autorise d'émettre QUINZE fois plus de CO et de HC : en fait c'est test DIFFICILE pour les véhicules E85 natifs mais ... les boîtiers flexfuel de 2° monte en sont dispensés par le gouvernement Français !!!

Source JRC : les Moteurs à gaz émettent autant de particules que les moteurs essence mais les concentrent en dessous de 23 nm (nanomètres) ...mais cela les vendeurs de bus et de Benches à ordures au GNV ne vous le diront pas

Comme à l'homologation, on ne mesure pas les particules <23nm, ces fabricants peuvent afficher « GNV = pas de particules »

## Bilan ADAC Moyenne 456 véhicules 2016-2020



PFI/GDI=Petrol Indirect/Direct Injection, D=Diesel, CNG=Gas				wtw										
HC, CO, NOx, PM in mg/km, CO2 wtw in g/km					ADAC	ADAC	ADAC	ADAC	ADAC	ADAC	ADAC	Note	Note	Note
PN : Particles Number, Nombre de Particules					CO2	HC	CO	NOx	TOX	PM	PN	Pol.	CO2	Tot.
PN in billions/km, en milliards/km.				kW	g	mg	mg	mg	mg	mg	Bn/Md	/50	/60	
TOX(icity)=NO2+NO/4+CO/40, NO2=40%NOx, NO =60%NOx														
wtw : whell to wheel ; du puits à la roue														
97	Diesel Euro6b inc Hybrid & PHEV	D		122	191	12	36	338	187	0,49	53	14	20	35
70	Petrol Euro6b including Hybrid & PHEV	PET		120	179	18	1854	23	59	2,58	2635	29	24	53
Euro6b	Petrol/Diesel Ratio Euro6b					1,6	52	0,068	0,316	5,26	50	2,0	1,2	1,5
Euro6b	Diesel/Petrol Ratio Euro6b							14,6	3,2					
6	Natural gas / gaz naturel Euro6b	CNG		90	130	28	231	16	15	0,72	159	47	40	87
2	LPG / GPL Euro6b	LPG		59	145	27	2387	26	74	1,70	567	19	35	54
8	Hybrid Petrol Euro6b	PET H		92	140	9	886	7	26	0,38	821	42	37	78
9	Plug-in Hybrid (PHEV) Euro6b	PET PH		186	173	18	1226	17	40	1,72	2264	30	26	56
11	Diesel Euro6c	D		178	196	12	43	90	51	1,20	16	38	19	57
18	Petrol Euro6c	PET		111	184	12	1140	12	35	1,32	655	42	22	64
Euro6c	Petrol/Diesel ratio Euro6c					1,0	27	0,136	0,695	1,10	42	1,1	1,1	1,1
Euro6c	Diesel/Petrol ratio Euro6c							7,4	1,4					
99	Diesel Euro6d( temp) inc Hybrid	D		130	198	11	26	47	26	0,27	31	45	18	63
161	Petrol Euro6d( temp) inc Hybrid	PET		133	187	12	1092	20	38	0,75	275	42	21	63
Euro6d(-temp)	Petrol/Diesel Ratio Euro6d & 6d_temp					1,1	42	0,43	1,45	2,76	9	0,9	1,2	1,0
Euro6d(-temp)	Diesel/Petrol Ratio Euro6d & 6d_temp							2,4	0,7					
6	Natural gas / gaz naturel Euro6d_temp	CNG		81	127	29	106	10	8	0,25	17	49	41	90
13	Hybrid Petrol Euro6d_temp	PET H		127	149	10	1483	3	39	0,22	278	40	34	73
16	Plug-in Hybrid (PHEV) Euro6d_temp	PET PH		200	181	17	777	66	56	2,04	364	32	23	55
	PHEV/Petrol ratio Euro6d					1,4	0,7	3,3	1,5	2,7	1,3	0,8	1,1	0,9
	PHEV/Diesel ratio Euro6d					1,6	30,0	1,4	2,1	7,5	11,8	0,7	1,3	0,9

Euro6b : entre 2016 et 2018

→Euro6c : intermédiaire en 2017

→Euro6d\_temp : à partir de 2018

→Euro6d : obligatoire en 2021 mais environ 45 véhicules testés en 2019/2020 avaient anticipé cette norme et étaient déjà Euro6d

→ATTENTION pour les Véhicules PHEV Hybrides Rechargeables, la pollution est directement liée à la production d'électricité en ALLEMAGNE, à 35% au charbon/lignite

→20kWh/100kms conduisent donc à 80mg de NOx et autant de SO2.

→Idem pour la masse de particules et le CO2

→Ces chiffres ne sont donc pas transposables directement en France où la production électrique est presque DIX fois MOINS carbonée

## Dioxyde d'Azote en RFA, pas en FRANCE !!



BMW 320d  
7,2 mg NO<sub>2</sub>/km



TESLA Model 3  
Long Range  
AWD 75 kWh  
91 mg NO<sub>2</sub>/km

Source ADAC en 2018

À cause des émissions de NO<sub>2</sub> des centrales à charbon/lignite en ALLEMAGNE  
(pas en France) ... idem pour le SO<sub>2</sub>

## Norme Euro7 en 2024/25



- Devrait être définie précisément fin 2021
- Pas de différence Essence GDI & PFI/Diesel/GPL/E85 ...
- Tests de pollution + sévère par temps froid & chaud
- Comptage des particules > 10 nm (nanomètre)
- Comptage du CH4 (PRG 28/84) et N2O (PRG 265), NH3
- Mesures JRC : 10 mg de NH3/km induit par recombinaison 10mg de particules ultra fines
- Combustion : limite max = 0,5mg de particules 😊 😊
- Freins = combustion ; Pneus = 2 fois combustion (UBA)
- Calcul du CO2 du puits à la roue !!! → impact sur le CO2 des véhicules électriques et PHEV , variable selon pays
- RFA: + de 500g CO2/kWh, France : - de 50g CO2/kWh

Février 2021

Hervé Layec

16

GDI : Gasoline Direct Injection : Injection Directe d'essence PFI : Port Fuel Injection : injection indirecte

CH4 : PRG = Potentiel de Réchauffement Global de 28 sur 100 ans et 84 sur 20 ans → 1mg de CH4 équivaut à 84mg de CO2

UBA = Umweltbundesamt = Agence fédérale de l'environnement

<https://www.transitionsenergies.com/particules-fines-pneus-polluant-plus-moteurs-thermiques/>

**Mon avis « Il sera impossible de calculer le CO2 du puits à la roue » avant des lustres car cela pénaliserait le véhicule électrique et conduirait à un CO2 EXTREMEMENT variable selon les pays**

Deutschland emittiert 2017 durchschnittlich 485 Gramm Kohlendioxid als direkte Emission für die Erzeugung einer Kilowattstunde Strom für den Endverbrauch.

Für 2018 berechnet das UBA auf der Basis vorläufiger Daten 468 Gramm pro Kilowattstunde

Hochgerechnete Werte für das Jahr 2019 ergeben 401 Gramm pro Kilowattstunde → avec les pertes de transport, distribution, chargeur cela fait + de 500 g de CO2/kWh



## Particules abrasion, pneus



- Source Umweltbundesamt (RFA 2018)
- Combustion carburants : 7740 tonnes de PM10
- Freins : 7340 tonnes
- Pneus : 13980 tonnes

<https://www.transitionsenergies.com/particules-fines-pneus-polluant-plus-moteurs-thermiques/>

L'Agence allemande de Protection de l'Environnement ([Umweltbundesamt](#)) a calculé en 2018 que l'usure des plaquettes et des disques de frein a libéré dans l'atmosphère quelque 7.340 tonnes par an de particules fines, un chiffre proche des 7.740 tonnes de particules de même calibre (PM 10) issues de la combustion des carburants. Et l'alourdissement permanent des véhicules augmente les émissions des systèmes de freinage tandis que le durcissement des normes de pollution et de la fiscalité réduisent celles des moteurs. Mais les quantités de particules fines envoyées dans l'atmosphère par les moteurs et les freins sont très nettement inférieures aux 13.980 tonnes de particules (toujours PM 10) provenant chaque année des frottements des pneumatiques sur la chaussée.

## *Un avenir au moteur thermique Euro7 ?*



- Loi sur le CO2 plus restrictive (de 95 g/km à 81 puis 59 ou 43 g/km)
- Introduction de l'équivalent CO2 des émissions de CH4 et N2O donc qqes grammes d'eqCO2 en plus
- Plus de polluants considérés, notamment le NH3
- Seuils abaissés : particules > 10nm au lieu de 23
- Mesures moyennes à 11° au lieu de 22° Celsius
- Suppression des « privilèges » GPL et Injection indirecte en matière de particules, ZERO distinction entre diesel/essence (CO et NOx)
  
- Selon seuils, quel avenir au moteur thermique???



---

## **Traduction dans les politiques nationales**

## Les politiciens, le CO2 & la pollution



### ➤ France

- Carte grise souvent gratuite ou réduite (GPL, E85, Hybride ...)
- Vignette Crit'air 1 pour tout véhicule GPL même ancien !!!
- Disque vert « véhicule propre » : BEV, Hybride, GPL, GNV, E85 = parking gratuit 2 heures dans 29 villes en France

### ➤ Espagne

- Vignette ECO : GPL même ancien, Hybride y.c. hybride léger donc droit d'entrée dans le centre de Madrid



Carte grise souvent gratuite sauf dans quelques régions ... exemple - 50% en Bretagne

Montrouge n'applique pas le disque vert mais donne 2 heures de parking gratuit aux BEV et PHEV après inscription en mairie

BEV = Battery Electric Vehicle

## TVS : Taxe Véhicule Société annuelle France



- Somme de 2 composantes fonction de
- CO2 (WLTP) émis par le véhicule
  - 0€ pour 20g, 17-40€ pour 21-50g
  - 162-192€ de 101 à 120g, 194-392€ de 121 à 140g
  - 409-600€ de 141 à 150g, 409-600€ de 141 à 160g
  - 554-1168 de 161 à 170g, ... 6325€ à 251g, ...
  - **BEV & PHEV/GPL/GNV exonérés ... pas véhicules E85**
- Carburant utilisé par le véhicule
  - Euro6 : 20€ (SP), 40€ (GO)
  - Euro5 : 45€ (SP), 100€ (GO)
  - Euro4 : 45€ et 300€
  - Euro3 : 45€ et 600€
  - Avant : 70€ et 700€

Comme pour l'essence ou le gazole, les modèles flexfuel bénéficient de la TVA récupérable à 80 % sur l'E85. Ils sont également avantagés en matière de bonus/malus grâce à un abattement de 40 % sur leur grammage de CO2. Mais cette décote ne s'applique pas sur la TVS. Or, pour être exonéré de cette taxe pendant douze trimestres, le véhicule doit émettre moins de 120 g/km de CO2 en combustion. Ce qui ne sera pas le cas de la plupart des modèles flexfuel commercialisés...

## Vignette Crit'air



- Niveau 0: 100% électrique / hydrogène → accès voies covoiturage avec 1 personne à Grenoble, Lyon, Paris
- Niveau 1: Essence Euro 5 (>2010) & 6 (>2015), GPL, GNV, PHEV essence ou diesel
- Niveau 2: Essence Euro4 (>2006), Diesel Euro 5 & 6
- Niveau 3: Essence Euro3 (>2001) & Euro 2 (>1996), Diesel Euro4 ; Niveaux 4 & 5 : diesel Euro 3 & 2.
- Hybrides et E85 : selon année du véhicule



A Grenoble, la voie réservée - lorsqu'elle est ouverte - est accessible à tous les véhicules légers contenant deux personnes ou plus, aux taxis (même sans client), ainsi qu'aux véhicules dotés de la vignette Crit'Air zéro émission (véhicules 100% électrique ou hydrogène).

<https://www.largus.fr/actualite-automobile/radar-covoiturage-apres-grenoble-et-lyon-il-debarque-a-paris-10539412.html>

**Ces radars de covoiturage, on en croise déjà des exemplaires sur l'autoroute A7 (entre Pierre-Bénite et Lyon) et sur l'A48 (dans le sens Lyon-Grenoble).** Selon nos confrères du [site radars-auto.com](http://site.radars-auto.com), d'autres agglomérations telles que Chambéry, Dijon ou Clermont-Ferrand étudient également ce genre de dispositif. A Paris, la question ne se pose plus ! Le premier modèle du genre vient de fleurir sur le périphérique, au niveau de la porte de Montreuil.

Le dispositif a débuté ses tests sur l'axe le plus fréquenté d'Europe en vue du déploiement d'une « *voie réservée aux mobilités vertueuses* » voulue par Anne Hidalgo. La maire de Paris a d'autres idées pour ce boulevard, comme y réduire la vitesse à 50 km/h. Passons. D'après nos confrères d'Auto Plus, le radar installé sur l'axe francilien est l'œuvre de Fareco, l'une des deux sociétés attributaires du marché. **Son système baptisé Voitsapp va tout simplement compter les occupants à bord des véhicules de jour comme de nuit, par tous les temps et à n'importe quelle vitesse.** Selon le magazine, l'installation - positionnée à hauteur de conducteur - serait en mesure de « *repérer la présence de mannequins, de détecter les deux-roues motorisés sans passager, reconnaître les taxis et les véhicules prioritaires...* ».

Dans un premier temps, à Paris, l'heure n'est pas à la verbalisation. En revanche, à Lyon, où **la voie est matérialisée - lorsqu'elle est ouverte - par un panneau spécifique (un losange blanc sur fond noir)**, on est passé au stade supérieur avec des PV dressés sur interpellation, rapportent la revue automobile. Des contrôles qui pourraient bientôt devenir totalement automatique, car la réglementation l'autorise désormais. L'article 39 de la loi LOM (loi orientation des mobilités) autorise en effet « *des dispositifs fixes ou mobiles de contrôle*

## Pegatina España



- Niveau 0: BEV & PHEV (> 40km d'autonomie) →  
Accès voies de bus et de covoiturage avec 1 seul occupant
- Niveau ECO : GPL, GNV, PHEV (< 40 kms d'autonomie), HEV, MHEV → accès Madrid Central
- (Niveau D mi 2021) : Essence et Diesel Euro6d (> 2021) ; débat pour y mettre les GPL, GNV, HEV & MHEV
- Niveau C: Essence Euro 4, 5 & 6 ; Diesel Euro 6
- Niveau B: Essence Euro 3, Diesel Euro 4 & 5



Février 2021

23

BEV : Battery Electric Vehicle PHEV : Plug in Hybrid Electric Vehicle HEV : Hybrid Vehicle MHEV : Mild Hybrid Electric Vehicle

Certains veulent rétrograder les PHEV au niveau ECO et les GPL/GNV.HEV et MHEV au nouveau niveau D avec les essence/diesel Euro6d

**Motif : on ne peut pas garantir qu'un PHEV circule en ville en mode électrique !!!**

Gros débat en cours ; décision mi 2021

Noter les différences par rapport à la vignette française :

pas de discrimination essence/diesel en Euro6 ni entre BEV et PHEV (> 40kms d'autonomie)

par contre diesel Euro5 (FAP obligatoire) au même niveau que diesel Euro4 (FAP non obligatoire) !!!

## ***PHEV en mode électrique : voyant allumé***

---



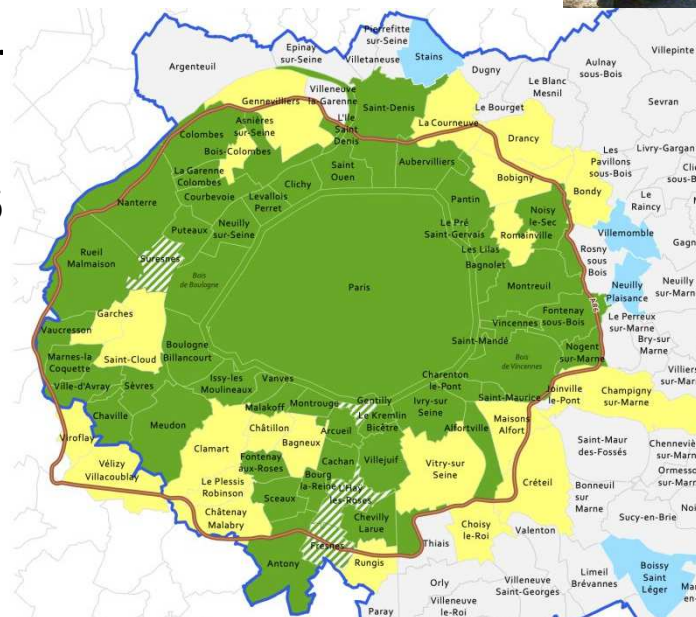
Exemple 3008



## Zone à Faible Emission



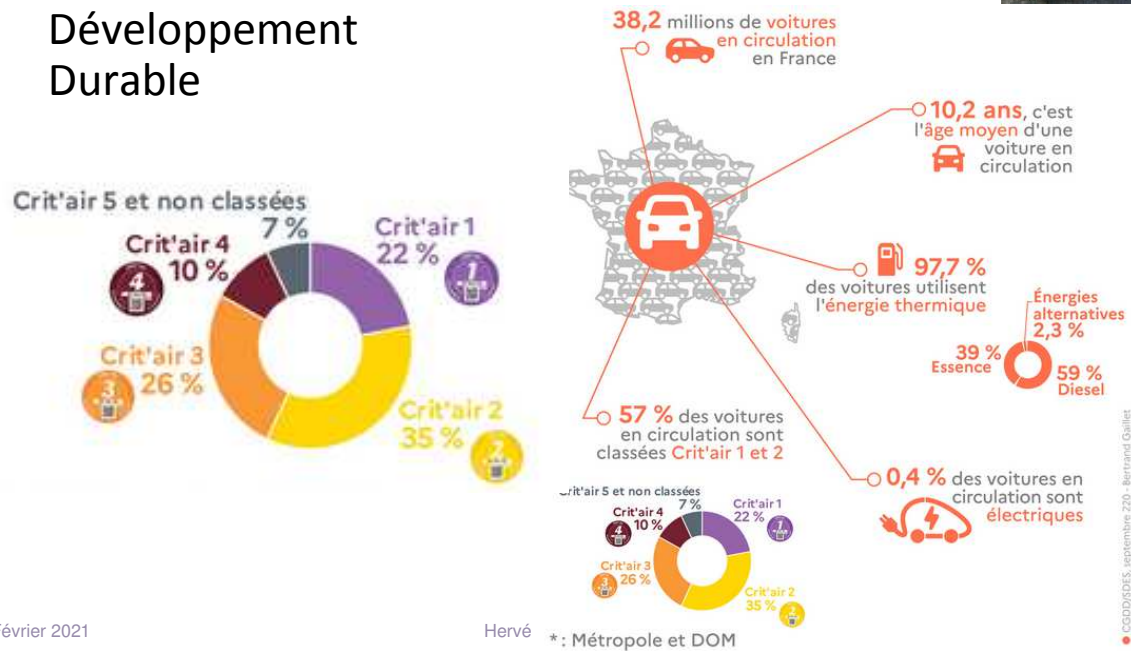
- D'ici 2025, 35 villes vont créer une Z.F.E.
- Cas du Grand Paris à l'intérieur de l'A86
- 57 communes en vert sur 79 veulent interdire :
- mi 2021 : Crit'air 4
- mi 2022 : Crit'air 3
- 2024 : Crit'air 2
- 2030 : Crit'air 1



## % du Parc roulant France au 01/01/20



### ➤ Source Ministère Développement Durable



L'interdiction des véhicules Crit'Air3 dans la ZFE du grand Paris en 2022 sera un VRAI TEST

Cela va-t-il conduire à un mouvement de type Bonnets Rouges ou Gilets Jaunes  
????

## Mi 2022 interdiction des Crit'air 3 ????



- 2019 : à Lille au 01/01/21, 300.000 véhicules Crit'Air 4 & 5 bannis (vs 2,2 millions in 59/62)
- 24Dec2020 : report sans date 😊 😊 (2022 ?)
- 2017 : ISF--> IFI (-3Md€); taxe habitation (-10Md€);  
➔ compenser: 5 ans de TICPE à + 3/6cts sur SP/GO
- Novembre 2018 : **Gilets Jaunes** ; bilan : -10 Mds€ au lieu de +10 Mds€ pour l'état

Produits	Unités	Tarif en centimes d'Euros							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	>2022
SP95/SP98	Litre	62,41	64,12	65,07	68,29	70,67	73,05	75,43	77,8
SP95E10	Litre	62,41	62,12	63,07	66,29	68,67	71,05	73,43	75,8
Gazole ou B10	Litre	46,82	49,81	53,07	59,4	64,76	70,12	75,47	78,23
GPL	kg	13	13,97	16,5	20,71	23,82	26,92	30,03	33,13
GNV	m3	3,09	3,99	6,5	8,8	11,02	13,23	15,45	17,66
E85	Litre	12,62	7,96	9,41	11,83	13,61	15,39	17,17	18,95

**Tableau = TICPE tel qu'adoptée fin 2017 par la loi de finances 2018 et bloquée jusqu'en 2022 à sa valeur 2018 par les gilets Jaunes fin 2018**

Crit'air3 = Essence (1996-2006) & diesel (2006-2010)

Sic <https://www.lavoixdunord.fr/913058/article/2020-12-25/les-vehicules-les-plus-polluants-pourront-finalement-rouler-dans-la-metropole>

Actuellement, selon des données de l'État, plus de 270 000 véhicules immatriculés « répondent » aux Crit'air 4 et 5 dans le Nord et le Pas-de-Calais. Dont 57 000 dans la métropole lilloise. Des chiffres qui ne prennent pas en compte les nombreux véhicules immatriculés avant 2007 et ceux dont les propriétaires n'ont pas réalisé la démarche obligatoire de classification. Autrement dit, courant 2022, ce sont plus de 300 000 voitures qui devraient encore être concernés par une interdiction de circuler ou traverser une partie de la métropole lilloise. Le parc régional compte environ 2,2 millions de véhicules.

## Malus France Allemagne 2021



- France 2021 CO2 WLTC
- 132g: 0, 133g : 50€ puis de 20 à 25€/g
- 148g : 400€ 149g: 450€ 150g: 540€
- 160g: 1504€ 170g: 3119€ 180g : 4715€
- 190g : 9550€ 200g : 14881€ 210g: 21966€
- 219g et plus : 30.000€
- + Malus au poids en 2022 10€/kg au-delà de 1800kg
  
- RFA carte grise : 2€/gramme de CO2 entre 95-115g
- 4€ au-delà de 195g ...

<https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/auto-kaufen-verkaufen/kfz-steuer/co2-steuer/>

France : 2022 Le malus sera calculé en fonction du poids au-delà de 1 800 kg. Chaque kilo supplémentaire entraînera 10 euros de pénalité.

Exemple : véhicule de 1 950 kilos = 1 500 euros de malus

Malus CO2 2021

132 g et moins : pas de malus

133g:50€ 134g:75€ 135g:100€ 136g: 125€ 137g:150€ 138g:170€ 139g:190€

140g:210€ 141g:230€ 142g:240€ 143g:260€ 144g:280€ 145g:310€

146g:330€ 147g:360€ 148g:400€ 149g:450€

150g:540€ 151g:650€ 152g:740€ 153g:818€ 154g:898€ 155g:983€

156g:1074€ 157g:1172€ 158g:1276€ 159g:1386€

160g:1504€ 161g:1629€ 162g:1761€ 163g:1901€ 164g:2049€ 165g:2 205€

166g:2 370€ 167g:2 544€ 168g:2 726€ 169g:2 918€

170g:3 119€ 171g:3 331€ 172g:3 552€ 173g:3 784€ 174g:4 026€ 175g:4

279€ 176g:4 543€ 177g:4 818€ 178g:5 105€ 179g:5 404€

180g:5 715€ 181g:6 039€ 182g:6 375€ 183g:6 724€ 184g:7 086€ 185g:7

462€ 186g:7 851€ 187g:8 254€ 188g:8 671€ 189g:9 103€

190g:9 550€ 191g:10 011€ 192g:10 488€ 193g:10 980€ 194g:11 488€

195g:12 012€ 196g:12 552€ 197g:13 109€ 198g:13 682€ 199g:14 273€

200g:14 881€ 201g:15 506€ 202g:16 149€ 203g:16 810€ 204g:17 490€

205g:18 188€ 206g:18 905€ 207g:19 641€ 208g:20 396€ 209g:21 171€

210g:21 966€ 211g:22 781€ 212g:23 616€ 213g:24 472€ 214g:25 349€

215g:26 247€ 216g:27 166€ 217g:28 107€ 218g:29 070€

219 g:et plus : 30 000€

## Bonus France Allemagne 2021



- France BEV (- de 45k€) : 7000€ sinon 3000€ + primes région/ville ; BEV occasion de plus de 2 ans : 1000€
- France PHEV (- de 51g de CO2/km, - de 50k€) : 2000€
- Prime conversion 2500€ à 5000€ (selon RFR) si autonomie électrique ville > 50km sinon 1500 à 3000€
- RFA 2021 : abondement constructeur de 50% & TVA réduite temporairement à 16%

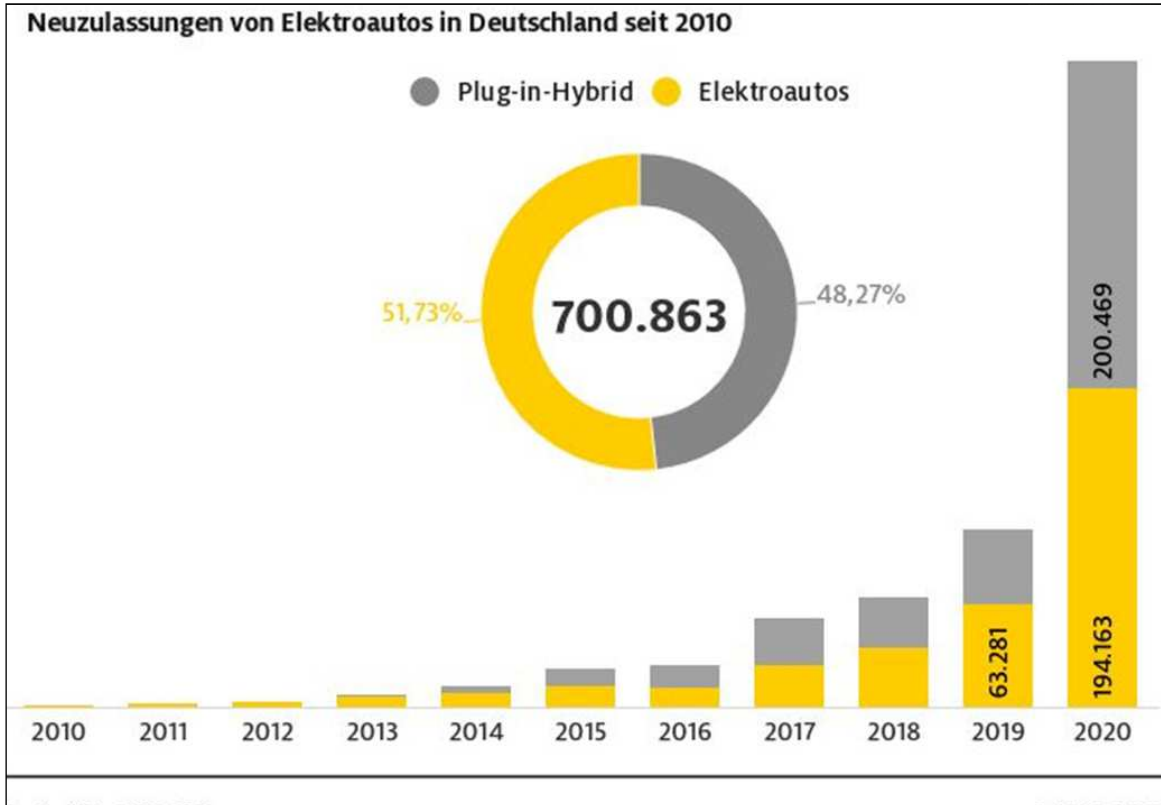
PRIX DE VENTE			
Voiture électrique			
Moins de 40 000 €	6.000 €	3.000 €	<b>9.000 €</b>
40.000 – 60.000 €	5.000 €	2.500 €	<b>7.500 €</b>
Voiture hybride rechargeable			
Moins de 40 000 €	4.500 €	2.250 €	<b>6.750 €</b>
40.000 – 60.000 €	3.750 €	1.875 €	<b>5.625 €</b>

Février 2021

29

BEV = moins de 20g de CO2 à l'homologation

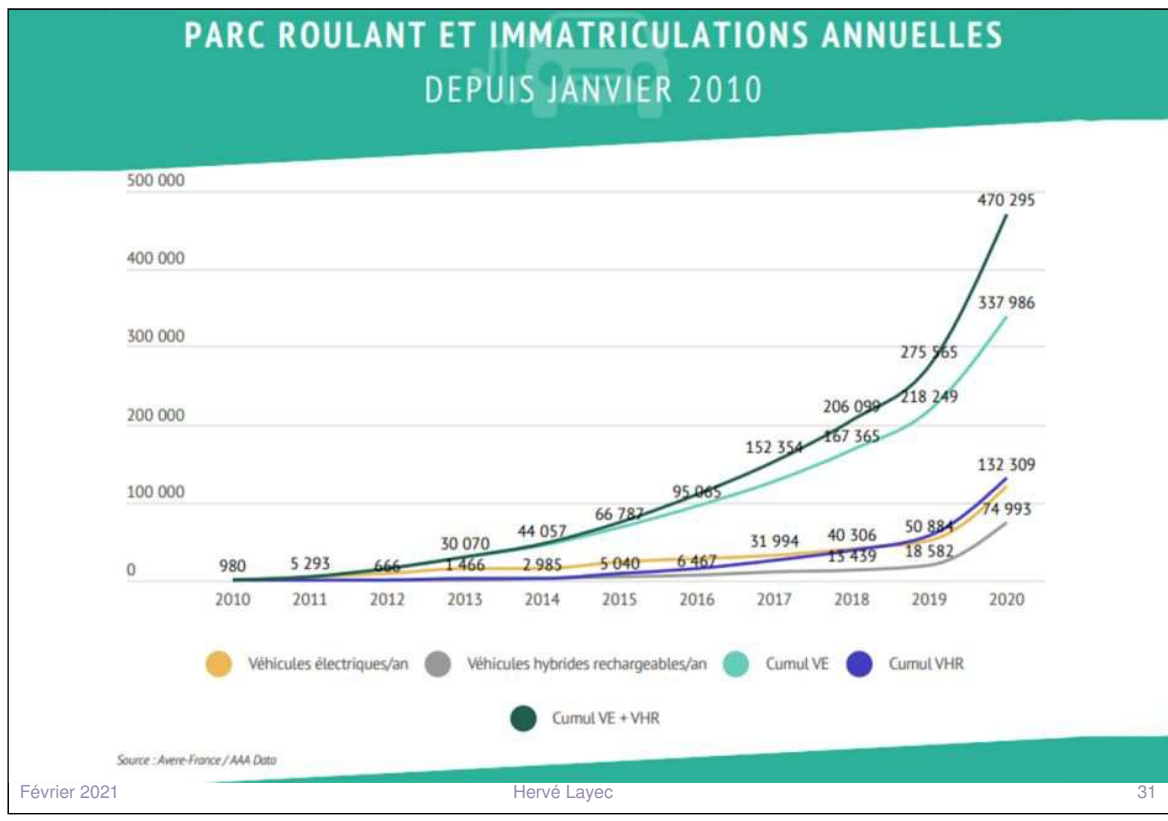
PHEV = moins de 50g de CO2



Ventes en Allemagne Source VDA-ADAC sur un total de 2.9 millions de véhicules

Norvège ventes 2020 : 55% BEV et 20% PHEV donc Thermique = 25%

Pays-Bas 2020 : 25% des ventes BEV+PHEV donc Thermique = 75%



Argus 11/02/2021 <https://www.largus.fr/actualite-automobile/bornes-de-recharge-electrique-une-etude-juge-la-qualite-du-reseau-10538405.html>

En 2020, près de 120 000 voitures utilisant cette énergie (VP + VUL) ont été vendue en France, soit 135 % de plus en un an. La part de marché de ces autos a atteint près de 7 %, du jamais vu ! Ajoutons à cela, l'essor des véhicules hybrides rechargeables : + 304 %, sur la même période, avec 74 993 immatriculations l'an passé. Si les français mettent la main à la poche pour s'équiper, grâce aux conditions avantageuses mises en place par le gouvernement (Bonus + PAC), sur le terrain les bornes de recharge ne connaissent pas le même développement.

Fin 2020, d'après l'Avere France, il y avait près 30 000 bornes de recharge publiques en France pour 470 000 véhicules électrifiés en circulation (EV + PHEV). L'Etat vise 100 000 bornes d'ici à fin 2021. En attendant, le déploiement de nouvelles infrastructures, attardons nous sur le réseau existant. **Selon la 1ère édition de l'Observatoire de la qualité des services de recharge électrique accessibles au public, qui a étudié 22 000 points de charge en France (75% du parc français)\*, un quart des bornes sont inutilisables.** Et quand elles fonctionnent, il arrive que certaines aient des défaillances.



## Exemple achat Kia Niro Neuf



- Concessionnaire France avec remise d'environ 15%
- Hybride net : **24581€**
- PHEV 8 kWh : 30761€
  - Bonus 2000€
  - Conversion 2500€
- PHEV net **26261€**
- BEV 64 kWh : 35140€
  - Bonus 7000€
  - Conversion 2500€
- BEV net : **25640€**

VOTRE TARIF	35 140 €
Prix Catalogue	41 100 €
Economie	- 5 960 €
Bonus Ecologique jusqu'à	7 000 €

**KIA E-NIRO**  
Electrique 204 ch Motion



BEV moins de 20g de CO2

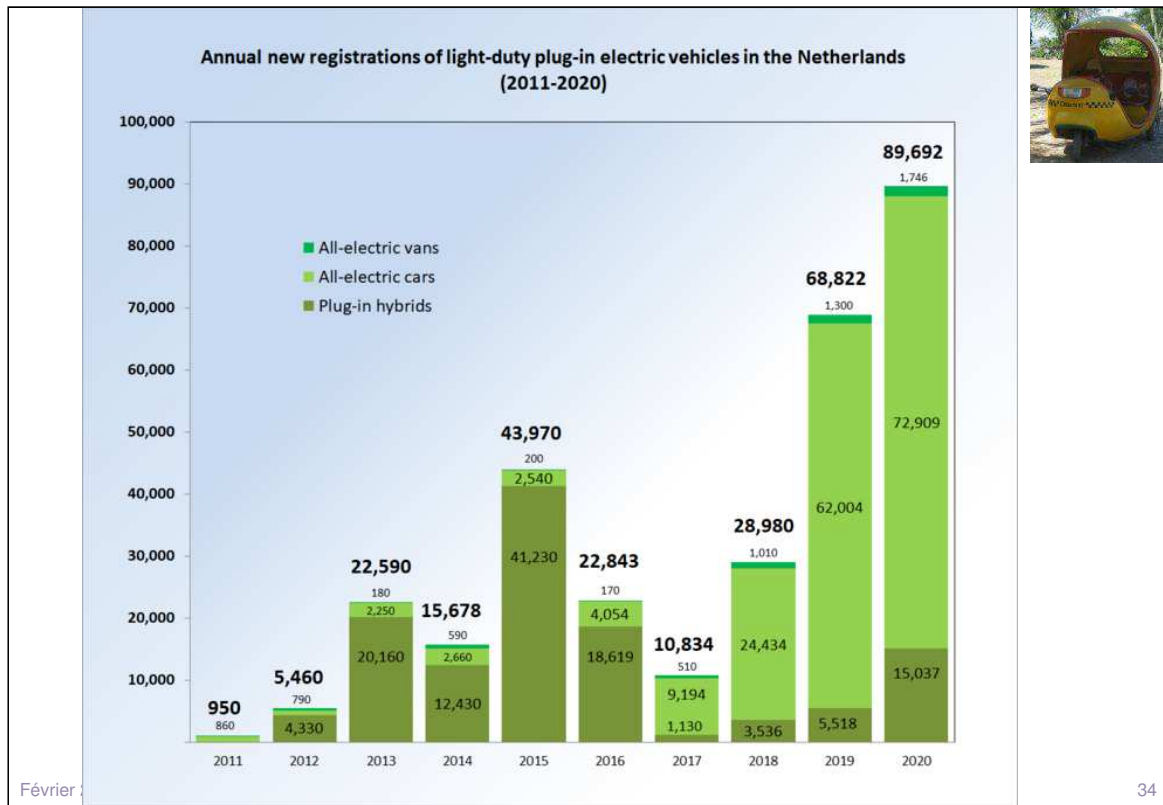
PHEV moins de 50g de CO2



## Bruno Le Maire Octobre 2018

- « Regardez les véhicules hybrides rechargeables, aujourd'hui, ils ne sont pas traités de la même manière que les véhicules électriques. Alors que l'hybride rechargeable, **il y a beaucoup de véhicules, notamment français, qui sont disponibles sur le marché tout de suite.** Je souhaite que nous regardions comment est-ce que nous pouvons mieux intégrer dans la prime à la conversion, les véhicules hybrides rechargeables. »
- <https://twitter.com/publicsenat/status/1052805929224171520>
- Réalité : DS7 mi 2019, 3008 PHEV mi 2020, Renault Captur PHEV & C5 Aircross : automne 2020 ... soit 2 ans après





### PHEV TRES TRES populaire aux Pays Bas jusqu'en 2016 cf.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in\\_electric\\_vehicles\\_in\\_the\\_Netherlands](https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in_electric_vehicles_in_the_Netherlands)

et [https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_EV-fiscal-incentives\\_20140506.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_EV-fiscal-incentives_20140506.pdf)

Car grosse subvention/exonération de taxes pour les PHEV (jusqu'à 38k€ en 2013 selon ICCT soit 75% de la valeur véhicule, 19k€ selon Wikipedia) via le mécanisme des « Company Cars » beaucoup plus répandu dans le pays qu'en France. Arrêt des subventions → forte baisse des ventes

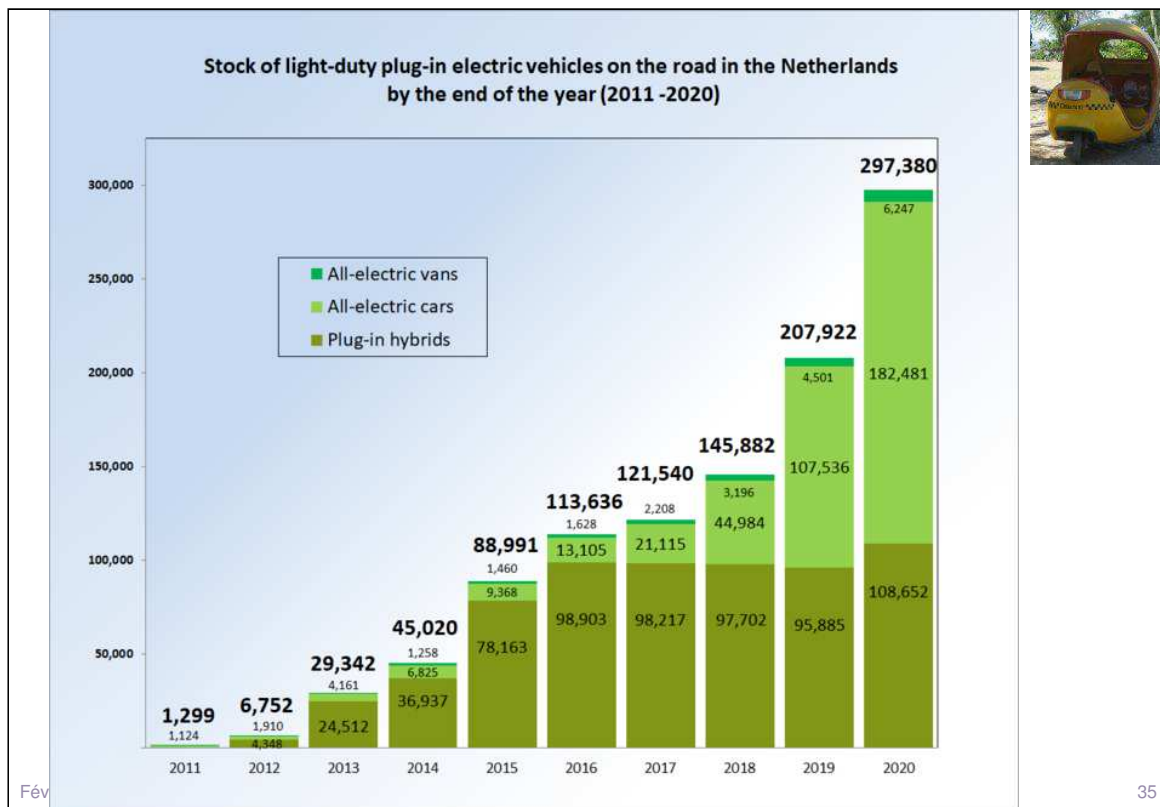
Curieusement on pourra noter :

1/ Vente de l'usine Mitsubishi Nedcar ex usine Volvo ex usine DAF pour 1€ symbolique à VDL cf. [https://en.wikipedia.org/wiki/VDL\\_Nedcar](https://en.wikipedia.org/wiki/VDL_Nedcar)

2/ En 2013, le Mitsubishi Outlander était quasiment le seul PHEV sur le marché avec le break Volvo V60

[https://en.wikipedia.org/wiki/Mitsubishi\\_Outlander](https://en.wikipedia.org/wiki/Mitsubishi_Outlander) sic « Retail deliveries began in Europe in October 2013 beginning in the Netherlands and followed by the **Nordic countries**, »

3/ Il s'est vendu des milliers de Mitsubishi Outlander aux Pays Bas entre 2012 et 2016 ... Curieux non ?



Pays Bas = ¼ de la population Française

PHEV TRES TRES populaire aux Pays Bas jusqu'en 2016 cf.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in\\_electric\\_vehicles\\_in\\_the\\_Netherlands](https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in_electric_vehicles_in_the_Netherlands)

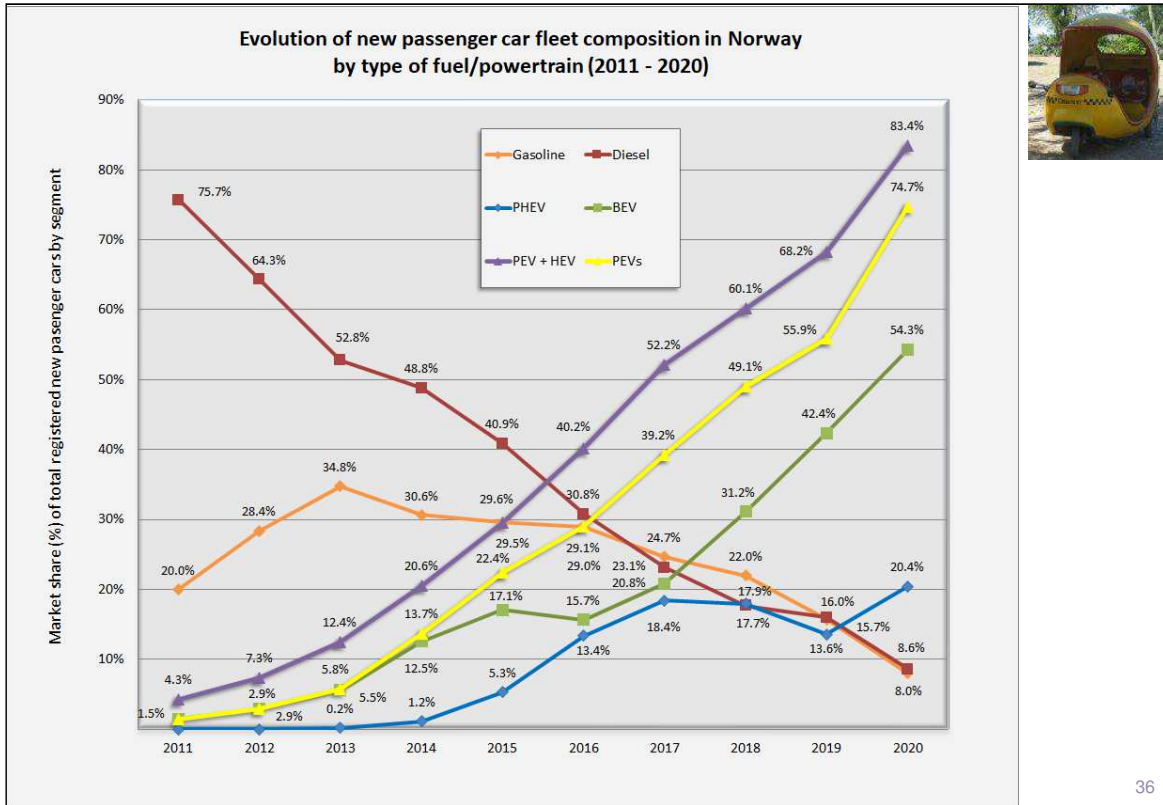
Car grosse subvention/exonération de taxes pour les PHEV (32k€ selon ICCT, 19k€ selon Wikipedia) via le mécanisme des « Company Cars » beaucoup plus répandu dans le pays qu'en France

Curieusement :

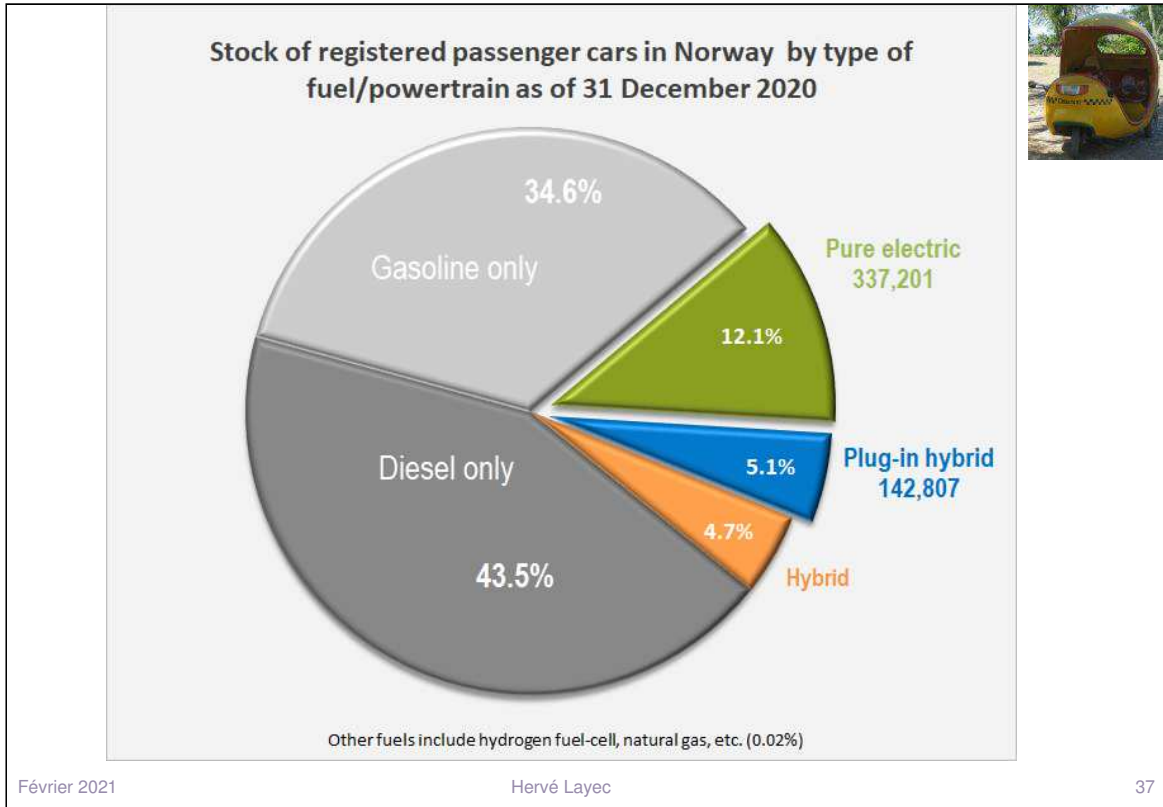
1/ Vente de l'usine Mitsubishi Nedcar (ex usine DAF ex usine Volvo) pour 1€ symbolique à VDL cf. [https://en.wikipedia.org/wiki/VDL\\_Nedcar](https://en.wikipedia.org/wiki/VDL_Nedcar)

2/ Le Mitsubishi Outlander était quasiment le seul PHEV sur le marché avec le break Volvo V60

[https://en.wikipedia.org/wiki/Mitsubishi\\_Outlander](https://en.wikipedia.org/wiki/Mitsubishi_Outlander) sic « Retail deliveries began in Europe in October 2013 beginning in the Netherlands and followed by the Nordic countries, »



[https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in\\_electric\\_vehicles\\_in\\_Norway](https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in_electric_vehicles_in_Norway)  
 Norvege 385 207 km2 et 5 367 580 hab. Soit 12 fois moins que la France  
 Privilèges CONSIDERABLES aux BEV pendant des années : parking, ferries gratuits, possibilité de circuler dans les voies de bus, taxes réduites, etc...  
 Cf. [https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in\\_electric\\_vehicles\\_in\\_Norway](https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in_electric_vehicles_in_Norway)



[https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in\\_electric\\_vehicles\\_in\\_Norway](https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in_electric_vehicles_in_Norway)  
Norvege 385 207 [km2](#) et 5 367 580 hab. Soit 12 fois moins que la France mais même nombre de véhicules BEV et PHEV



## Les Hybrides

## Batterie

- Basique : 12V 50-70 Ah
- Renforcée EFB (Enhanced Flooded Battery) pour véhicule Stop/Start
- AGM (Absorbent Glass Mat) supporte charge à 16V à la décélération via alternateur piloté par 1 calculateur BMS (Battery Management System)
- NimH ou Li-Ion pour véhicules hybrides



Batterie de base : alternateur met 14V aux bornes que la batterie soit chargée ou non

BMS sur batterie ordinaire : initialement vers 2010 : petit calculateur sur le pôle négatif de la batterie pour connaître l'état de charge de la batterie

... batterie chargée: l'alternateur met 12,8V aux bornes; batterie pas assez chargée : il met 14V . Gain : quelques grammes de CO2 à l'homologation

Evolution : BMS demande de charger à 16V lors de la décélération ... et encore quelques grammes de CO2 gagnés à l'homologation mais il faut une batterie qui accepte 16V → batterie AGM

Puis on met une petite batterie Li-Ion en parallèle avec la batterie au plomb ... ce qui conduit à l'hybride léger alias Mild Hybrid ... les 2 batteries se chargent à la décélération

## Véhicule hybride & Electrique



### ➤ MHEV (Mild Hybrid) 12 ou 48V

- Batterie de 0,3 kWh
- Aide à la relance
- Autonomie 0 km

### ➤ Full Hybrid

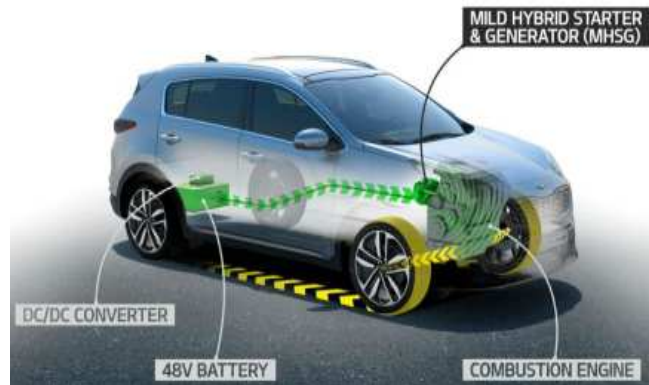
- Batterie de 1,5 kWh
- Autonomie 3 km

### ➤ PHEV (Plug-in Hybrid)

- Batterie de 10 kWh
- Autonomie ville 50km

### ➤ BEV (Battery E.V.)

- Batterie de 50 kWh
- Autonomie ville 350 km





## **Mild Hybrid (Hybride Léger) 12 ou 48V**

- Alternateur démarreur: 10kW 50 Nm
- Batterie Li-ion, convertisseur 48/12V, Fonction Stop-Start
- Entraîné par courroie accessoire
- Arrêt du moteur sous 20km/h avec récupération d'énergie
- Effet Boost à l'accélération
- Gain CO2 surtout en ville
- Très utilisé : Suzuki, Renault Hybrid assist, Hyundai, Ford, ...
- Couplé avec BVM ou BVA
- Répandu depuis 2015



50Nm ... pas négligeable par rapport au couple d'un moteur essence (typiquement 100Nm pour un petit véhicule genre Twingo)

BVM/BVA : Boite de Vitesse Manuelle/Automatique

## Avantages Mild Hybrid

- Simple donc peu coûteux
- Léger (20kg) & peu encombrant
- Gain de CO2 à l'homologation ex. Swift 90 vs 98g /km cycle NEDC
- Consommation à l'homologation ex. Swift 0,3l/100 & 0,9 en ville
- Vignette gratuite dans certains départements Français
- Vignette pollution ECO en Espagne comme un Full Hybrid
- Donc autorisation de circuler dans la ZFE « Madrid Central »



C'est écrit HYBRID en grand à l'arrière donc cela donne droit certains privilèges fiscaux, de parking, etc...

**FLEXFUEL**

**LAND ROVER**  
ABOVE & BEYOND

HYBRIDE FLEXFUEL  
**LE MEILLEUR DES DEUX MONDES**

**TECHNOLOGIE MHEV**  
à hybridation légère afin d'optimiser les consommations en toutes circonstances

**UN CARBURANT FRANÇAIS ET PLUS PROPRE**  
ET PLUS ÉCONOMIQUE

**DES ÉCONOMIES AU QUOTIDIEN**

**0€**  
pour la partie grille de la taxe de 50% selon les régions

**DESIGN BRITANNIQUE**  
une élégance et un raffinement inimitables

**EFFICACITÉ LAND ROVER**  
pour des capacités inégalées

**TECHNOLOGIE FLEXFUEL**  
pour profiter des avantages du carburant E85

**EN CHIFFRES**

Février 2021

43

Photo : plaquette constructeur

## Land Rover Evoque Cycle mixte



	Conso l/100	CO2 g/km	CO2 Cor g/km	Prix €	Malus €
D165 BVM 2WD	6	158	158	39750	1276
D165 MHEV BVA 4WD	6,4	168	168	44950	2726
D200 MHEV BVA 4WD	6,5	169	169	48500	2918
<b>E85</b> 200MHEV BA 4WD	11,9	196	<b>117</b>	46050	<b>0</b>
P250 MHEV BVA 4WD	8,9	201	201	50300	14881
P300 MHEV BVA 4WD	9	203	203	54950	16149
P300e <b>PHEV</b> BVA 4WD	2	<b>44</b>	<b>44</b>	52550	<b>0</b>

D : Diesel P : Petrol 4WD = 4 roues motrices

CO2 Cor : CO2 corrigé après abattement de 40% lié aux véhicules Flexfuel

**THE NEW RANGE ROVER EVOQUE**

**PLUG-IN HYBRID**

State-of-the-art PHEV technology is available on the New Range Rover Evoque providing silent running, responsive performance and emission-free city driving – all without any range anxiety.

**[1] INGENIUM PETROL ENGINE**  
Lightweight 1.5-litre, 3-cylinder turbocharged engine developing 147kW (200PS) of power and 250Nm of peak torque.

**[2] BISG INVERTER**  
Transforms the current between AC and DC to control the BISG.

**[3] BELT-INTEGRATED STARTER GENERATOR (BISG)**  
Seamlessly starts the engine and supplies power to the high voltage system.

**[4] ELECTRIC MOTOR**  
Electric Rear Axle Drive system, integrated gearbox and inverter producing 80kW (108PS) of power and 250Nm of torque.

**[5] BATTERY**  
11.3kWh lithium-ion battery mounted under the floor to maximise range without impacting interior space.

**[6] INTEGRATED CHARGER**  
DC/DC converter provides power from the high voltage battery to the 12V system.

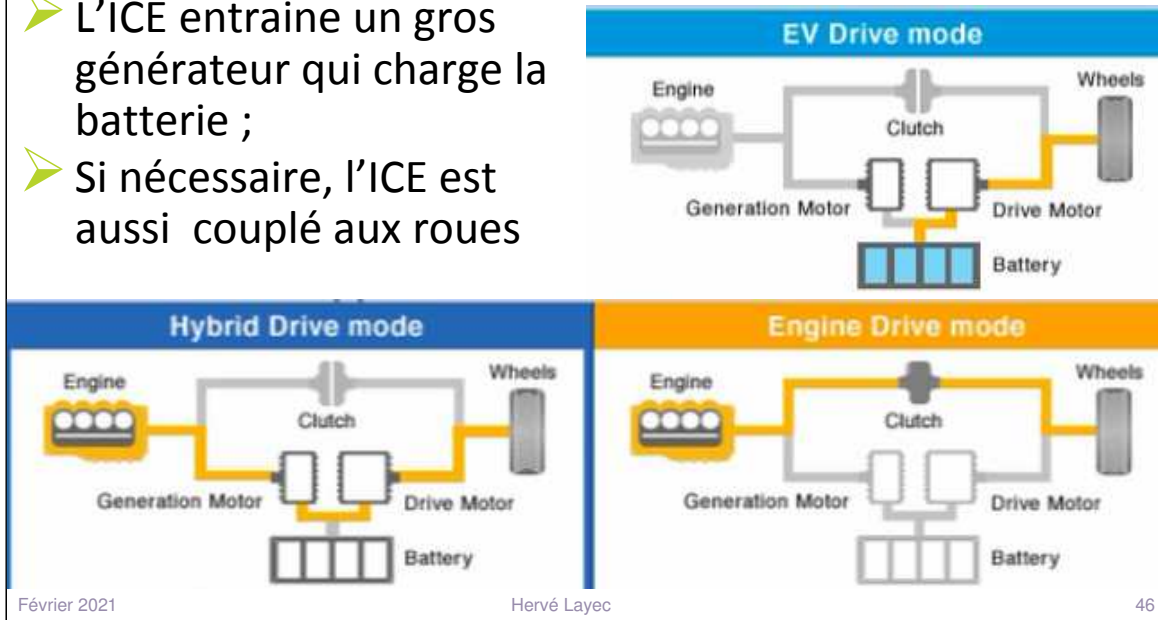
Photo : plaquette constructeur JLR (Jaguar Land Rover)

Moteur électrique sur l'essieu arrière comme sur la Peugeot 508 hybride non rechargeable RXH de 2012

## Hybride Honda, Chevrolet Volt ...



- HONDA iMMD
- L'ICE entraîne un gros générateur qui charge la batterie ;
- Si nécessaire, l'ICE est aussi couplé aux roues



Février 2021

Hervé Layec

46

. Photos : constructeur Honda

## PSA PHEV 225

- Li-Ion de 11,6 à 13,2 kWh
- Total 225CV 360Nm
- 1L6 Injection directe 180CV
- 1 moteur électrique 110CV 360Nm intégré à la BVA
- 1 embrayage multidisque pour coupler l'ICE au moteur électrique au lieu d'un convertisseur de couple
- Le moteur thermique peut fonctionner débrayé pour charger la batterie



Photo : constructeur PSA

## Hybride VAG KIA



- VAG : proche PSA
- Boite: DCT (Dual Clutch Transmission) au lieu BVA8 + embrayage de couplage avec le rotor du moteur électrique
- KIA hybride Li-Ion de 1,56 kWh, boîte DCT
- 141CV, 265Nm : 1L6 Inject. directe 105CV Atkinson 147Nm + moteur électrique 43CV 170Nm

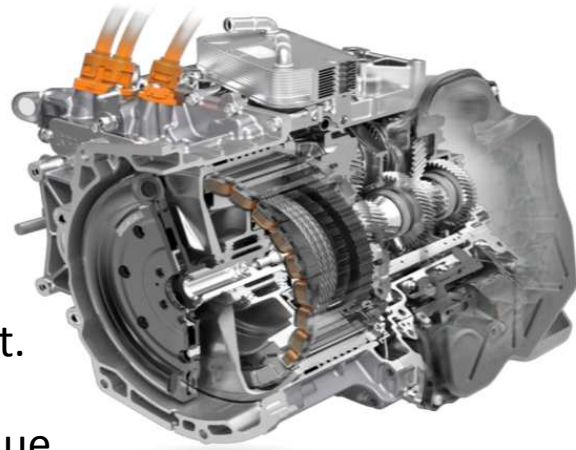


Photo : constructeur VAG



## Hybride Toyota Corolla



- Batterie Li-Ion de 1,3 kWh
- Total : 122CV, 142 Nm. ICE : 1L8 Injection indirecte 98CV Atkinson
- Electrique MG2 traction 72 CV + récupération au freinage
- Moteur MG1 (30CV) : 3 fonctions "Embrayage" + "Alternateur" + "Démarreur ICE"
- Train épicycloïdal à 4 satellites de AISIN (groupe Toyota)
- Calculateur règle en permanence la vitesse des 3 moteurs

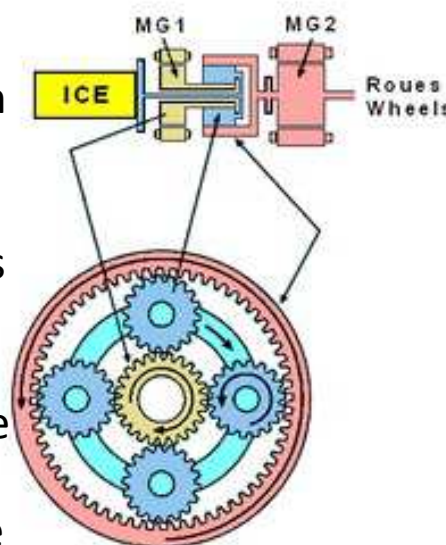


Photo Wikipedia [https://fr.wikipedia.org/wiki/Hybrid\\_Synergy\\_Drive](https://fr.wikipedia.org/wiki/Hybrid_Synergy_Drive)

La [transmission](#) ([en:transaxle](#)) du système HSD contient un [train épicycloïdal](#) qui relie les trois moteurs et ajuste le couple de l'ICE et des moteurs électriques aux besoins des roues avant.

MG2 est solidaire de l'[arbre de transmission](#) relié aux roues avant : alimenter MG2 en électricité augmente donc le couple au niveau des roues ; MG2 récupère aussi l'énergie au niveau des roues lors du freinage dynamique.

Le train épicycloïdal qui se comporte comme un différentiel réversible (la puissance peut venir des trois arbres), fait le lien entre la vitesse de rotation des roues et les vitesses de rotation de l'ICE et de MG1 ; ce dernier étant utilisé pour compenser la différence de vitesse entre les roues et l'ICE.

Dans les schémas ci-contre représentant le train épicycloïdal d'un moteur HSD à deux roues motrices, l'ICE (le moteur thermique) est relié au porte-satellites (parties bleue et verte) ; le moteur électrique MG1 est relié au pignon central (partie beige) ; le moteur électrique MG2 et l'arbre allant vers le [différentiel](#) et les roues sont reliés à la couronne (partie rose) du train épicycloïdal.

Le train épicycloïdal et les deux moteurs-générateurs sont contenus dans un boîtier unique qui est fixé à l'ICE. L'ordinateur surveille et contrôle la vitesse de rotation de chaque arbre et le couple total des arbres de transmission via des sondes et des capteurs<sup>12</sup>.

Le train épicycloïdal permet aussi de modifier le rapport de démultiplication ([réduction](#)) entre les arbres d'entrée (ICE et MG1) et l'arbre de sortie (MG2 et roues).

## Hybride Renault Clio V



- Li-Ion de 1,2 kWh, 230V
- Total 140 CV ; 1L6 Injection Indirecte 91CV Atkinson 144Nm 1 moteur de traction EV1 36kW, 49CV 205 Nm ; EV1 : charge batterie traction à la décélération
- 1 alterno démarreur 15kW "Alternateur" "Démarreur ICE" "Embrayage/gestion Boite"
- Boite à crabots 4 vitesses thermique + 2 en électrique en même temps



Février 2021

50

Photo : constructeur Renault

<https://www.topgear.com/car-news/hybrid/renaults-new-hybrid-tech-uses-formula-1-expertise>

There's no clutch because the car is always started by the electric motor. It also uses the electric motor to go backwards, so there's no need for a reverse gear. The cars have full blended braking so often use electric regeneration rather than the wasteful discs.

The gearbox itself is a clutchless dog-type (like in F1) rather than synchro, which would normally give very harsh shifts. Cleverly though, this design uses a second smaller electric motor to control the flywheel speed and smooth out engagement. This also starts the engine.

The engine is a very simple device, a 1.6-litre four. It has just two valves per cylinder with no variable timing and no turbo. Doesn't need them because it operates mostly very close to its torque, the most efficient place. Also it has no accessory drive belt because the pumps for water, a/c and brake servo are electric.

## Hybrides Automobile Magazine



➤ **Mixte = 40% ville, 40% route, 20% autoroute**

Litres/100 km	Ville	Route	Autoroute	Mixte
Toyota Yaris 2020	3,6	4,8	6,2	4,6
Honda Jazz 2020	4,1	5,1	6,8	5
Renault Clio 2020	4,4	5,1	6,5	5,1
Toyota Corolla 122CV 2020	4,4	5,7	7,3	5,5
Hyundai Kona	5,2	5,4	7,4	5,7
<b>Renault Clio TCE100 E/GPL</b>	<b>6/7,8</b>	<b>5,9/7,6</b>	<b>6,4/8,4</b>	<b>6/7,8</b>

## Hybrides ADAC



➤ **1/3 ville, 1/3 route, 1/3 autoroute BAB130**

Litres/100 km	Ville	Route	Autoroute	Mixte
<b>Toyota Corolla 122CV 2020</b>	<b>3,2</b>	<b>4,1</b>	<b>6,4</b>	<b>4,6</b>
<b>Honda Jazz 2020</b>	<b>3,1</b>	<b>4,7</b>	<b>7,2</b>	<b>5,1</b>
<b>Suzuki Swift MHEV 2020</b>	<b>4,6</b>	<b>4,7</b>	<b>6,2</b>	<b>5,1</b>
<b>Toyota Aygo 2020</b>	<b>5,3</b>	<b>4,9</b>	<b>6,2</b>	<b>5,4</b>
<b>Peugeot 208 100CV 2020</b>	<b>6</b>	<b>4,9</b>	<b>6,2</b>	<b>5,5</b>
<b>Hyundai Kona 2020</b>	<b>4,5</b>	<b>5,5</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
<b>Renault Clio TCE100 2020</b>	<b>6,4</b>	<b>5,7</b>	<b>7,4</b>	<b>6,3</b>

Suzuki Swift MHEV ou Toyota Aygo (alias Peugeot 108, Citroen C1) bien moins coûteuse à l'achat qu'une hybride type Toyota Yaris et Honda Jazz

La consommation moindre aura du mal à compenser l'écart de prix d'achat



### ➤ **Autonomie puis Consommation batterie "vide"**

	<b>CV/ kWh</b>	<b>Kms Ville</b>	<b>Ville l/100</b>	<b>Route l/100</b>	<b>Auto route</b>	<b>Mixte l/100</b>
<b>Kia NIRO</b>	<b>141/8,9</b>	<b>52</b>				<b>5,3</b>
<b>Kia CEED SW</b>	<b>141/8,9</b>	<b>49</b>	<b>5,4</b>	<b>5,8</b>	<b>6,8</b>	<b>5,8</b>
<b>FORD KUGA</b>	<b>225/14,4</b>	<b>62</b>	<b>5,6</b>	<b>6</b>	<b>8,3</b>	<b>6,3</b>
<b>Renault CAPTUR</b>	<b>158/9,8</b>	<b>47</b>	<b>5,6</b>	<b>6,3</b>	<b>7,6</b>	<b>6,3</b>
<b>Toyota RAV4</b>	<b>306/18,1</b>	<b>62</b>				<b>6,5</b>
<b>Mercedes A250</b>	<b>218/15,6</b>	<b>62</b>	<b>7,8</b>	<b>6,8</b>	<b>7</b>	<b>7,2</b>
<b>Peugeot 3008 x4</b>	<b>300/13,2</b>	<b>48</b>	<b>7,4</b>	<b>7,5</b>	<b>8,8</b>	<b>7,7</b>
<b>Peugeot 3008</b>	<b>225/13,2</b>	<b>46</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>8,8</b>	<b>7,8</b>

En fait, il y a DEUX sortes de PHEV

« ordinaires » moteur thermique 90-100CV type Kia ou Captur

« puissants » moteur thermique 180-250CV type 3008 pour remplacer les véhicules thermiques puissants devenus invendables à cause du CO2

## PHEV ADAC



### ➤ Conso 1<sup>er</sup> 100km, autonomie puis batterie "vide"

	Conso 100 l + kWh	Kms	Ville l/100	Route l/100	Auto route	Mixte l/100
<b>Kia NiroPH141</b>	<b>3,8 + 7,3</b>	<b>44</b>	<b>4,6</b>	<b>5</b>	<b>7,7</b>	<b>5,7</b>
<b>Kia NiroH141 E6b</b>			<b>4,3</b>	<b>5,2</b>	<b>7,7</b>	<b>5,8</b>
<b>KiaCeedSwPH141</b>	<b>3,3 + 8,6</b>	<b>47</b>	<b>5</b>	<b>5,1</b>	<b>7,6</b>	<b>5,8</b>
<b>KiaCeedSwD136</b>			<b>4,8</b>	<b>4,6</b>	<b>6</b>	<b>5,1</b>
<b>Peugeot 3008 x4</b>	<b>4,2 + 10,4</b>	<b>57</b>	<b>8,1</b>	<b>6,6</b>	<b>9,2</b>	<b>7,8</b>
<b>Peug.508SwH225</b>	<b>4,1 + 9,6</b>	<b>49</b>	<b>6,6</b>	<b>6,1</b>	<b>8,1</b>	<b>6,8</b>
<b>Peug.508SwE180</b>			<b>7,3</b>	<b>5,8</b>	<b>8,4</b>	<b>7</b>
<b>Peug.508SwD130</b>			<b>5,1</b>	<b>4,4</b>	<b>6,1</b>	<b>5,1</b>

Février 2021

Hervé Layec

54

**Kia NiroPH141** Hybride rechargeable Euro6d-temp avec FAP

**Kia NiroH141 E6b** Hybride simple Euro6b de 2017 sans FAP

**KiaCeedSwPH141** Hybride rechargeable Euro6d-temp avec FAP

**KiaCeedSwD136** Diesel

**Peugeot 3008 x4**

**Peug.508SwH225** PHEV 225 cv

**Peug.508SwE180** Essence 180 Cv

**Peug.508SwD130** Diesel 130cv

## *Modes de fonctionnement*

---



- EV Electrique (modes Eco, Normal, Sport)
- B(rake) avec plusieurs niveaux de récupération possibles
- Hybride EV/Thermique quand la batterie de traction est faible
- Save : conservation du niveau de batterie pour « affronter » plus tard une circulation en ville
- Charge batterie avec le moteur thermique ... induit souvent une grosse consommation de carburant

## La partie électrique



$$16A \times 230V = 3680 W$$



## Chez vous ... la prise

- c'est max 16A = 3,7 kW ... par INTERMITTENCE
- Pas en continu pendant 10 heures pour charger un véhicule électrique
- Limite à 10A voire 8A : 2kW
- Prise spéciale GreenUp 15A depuis 2014 : détection par aimant : 3,7 kW
- BMW 225xe a 1 cable GreenUp donc charge à 15A/10A selon type de prise GreenUp/Normale
- Peugeot 3008 a un cable Standard 8A, GreenUp en option (150€)



Février 2021

Hervé Layec

Photo de haut test de charge d'un BMW 225xe doté d'un cable GreenUp sur une prise ordinaire ... la pince ampère-métrique affiche bien 9,75A et non 15A

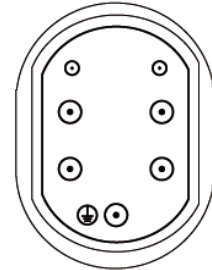
GreenUp: l'amélioration de la conductivité est obtenue par un traitement des contacts à base d'argent, ce qui leur donne cet aspect brillant qui les distingue de ceux d'une prise classique. Le système de détection quant à lui se résume à un simple aimant localisé dans la prise murale Green'UP qui sera détectée par le câble de recharge compatible.

Le **Green-up** (80€) est un produit LEGRAND basé sur une prise **femelle courante** (fixée au mur) où un aimant a été rajouté, cet aimant ferme un contact dans la prise mâle **spéciale** lors de sa connexion . Il faut ensuite une paire de fil rajoutée dans le câble pour transmettre au **boitier** du chargeur nomade l'information «charge à 15A possible »



## Les prises et le chargeur interne

- **Chademo Mitsubishi/Nissan, Type 1 DC**
- Type 2 soit monophasé 1x15-70A soit triphasé 3x (15, 30, 63A)
- **Type 3 32A mono/triphasé Autolib/ Zoe**
- PHEV : chargeur 3,7kW ou 7,4 kW monophasé
- VE-AC : chargeur mono ou triphasé 11/22 kW
- VE-DC : 50 à 350 kW
- Type2 avec pins DC = Combo CCS



haut ; type Autolib

Photo Wikipedia

Bleu : Chademo

Milieu : Continu

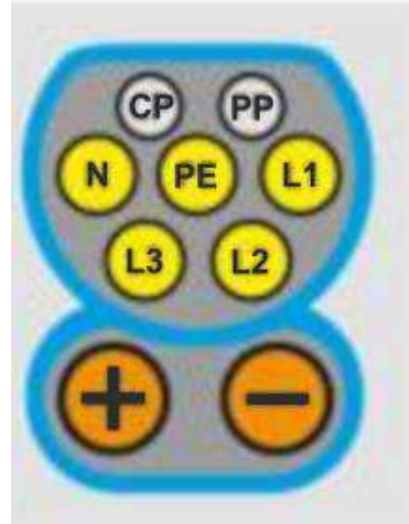
Droite : type 2 ... devient le standard avec son évolution Combo CCS

Nissan va sur ses nouveaux modèles abandonner en Europe Chademo au profit du connecteur Combo CCS

## Combo CCS2 connecteur type 2 CEI 62196



- ▶ initiative VDA, plusieurs versions au fil du temps depuis 2011
- ▶ DC+, DC- , N, 3 phases L1, L2, L3
- ▶ PE (Protective Earth)
- ▶ CP (Control Pilot) signal analogique PWM de sécurité : connecteur branché, station prête, indication courant max 10, 15, 30A
- ▶ PP (Proximity Pilot) : protocole CPL : charge CC, répartition de charge CEI 15118



VDA Le Verband der Automobilindustrie est un organisme chargé de définir les standards utilisés dans l'industrie automobile dans la zone d'influence allemande. Il a son siège à Berlin et réunit l'ensemble des constructeurs et leurs principaux fournisseurs. Création: 19 janvier 1901, Eisenach, Allemagne

The combo 2 connector standard (sometimes incorrectly referred to as "CCS2") is based on the type 2 connector pin assignment, but requires special vehicle couplings and vehicle connectors. "Normal" type 2 vehicle couplings can also be plugged into these vehicle connectors, so that only one vehicle connector is required on the vehicle for both vehicle connectors and the various charging modes. Of the actually 5 + 2 type 2 contacts, only the three grounding and signal contacts are used for CCS direct current charging with the Combo 2. The load current flows through the two additional direct current contacts. The IEC-62196 charging mode 4 is used. According to IEC 61851-1, the charging cable and the vehicle coupling are firmly connected to the charging station and are plugged into the vehicle. Pin assignment for Combo 2 direct current charging:

PE... (Protective Earth) Ground conductor, coll. Earth or earth potential

CP... (Control Pilot) for dialog between charging station and vehicle using an analog signal

PP... (Proximity Pilot) to limit the charging current by means of resistance coding so that the charging cable used is not overloaded

DC +... (Direct Current +) DC charging, positive pole

DC-... (Direct Current -) direct current charging, negative pole

La version 3.0 du CCS, en cours de définition, va garantir la compatibilité ascendante avec les versions précédentes. Les fonctionnalités supplémentaires potentielles incluent :

le transfert de puissance inverse, la recharge inductive, la communication sans fil pendant la recharge, la recharge d'autobus grâce à des pantographes.

## Bornes de charge & PHEV



- Borne de rue cable dans 90% des cas : type 2
  - BMW 225xe chargeur interne 3kW
  - Peugeot 3008 chargeur interne 3 kW, option 7kW (300€)
- Borne de rue côté 1 : 1 prise domestique et 1 type 2 soit 22kW en 3-phasé et 7,4 kW en monophasé
- Côté 2 : 1 prise E/F et 1 type 2 ou 3 ... si type 3 : peu occupée donc intérêt de récupérer un câble d'Autolib
- Partage de charge si 2 véhicules branchés donc en monophasé : il reste 3,7 ou 7,4 kW
- 2020 : apparition des prises GreenUP dans les parkings publics



Février 2021

Hervé Layec

Borne de rue SDE35 : syndicat départemental d'Electricité 35

## Bornes à Rennes en Octobre 2019



Rennes + 1° Couronne				
Nombre de bornes	Public	Privé	Total	% Public
3 kW domestique	78	13	91	58%
3-7 kW type 3	3	4	7	2%
7 kW type 2	7	2	9	5%
22 kW type 2	33	3	36	25%
22 kW type 3	9	2	11	7%
Autre	4	19	23	3%
	134	43	177	

Février 2021

Hervé Layec

62

Bornes privées = hôtels, concessionnaires automobiles, etc.

Bornes publiques = bornes de rue, de parking public, gare, centres commerciaux

...

## Charger en centre commercial



- Souvent gratuit ... sic Leclerc de Vern s/Seiche '1h de charge à 3 kW= +100kms ' ... 😊 😊 😊 en fait c'est plutôt +10 à 13 kms 😊 😊 😊



- Parfois nécessité d'aller chercher une carte à l'accueil ou de demander au gardien de venir « débloquer » la prise
- Pas mal de bornes en panne

Moralité : ne pas croire aveuglément ce qui est écrit sur la borne  
Compter plutôt entre 15 et 20kWh pour 100 km et pas 3 kWh

## A domicile ?

- Selon la puissance de l'installation
- Prise mono 2 kW ou GreenUp 3,7 kW
- Conseil : installer côte à côte 1 prise 2 kW & 1 GreenUp
- Wall Box mono 2/3,7/7,4kW, tri 11/22kW
  - Puissance programmable sur la Box
- ADAC 'Wallbox Test' : 11kW 524€
- Wallbox qui ajuste la charge en fonction de la puissance disponible par lecture de la téléinformation du compteur ENEDIS : heures creuses, quelle charge/phase ...
- Exemple 600€ cf. VE-Tronic.fr





## En roaming : ayez la bonne carte



- Morbihan Energie : 2€ de prise en charge pour 40kWh d'un VE (10€) ou 8kWh d'un PHEV (2€) + la surcharge de roaming par ChargeMap
- Borne de rue à 92- Montrouge
  - Par côté : 1 prise domestique 3,7 kW + Type2 22kW
  - 2€/heure quelle que soit la prise les 2 premières heures puis 3€/heure + coût du Roaming



Février 2021

65

PHEV : coût important de la prise en charge par rapport au coût du carburant électrique

ATTENTION AUSSI à la tarification au temps et non au kWh

La vente au kWh est un monopole des fournisseurs d'énergie ou des syndicats départementaux d'électricité → pas possible pour les gérants de parking qui de facto facturent au temps passé.

Idem pour les bornes rapides d'autoroute Ionity sic <https://www.automobile-propre.com/ionity-un-nouveau-prix-a-la-minute-qui-fait-du-bruit/> sic « En France, le contexte est particulier. A cause d'une impossibilité de facturer au kWh, Ionity a dû passer au tarif horaire. Ainsi, la charge demande 79 centimes par minute depuis ce 1er juillet 2020 (NDLR : 39 centimes pour les constructeurs adhérents au réseau Ionity). A l'échelle européenne, seule la Finlande repose sur un système identique. La charge est rapide, c'est vrai, mais la note finale est très salée... »

## Rendement des chargeurs



- Médiocre : classiquement 15% de pertes mais 50% dans certains cas ; autant de temps pour passer de 20 à 80% que de 80 à 100%
- Zoe ZE40kWh, 1 an: 205 mesures, 25.000 km
- 4370 kWh vs 3749 kWh utiles : pertes moyennes 14% ... maxi 20% selon les périodes
- Charge à fond = + 2 kWh de pertes
- Batterie chaude : ventilateur de 500W actif : pertes = +14% ; batterie froide ... à réchauffer
- Autonomie : 330kms en Juin, 240 kms en janvier moyenne à 275 kms soit [+17%, -15%]

<https://www.amperes.be/2019/03/26/un-an-de-mesures-de-charge-et-dautonomie/>

## Rendement des chargeurs



➤ [http://orbit.dtu.dk/files/137328554/efficiency\\_paper.pdf](http://orbit.dtu.dk/files/137328554/efficiency_paper.pdf)

EV	Charge standard	Charge power	Energy Efficiency		
			$\eta_3$	$\eta_{2,E}$	$\eta_{1,E}$
iOn	10 A @ 1 phase	2.3 kW	77 %	70 %	79 %
iOn	16 A @ 1 phase	3.7 kW	75 %	69 %	77 %
LEAF	10 A @ 1 phase	2.3 kW	74 %	85 %	
LEAF	16 A @ 1 phase	3.7 kW	70 %	90 %	
Zoe	10 A @ 1 phase	2.3 kW	49 %		
Zoe	16 A @ 3 phase	11 kW	64 %		
Zoe	32 A @ 3 phase	22 kW	65 %		
Zoe	63 A @ 3 phase	43 kW	63 %		

## *PHEV Automobile Magazine*

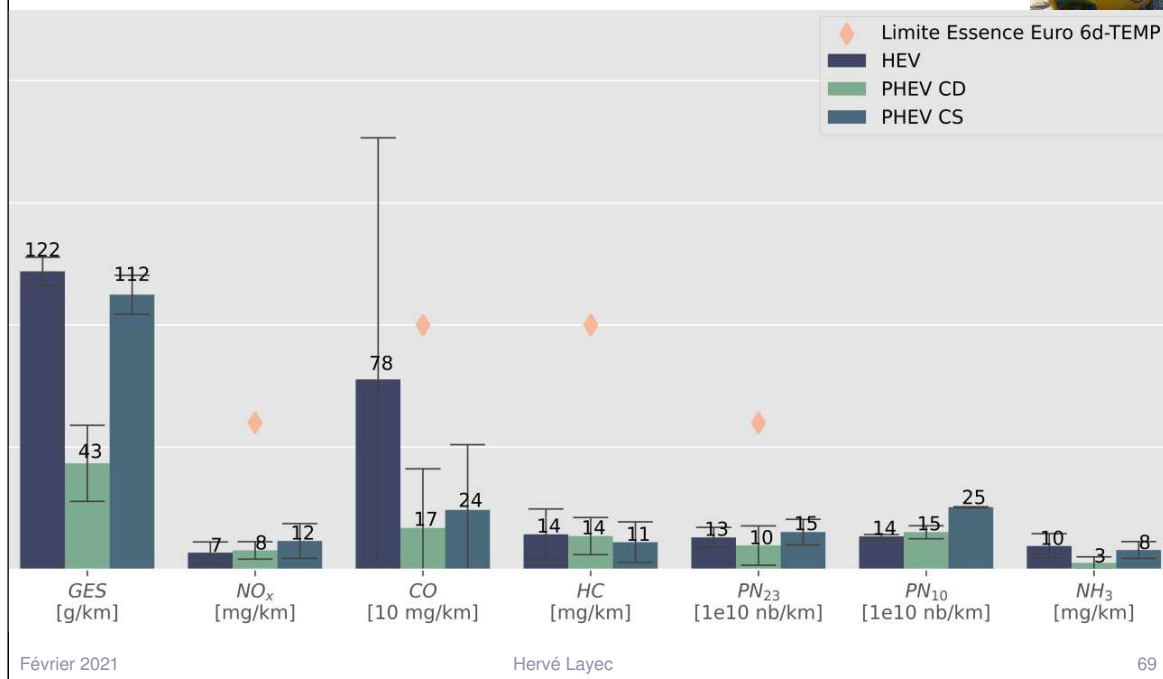


### ➤ **Autonomie & recharge y.c rendement du chargeur**

en kWh/100	CV/ kWh	Kms Ville	Ville	Route	Auto route	Mixte
<b>Kia NIRO</b>	<b>141/8,9</b>	<b>52</b>				
<b>Kia CEED SW</b>	<b>141/8,9</b>	<b>49</b>	<b>17,3</b>	<b>21,8</b>	<b>30,4</b>	<b>19,6</b>
<b>FORD KUGA</b>	<b>225/14,4</b>	<b>62</b>	<b>20,2</b>	<b>27,2</b>	<b>41,7</b>	<b>23,7</b>
<b>Renault CAPTUR</b>	<b>158/9,8</b>	<b>47</b>	<b>20,6</b>	<b>26,9</b>	<b>38,8</b>	<b>23,8</b>
<b>Toyota RAV4</b>	<b>306/18,1</b>	<b>62</b>				
<b>Mercedes A250</b>	<b>218/15,6</b>	<b>62</b>	<b>20</b>	<b>23,6</b>	<b>26,4</b>	<b>22</b>
<b>Peugeot 3008 x4</b>	<b>300/13,2</b>	<b>48</b>	<b>26</b>	<b>28,4</b>	<b>36,8</b>	<b>27,2</b>
<b>Peugeot 3008</b>	<b>225/13,2</b>	<b>46</b>	<b>27,4</b>	<b>32,3</b>	<b>38,2</b>	<b>29,8</b>

Consommation très élevée rendement du chargeur compris sans doute liée à une charge à 100% en fait très pénalisante avec un rendement déplorable en fin de charge

## Pollution IFPEN Niro PHEV vs Niro HEV



Valeurs Moyennes de nombreux cycles RDE (donc d'environ 100kms) avec différents modes de conduite représentatifs d'un usage « classique »

GES : Gaz à effet de serre : CO<sub>2</sub> + équivalent CO<sub>2</sub> du CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O

PN<sub>23</sub> : nombre de particules > 23nm soit ici entre 130 et 150 milliards de particules/km (15 \* 10 puissance 10 = 150 milliards)

PN<sub>10</sub> : nombre de particules > 10nm soit ici entre 140 et 250 milliards de particules/km

HEV : Hybride non rechargeable

PHEV CD : PHEV avec départ batterie pleine

PHEV CS . PHEV avec départ batterie vide donc en mode hybride simple

# IFPEN Usages



Emissions de CO2 projetées sur les usages



## **Bilan BMW 225xe**



- 2019 : remplace le métro et le TGV (grèves)
- 2020 : Usage ville (charge dès que possible) route à 110, autoroute : 6,13l/100 + 2,75 kWh/100
- 1935 kms Lorient-Paris-Chamonix-Paris quasi sans recharge intermédiaire : 6,9 litres /100
- Véhicule sympa et ludique
- Coffre réduit, recharges (SP et électricité) incessantes, Coût par rapport à une 218d !!!

Année	Km	kWh	Bilan Annuel			Total	Conso/100	
			SP	kWh	SP		litres	kWh
			litres	€	€	€	litres	kWh
<b>2019*</b>	2916	38,67	218,15	10,34	348,81	359,16	7,48	1,326
<b>2020*</b>	13331	366,50	816,97	60,09	1187,88	1247,97	6,13	2,749
<b>2019-20</b>	16247	405	1035	70	1537	1607	6,37	2,494

**\* Novembre & décembre 2019, puis de janvier à fin septembre 2020**

## Bilan 3008 Hybride



Année	Km	kWh	Bilan Annuel				Total €	Conso/100	
			SP		kWh	SP		litres	kWh
					€	€			
<b>2020</b>	3716	249,68	215,87		51,03	307,59	358,62	5,81	6,719

### ➤ Comparaison BMW 225xe

Année	Km	kWh	Bilan Annuel				Total €	Conso/100	
			SP		kWh	SP		litres	kWh
					€	€			
<b>2019*</b>	2916	38,67	218,15		10,34	348,81	359,16	7,48	1,326
<b>2020*</b>	13331	366,50	816,97		60,09	1187,88	1247,97	6,13	2,749
<b>2019-20</b>	16247	405	1035		70	1537	1607	6,37	2,494

**\* Novembre & décembre 2019, puis de janvier à fin septembre 2020**





---

**Acheter un PHEV or Not ?**

## Achetez un PHEV or not ?

- Combien de temps gardez vous un véhicule ?
  - 3 ou 4 ans : client rêvé du concessionnaire avec LOA
  - Jusqu'à la corde ...
- Usage & kms/an : ville, route, autoroute ?
- Interdiction des thermiques en ville ?
  - Vous y croyez ? En 2030 ? Après ? Avant ?
  - Avez-vous un intérêt pour un Privilège type voie de covoiturage, de parking ou autre ???
- PHEV: méditer pour le modèle convoité
  - Réservoir, coffre & traction réduits
  - Pas de possibilité de roue de secours
  - Des câbles, des câbles ...
- Economiser le CO2 ? Vraiment ?



## Achetez un PHEV or not ?



	Réservoir (litres)	Coffre (litres)	Attelage (kg)
<b>Renault Captur PHEV E-tech</b>	<b>39</b>	<b>265 à 379</b>	<b>750</b>
<b>Renault Captur TCe 100/GPL</b>	<b>48+GPL32</b>	<b>422 à 536</b>	<b>1200</b>
<b>BMW 225xe PHEV</b>	<b>36</b>	<b>400</b>	<b>0</b>
<b>BMW 218d</b>	<b>51</b>	<b>468</b>	<b>1300</b>
<b>Peugeot 3008 225 PHEV</b>	<b>43</b>	<b>395</b>	<b>1310</b>
<b>Peugeot 3008 130 BlueHdi BVM</b>	<b>53</b>	<b>520</b>	<b>1500</b>
<b>Kia Ceed SW PHEV</b>	<b>37</b>	<b>437</b>	<b>1300</b>
<b>Kia Ceed SW 1L6 CRDI</b>	<b>50</b>	<b>625</b>	<b>1500</b>

Données constructeurs

SUV BMW X1 : traction de 750kg en PHEV versus 1700 kg pour la version diesel

## UE JRC 20/09/2020 : Etude EDGAR



- <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/71b9adf3-f3dc-11ea-991b-01aa75ed71a1>
- Population Monde 1990/2019 : 5,3 Mds/ 7,7Mds soit +40%
- Egypte 1990 : 57 Mhab ... 2019 : 101Mhab
- France 1990 : 57 Mhab ... 2019 : 66 Mhab
- CO2/habitant Monde 1990/2019 : 4,2/4,9 tonnes soit +15%

CO2/habitant en tonnes	1990	2019	Delta
<b>Pays Bas</b>	<b>10,771</b>	<b>9,2</b>	<b>-15%</b>
<b>Norvège</b>	<b>8,788</b>	<b>8,886</b>	<b>+1,1%</b>
<b>RFA</b>	<b>12,9</b>	<b>8,523</b>	<b>-34%</b>
<b>France</b>	<b>6,783</b>	<b>4,807</b>	<b>-29%</b>

Février 2021

Hervé Layec

76

Norvège et Pays Bas : 2 pays qui favorisent le véhicule électrique ... mais qui émettent par habitant 1,9 fois ce qu'émet un Français

Idem en Allemagne en dépit de 35% de production électrique éolienne et solaire mais avec en face autant de production au charbon et lignite !!!

Pays-Bas 1990 : 10,771 tonnes de CO2/habitant/an

Pays-Bas 2019 : 9,2 tonnes soit - 15% sur la période 1990-2019 ; parc 100k PHEV et 200k BEV au 31/12/2020, 25% ventes en 2020 : pop 17M soit 1/4 France

Norvège 1990 : 8,788 tonnes de CO2/habitant/an

Norvège 2019 : 8,886 tonnes soit +1,1 % sur la période 1990-2019 ; ventes 2020 : 55% de BEV et 20% des ventes en PHEV

Allemagne 1990 : 12,9 tonnes de CO2/habitant/an,

Allemagne 2019 : 8,523 tonnes soit - 34 % sur la période 1990-2019

France 1990 : 6,783 tonnes de CO2/habitant/an,

France 2019 : 4,807 tonnes soit - 29% sur la période 1990-2019

Donc en 2019 France = 43% du CO2/habitant de l'Allemagne, 46% de la Norvège et 47% des Pays Bas

		2019				2019	
		CO2 par Habitant	Ratio /			CO2 par Habitant	Ratio /
		Tonnes	France			Tonnes	France
1	Luxembourg	16,3	3,39	15	Grèce	5,9	1,23
2	Estonie	14,2	2,95	16	Italie	5,6	1,16
3	Tchéquie	9,9	2,07	17	Espagne	5,6	1,16
4	Pays-Bas	9,1	1,90	18	Hongrie	5,5	1,15
5	Belgique	9,0	1,88	19	UK	5,5	1,13
	Norvège	8,9	1,85	20	Danemark	5,4	1,12
6	Allemagne	8,5	1,77		Monde	4,9	1,03
7	Pologne	8,4	1,74	21	Lituanie	4,8	1,00
8	Autriche	8,3	1,72	22	France	4,8	1,00
9	Finlande	7,8	1,62	23	Portugal	4,7	0,98
10	Irlande	7,5	1,57	24	Croatie	4,6	0,96
11	Slovénie	7,4	1,54		Suisse	4,6	0,95
12	Slovaquie	6,6	1,37	25	Suède	4,5	0,93
	EU27+UK	6,5	1,35	26	Lettonie	4,4	0,91
13	Bulgarie	6,2	1,29	27	Roumanie	4,0	0,84
14	Chypre	6,2	1,29	28	Malte	2,4	0,50
	N. Zélande	8,1	1,68		Russie	12,5	2,59
	Chine	8,1	1,69		Corée du sud	12,7	2,64
	Japon	9,1	1,89		U.S.A.	15,5	3,22

Février

77

Algérie 1900 : 5 M hab 1962 : 12Mhab 1990 : 26Mhab et 2,6t/hab 2019 : 42Mkab et 4,2t/hab

France métropolitaine 1900 : 40 Mhab 1990 : 57Mhab et 6,8t/hab 2019 : 65Mhab et 4,8 t/hab

Egypte ; 1990 : 57Mhab et 1,6t/hab 2019 : 101Mhab et 2,5 t/hab

Iran 1990 : 56Mhab et 3,6 t/hab 2019 : 83 Mhab et 8,5 t/hab

Vietnam 1990 : 68Mhab et 0,3t/hab 2019 : 97Mhab et 3,1 t/hab

	MT= millions de tonnes	2019		1990		2019		2019	
		CO2/an MT	Par habitant Tonnes	Population Million	CO2/an MT	Par habitant Tonnes	Population Million	vs 1990 par habitant	% CO2 Monde
	<b>Monde</b>	<b>38017</b>	<b>4,9</b>	<b>7708</b>	<b>22683</b>	<b>4,3</b>	<b>5328</b>	<b>16%</b>	
1	Chine	11535	8,1	1420	2405	2,1	1172	296%	30,34%
2	USA	5107	15,5	329	5065	20,1	253	-23%	13,43%
	<b>EU27+UK</b>	<b>3304</b>	<b>6,5</b>	<b>510</b>	<b>4409</b>	<b>9,2</b>	<b>477</b>	<b>-30%</b>	<b>8,69%</b>
3	Inde	2597	1,9	1369	600	0,7	870	175%	6,83%
4	Russie	1792	12,5	144	2394	16,2	148	-23%	4,71%
5	Japon	1154	9,1	127	1149	9,2	125	-1%	3,04%
6	Allemagne	703	8,5	82	1018	12,9	79	-34%	1,85%
7	Iran	702	8,5	83	205	3,6	56	133%	1,85%
8	Corée du Sud	652	12,7	51	271	6,3	43	101%	1,72%
9	Indonésie	626	2,3	270	164	0,9	181	160%	1,65%
10	Arabie Saoudite	615	18,0	34	173	10,6	16	70%	1,62%
11	Canada	585	15,7	37	453	16,4	28	-4%	1,54%
12	Afrique du Sud	495	8,5	58	312	8,3	38	2%	1,30%
13	Mexique	485	3,7	132	291	3,4	85	8%	1,28%
14	Bresil	478	2,3	212	228	1,5	149	47%	1,26%
15	Turquie	416	5,0	83	150	2,8	54	80%	1,09%
16	Australie	433	17,3	25	278	16,3	17	6%	1,14%
17	UK	365	5,5	67	588	10,3	57	-47%	0,96%
18	Italie	332	5,6	59	420	7,5	57	-26%	0,87%
19	Pologne	318	8,4	38	371	9,8	38	-15%	0,84%
20	<b>France Métropolitaine</b>	<b>315</b>	<b>4,8</b>	<b>65</b>	<b>386</b>	<b>6,8</b>	<b>57</b>	<b>-29%</b>	<b>0,83%</b>
21	Vietnam	305	3,1	97	21	0,3	68	957%	0,80%
22	Kazakhstan	277	14,9	19	251	15,2	17	-2%	0,73%
23	Taiwan	277	11,7	24	124	6,1	20	90%	0,73%
24	Thaïlande	275	4,0	69	93	1,7	57	141%	0,72%
25	Espagne	259	5,6	46	230	5,9	39	-5%	0,68%
26	Malaisie	249	7,7	33	57	3,2	18	140%	0,65%
27	Egypte	255	2,5	101	91	1,6	57	58%	0,67%
28	Pakistan	224	1,1	205	65	0,6	108	77%	0,59%
29	E.A.U.	223	23,0	10	57	30,6	2	-25%	0,59%
30	Ukraine	196	4,5	44	783	15,2	51	-70%	0,52%
31	Pays-Bas	156	9,2	17	161	10,8	15	-15%	0,41%



78

Moralité : les pays en développement se développent ... leur population augmente ... fortement

➔ Le réchauffement climatique est donc inéluctable

Les efforts demandés aux français en matière de CO2 automobile n'y changeront pas grand-chose

sauf peut-être à amener les Bonnets Rouges ou les Gilets Jaunes de nouveau dans la rue

## Economiser le CO2 ?



Top emitting countries	Global share	Change between 2018 and 2019	Average annual % change since 2015
China	30.3%	3.4%	2.0%
United States	13.4%	-2.6%	-0.7%
EU27+UK	8.7%	-3.8%	-1.4%
India	6.8%	1.6%	3.2%
Russia	4.7%	-0.8%	0.9%
Japan	3.0%	-2.1%	-1.5%
Iran	1.8%	3.4%	3.0%
South Korea	1.7%	-3.2%	0.5%
Indonesia	1.6%	8.0%	6.2%
Saudi Arabia	1.6%	1.5%	0.4%
Canada	1.5%	-1.4%	-0.1%
South Africa	1.3%	1.5%	0.9%
Mexico	1.3%	-1.6%	-0.3%
Brazil	1.3%	-0.4%	-2.1%
Australia	1.1%	4.2%	1.8%
Turkey	1.1%	-1.5%	3.5%
International shipping	1.9%	2.4%	2.6%
International aviation	1.7%	3.6%	4.3%

Evolution ... depuis les accords de Paris qui dans la pratique ne préoccupent pas grand monde hormis les pays développés Européens et dans une moindre mesure les USA



Bye

Je rentre à la maison en Benz MotorWagen à pétrole de ... 1886 ...

Donc née 5 ans après le premier véhicule électrique de Gustave Trouvé

19 Avril 1881 : le premier véhicule électrique roule rue de Valois à Paris ; il résulte de la combinaison

- de la batterie de Gaston Planté améliorée en 1881 par Camille Faure
- de l'existence du moteur électrique développé par Siemens & amélioré par Gustave Trouvé.

Cf. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Gustave\\_Trouv%C3%A9](https://fr.wikipedia.org/wiki/Gustave_Trouv%C3%A9)