[World Automotive Powertrain Outlook 2023]

RESTITUTION DES RÉSULTATS - EUROPE

2023.06.07 - *RÉVISION 2024.02.02*

BDO

SCOPE

[Périmètre d'étude]

5 principaux pays – Allemagne, Espagne, France, Italie et Royaume-Uni
+ Reste de l'Europe (*couvrant globalement EU-27 + Norvège, Suisse*)

2 scénarios pertinents - Green Constraint et Green Growth

CONFIDENTIAL – DO NOT SHARE

SOMMAIRE

1. Synthèse des hypothèses

- Dimensionnement & coût powertrain H2
- Matrices d'autorisation
- Panorama prix des énergies

2. Résultats

CONFIDENTIAL – DO NOT SHARE

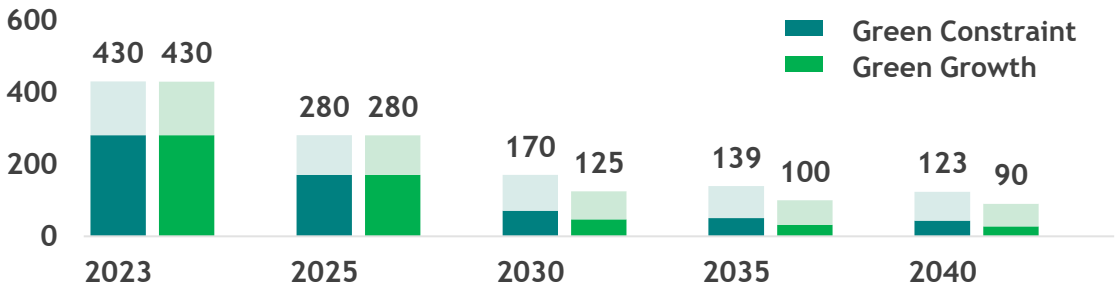
(RE)DIMENSIONNEMENT ET COÛTS DES COMPOSANTS FUEL CELL

Powertrain	Segment	Battery Size (kWh)	H2 Power (kW)	Weight H2 (kg)
FCEV	K1	2,3	100,0	7,0
PHFCEV Low	K1	11,5	45,0	5,1
PHFCEV High	K2	33,0	30,0	6,5
FCEV	D Low	1,5	110,0	5,6
PHFCEV Low	D Low	18,0	45,0	4,0
PHFCEV High	D Low	43,0	26,5	5,0

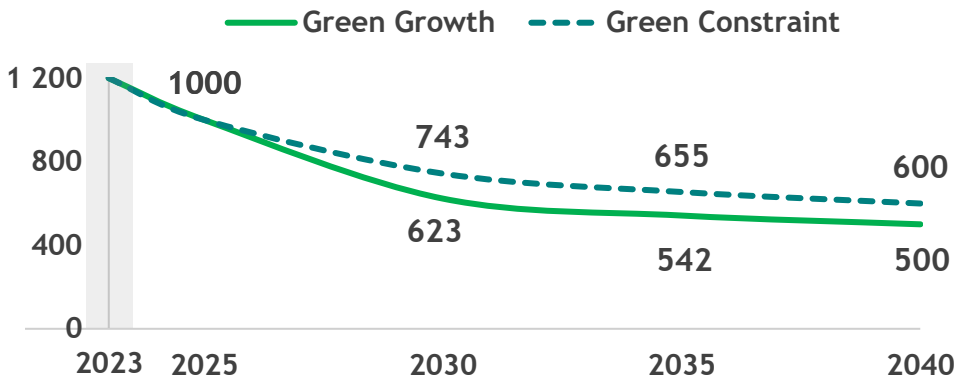
- L'architecture PHFCEV a été alignée sur l'offre existante, avec 2 déclinaisons Low et High en référence à l'autonomie fournie par la batterie
- Les coûts de l'ensemble des composants ont été mis à jour
- Le prix du powertrain est désormais celui du BEV Very High

Coût e-PWT BEV V.High + Coût Batterie + Coût système Fuel Cell + Coût système réservoir H2

Coût système Stack + BOP (€/kW)



Coût système réservoir H2 (€/kg)



FCEV = Fuel Cell Electric Vehicle
PHFCEV = Plug-in Hybrid Fuel Cell Electric Vehicle

CONFIDENTIAL - DO NOT SHARE

REVUE DES MATRICES D'AUTORISATION

H2

- Le **PHFCEV High** sera d'abord seulement disponible sur le segment **K2** en 2023 ; puis l'offre sera étendue aux segments **D, K1 et PU** à partir de 2026
- Le **PHFCEV Low** sera initialement disponible sur le segment **K1** en 2023 ; par la suite, elle sera également étendue aux segments **D, K2 et PU** à partir de 2026

BEV

- L'offre **BEV High** dans le segment **A** est ouverte dès 2022

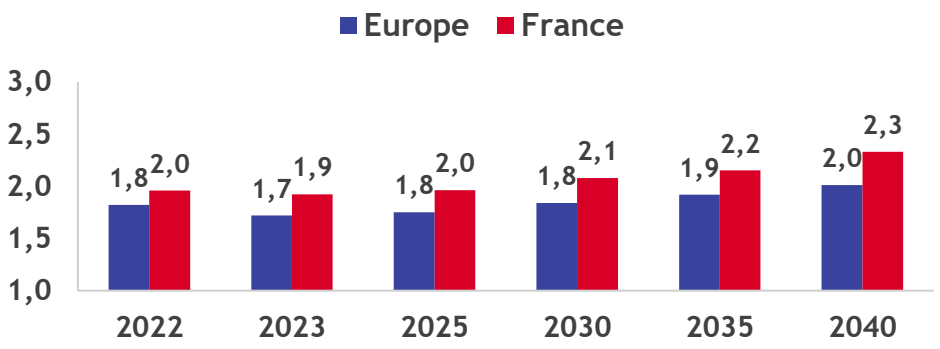
Fiat 500e : 185 km ~ 320 km
Volkswagen e-up! : 150 km ~ 320 km

* Source : https://www.iea.org/policies/14787-petrol-and-diesel-car-phase-out

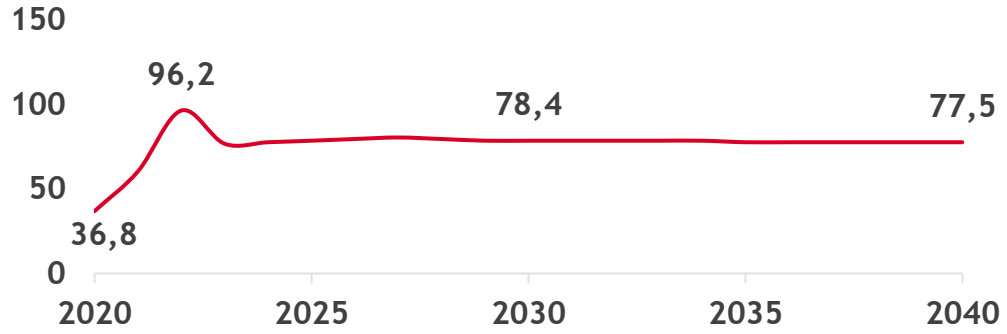
CONFIDENTIAL - DO NOT SHARE

PRIX DES ENERGIES – CARBURANTS STANDARDS

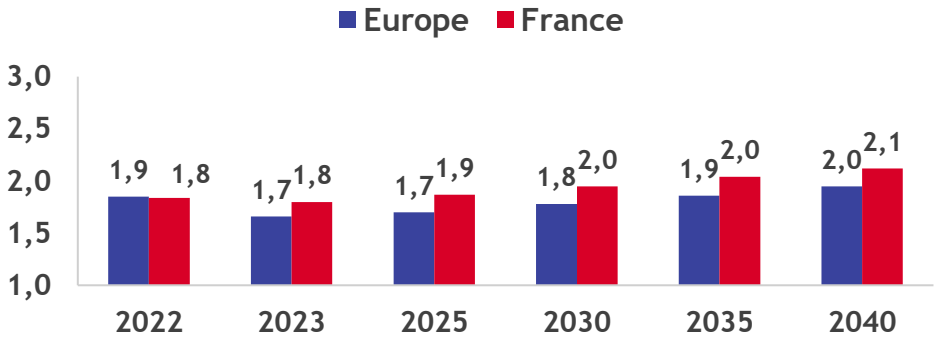
Evolution du prix de l'essence (€/L)



Evolution du prix du pétrole (€/baril)



Evolution du prix du diesel (€/L)

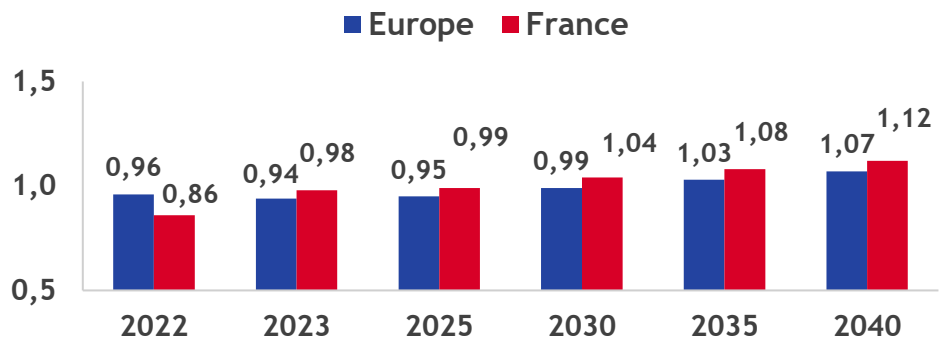


Prix du pétrole & taxes, composantes principales

- Sur la base des dernières revues de projections, le prix du pétrole devrait **se stabiliser** à long terme
- Parallèlement, on estime que les pays européens **augmenteront** progressivement **les taxes** sur les carburants émettant du carbone pour dissuader l'utilisation des véhicules à moteur thermique
- Différenciation des scénarios Green :
  les taxes sur les carburants seront **plus élevées** pour **Green Growth**, avec une augmentation plus notable à partir de 2030
- Pour **Green Growth**, les prix des carburants essence et diesel en 2035 atteignent 2,5€ et 2,4€ pour l'Europe vs 2,9€ et 2,6€ pour la France, respectivement

PRIX DES ENERGIES - GAZ

Evolution du prix du LPG (€/L)



- Green Constraint : une augmentation de **14%** d'ici à 2040
- Green Growth : une augmentation de **35%** jusqu'à 2040, en raison de la contribution plus importante du LPG aux émissions de carbone.

Evolution du prix du CNG (€/kg)

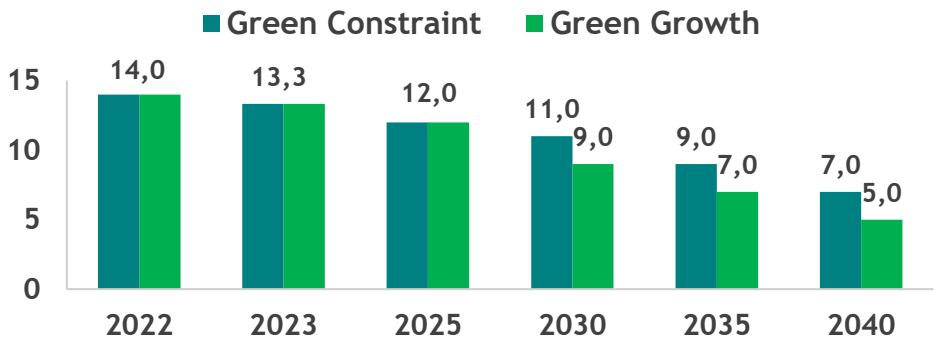
2,3 €/kg

2,9 €/kg

- Green Constraint : prix **constant** jusqu'à 2040
- Green Growth : une croissance linéaire atteignant +**20%** en 2040

PRIX DES ENERGIES - H2 VERT

Evolution du prix H2 vert (€/kg)

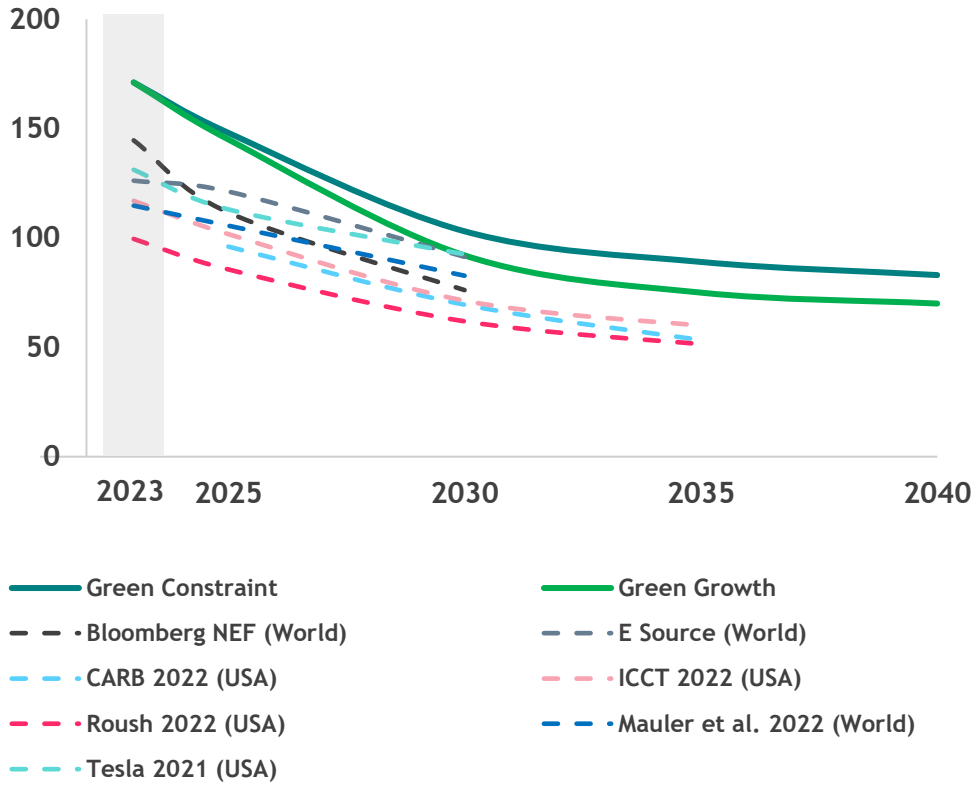


- Les coûts de **production de l'hydrogène vert** diminueront au fil du temps en raison de la baisse continue des coûts de production des énergies renouvelables, des économies d'échelle, des enseignements tirés des projets en cours et des avancées technologiques

CONFIDENTIAL - DO NOT SHARE

FOCUS COMPOSANT – PRIX DU PACK DE BATTERIE

Evolution du prix du pack batterie (€/kWh)



- Le prix des batteries connaît une tendance à la baisse à long terme, principalement en raison de l'économie d'échelle résultant d'une production plus importante de batteries combinée à la (re)localisation de la production sur le territoire européen
- En comparaison, Bloomberg NEF note des prix en Europe en moyenne 7% plus élevés qu'aux USA

CONFIDENTIAL – DO NOT SHARE

BONUS/MALUS SUR LES VÉHICULES DU G5 – VP

Emissions CO2	2023	2030	2040
214	25 349	60 000	60 000
199	14 273	47 672	60 000
169	2 918	17 490	60 000
149	450	7 086	47 672
117	0	898	17 490
97	0	0	7 086
72	0	0	1 386
52	0	0	190
37	0	0	0
20	5 000	0	0
0	5 000	0	0

Emissions CO2	2023	2030	2040
200	0	0	0
175	0	0	0
150	0	0	0
120	0	0	0
100	0	0	0
70	0	0	0
50	0	0	0
30	4 500	0	0
20	4 500	0	0
10	4 500	0	0
0	4 500	0	0

Emissions CO2	2023	2030	2040
200	1 600	4 500	9 500
175	1 100	2 000	7 000
155	0	1 600	5 000
130	0	1 600	4 000
100	0	1 100	3 000
75	0	0	1 600
50	2 000	0	1 100
30	2 000	0	0
20	3 000	0	0
10	3 000	0	0
0	3 000	0	0

Emissions CO2	2023	2030	2040
200	1565	3445	25349
175	1040	2265	25349
150	255	1460	4645
125	210	1065	3265
100	165	465	2060
75	30	325	1665
50	2 925	235	685
35	2 925	100	635
25	2 925	100	530
20	2 925	100	525
0	2 925	0	0

Emissions CO2	2023	2030	2040
200	420	560	760
175	226	460	660
150	128	226	560
125	62	151	460
100	10	83	226
75	0	30	151
50	4 000	0	83
30	4 000	0	40
20	4 000	0	20
10	4 000	0	0
0	4 000	0	0

Bonus Malus

- Les gouvernements soutiendront les véhicules à zéro émission avec des incitations à l'achat, tandis que les taxes sur les véhicules polluants augmenteront à l'avenir.
- Les pays du G5 appliquent **un malus** basé sur les émissions de CO2 lors de l'immatriculation, **la France étant la plus sévère.**
- Pour l'**Espagne**, les malus ont été calculés **en fonction de certains pourcentages** par rapport au prix d'un véhicule et non pas en fonction des émissions WLTP. Par conséquent, nous ne les avons pas répertoriés dans ce tableau.
- La modélisation WAPO 2023 a mis à jour les points de départ et suit la tendance à la hausse de la fiscalité.
- Les autres formes de taxation liées au **poids** et à la **cylindrée** des véhicules à moteur thermique **ne sont pas prises en compte.**

CONFIDENTIAL – DO NOT SHARE

BONUS/MALUS SUR LES VÉHICULES DU G5 – VUL

Emissions CO2	2023	2030	2040
214	0	0	0
199	0	0	0
169	0	0	0
149	0	0	0
117	0	0	0
97	0	0	0
72	0	0	0
52	0	0	0
37	0	0	0
20	6 000	0	0
0	6 000	0	0

Emissions CO2	2023	2030	2040
200	0	0	0
175	0	0	0
150	0	0	0
120	0	0	0
100	0	0	0
70	0	0	0
50	0	0	0
30	7 000	0	0
20	7 000	0	0
10	7 000	0	0
0	7 000	0	0

Emissions CO2	2023	2030	2040
200	0	0	0
175	0	0	0
155	0	0	0
130	0	0	0
100	0	0	0
75	0	0	0
50	4 000	0	0
30	4 000	0	0
20	4 000	0	0
10	4 000	0	0
0	4 000	0	0

Emissions CO2	2023	2030	2040
200	0	0	0
175	0	0	0
150	0	0	0
125	0	0	0
100	0	0	0
75	0	0	0
50	2 925	0	0
35	2 925	0	0
25	2 925	0	0
20	2 925	0	0
0	2 925	0	0

Emissions CO2	2023	2030	2040
200	0	0	0
175	0	0	0
150	0	0	0
125	0	0	0
100	0	0	0
75	0	0	0
50	4 000	0	0
30	4 000	0	0
20	4 000	0	0
10	4 000	0	0
0	4 000	0	0

- Les pays, généralement, créent de **stratégies spéciales** pour les véhicules à vocation commerciale pour **éviter un impact économique négatif**
- Les tendances sont donc : à court terme la **diminution de l'aide d'état** pour l'achat de véhicules à faibles émissions, mais pas d'**augmentation de la fiscalité** à long terme qui pourrait décourager le renouvellement de véhicules vieux plus polluants par exemple
- Il y a des pays qui prennent en compte le prix du véhicule pour définir le montant de Bonus : dans ce cas, on a pris le **véhicule le plus vendu** du segment comme **voiture de référence**

CONFIDENTIAL – DO NOT SHARE

SOMMAIRE

1. Synthèse des hypothèses

2. Résultats
- Vue d'ensemble Europe
- Revue dédiée G5
- Parc, Emissions CO2 & IRVE

CONFIDENTIAL – DO NOT SHARE

RAPPEL SUR LE MÉCANISME D'ARBITRAGE BEV VERY HIGH

Compatibilité Autonomie et Usage

- Rappel Mécanisme Existant :
  - Exemption de la contrainte de compatibilité entre l'autonomie et l'usage sur le BEV à plus haute autonomie
  - Dans quel cas : interdiction des véhicules thermiques ET pas d'autres options de motorisation disponibles hors BEV
  - Segments : A, B Bas, B Haut, C Bas, C Haut et F1
  - Dans tous les autres cas quand les motorisations H2 sont disponibles pour le segment, les usages les plus intensifs – kilométrages journaliers forts – ne seront toujours pas compatibles avec une mobilité électrique 100 % batterie
  - L'incompatibilité avec un usage intensif est le reflet d'une utilisation du véhicule qui ne peut pas être flexible dans ses conditions opérationnelles : temps de charge trop long, prix de la charge rapide prohibitif et difficulté à accéder à une infrastructure de recharge adaptée

CONFIDENTIAL – DO NOT SHARE

COMPARAISON DES OPTIONS DE MOTORISATIONS HYDROGÈNE

Architectures revues et corrigées, clés de lecture associées

- PHFCEV Low et High : Leviers de baisse de coûts
  - Une PAC +/- puissante qui bénéficie de la baisse forte de coûts de PAC dans le temps
  - Une batterie +/- grande qui bénéficie d'un prix attractif à l'achat à court terme vs PAC
  - Une baisse forte du coût d'usage avec un prix d'hydrogène qui diminue fortement dans le temps
  - Un prix stable et attractif de l'électricité, surtout dans certains pays

  PHFCEV Low est une architecture à t0 chère, mais qui devient moins chère dans un horizon court et moyen terme par les deux leviers : baisse du coût H2 et des composants d'un système PAC.

  En contrepartie, PHFCEV Low est une architecture qui ne pourra pas atteindre des baisses de coûts comparables au High car ni les batteries ni les prix d'électricité ne baissent autant que les hypothèses de coûts associés au H2.

  Note 1 : *N'est pas pris en compte, dans le choix entre les PHFCEV, la disponibilité des infrastructures pour un acheteur*
  En pratique si les bornes de recharge électrique se diffusent largement, le PHFCEV High a un écosystème plus favorable à son usage ; il faut ajouter à cela que la diffusion limitée des stations H2 est en plus défavorable au PHFCEV Low.

  Note 2 : *Le déploiement des architectures PHFCEV n'est pas limité à moyen-/long-terme au global*
  Il est considéré que l'offre / le marché pourra répondre à la demande estimée via le TCO.

- FCEV Full Power : toujours l'option la plus chère des architectures hydrogène

- Incertitudes fortes sur un développement de l'offre (PH)FCEV sur les segments VP D_bas/haut

CONFIDENTIAL – DO NOT SHARE

CLÉS DE LECTURE DES RÉSULTATS

Points spécifiques à prendre en compte

▶ Effet du prix des énergies

En 2023, on observe un retour à la quasi-normale des prix des énergies ; les prix des carburants fossiles essence et diesel sont équivalent aux niveaux d'avant crise d'Ukraine. Exception, l'électricité a gardé un prix élevé : le coût d'usage des véhicules électriques est avantageux, mais le rattrapage des prix des énergies après crise compense en partie cet avantage.

▶ Effet du ralentissement de la courbe de coûts de batteries

Le niveau actuel du prix de pack batteries ne reflète plus une baisse exponentielle mais plutôt une baisse plus linéaire qui ralentit dans le temps et se stabilise à 2040. Par rapport aux éditions passées, nous avons des cibles à long terme plus chères.

▶ Effet de l'extinction des subventions aux véhicules électriques

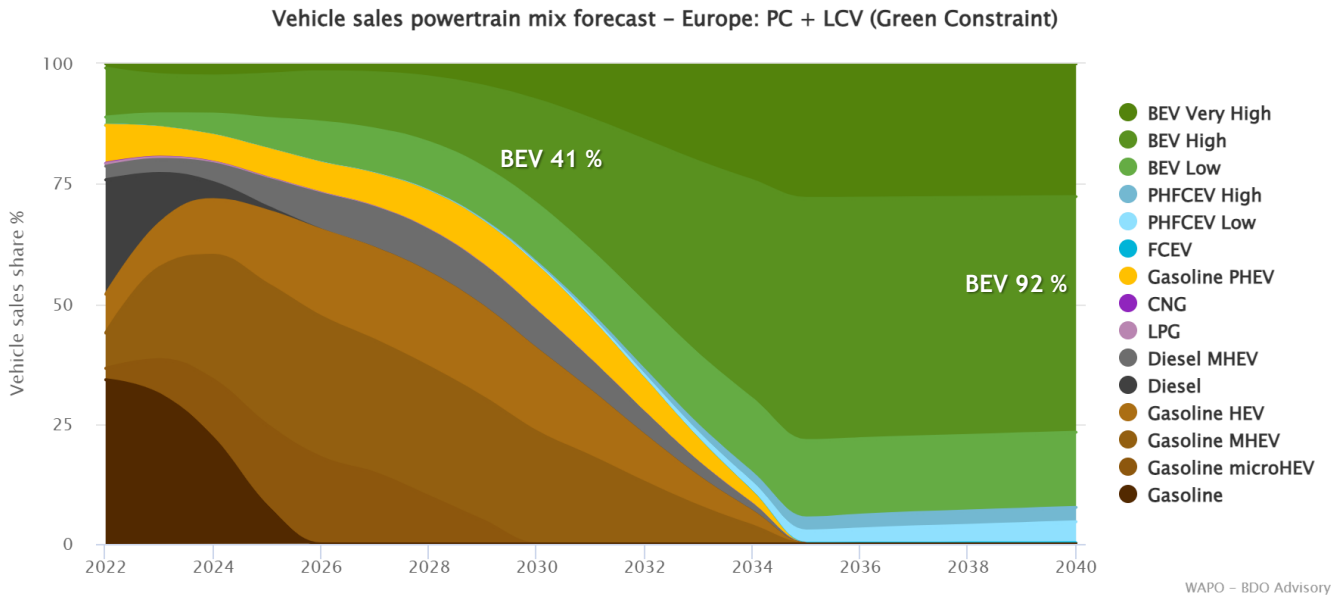
Les aides fiscales à l'achat de véhicules zéro et faible émission ne seront pas durables et ont vocation à disparaître une fois que les marchés passent massivement à l'électrique : exemple de la Norvège qui a déjà une part de BEV élevée.

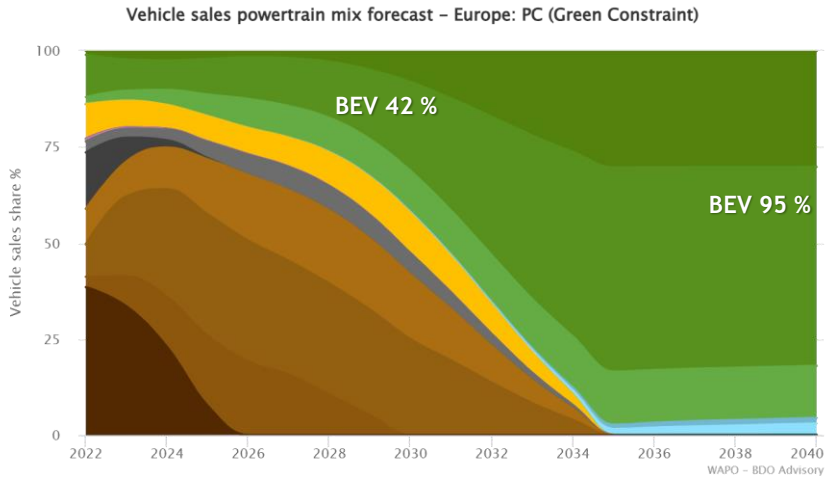
L'extinction de ces aides fiscales implique mécaniquement l'absence de réduction du prix d'achat de véhicule électrique et donc un TCO à l'achat moins attractif.

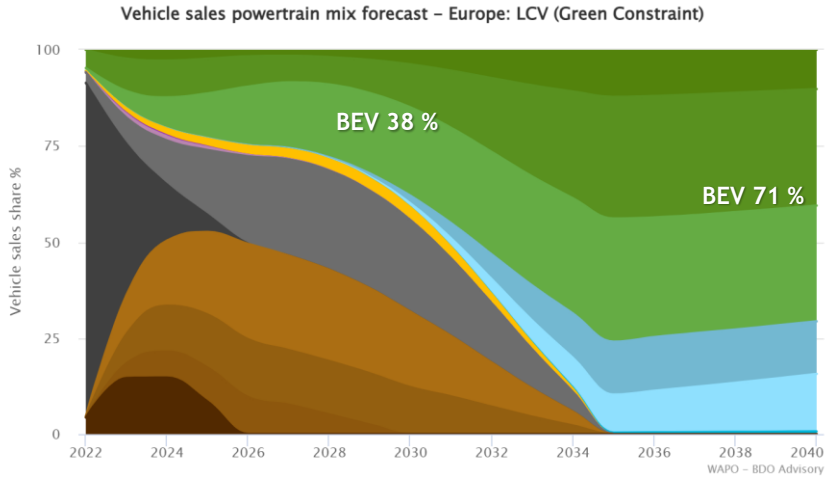
Note : *concernant le PHEV, le "utility factor" n'a pour l'instant pas été revu à la hausse, du fait des incertitudes sur l'évolution de la réglementation à venir ; dans la modélisation, cela permet donc encore un niveau de bonus significatif/élevé sur le court-terme qui est évidemment favorable à son déploiement.*

CONFIDENTIAL – DO NOT SHARE

EUROPE – LA CONTRAINTE DU ICE BAN 2035 EN POINT DE MIRE

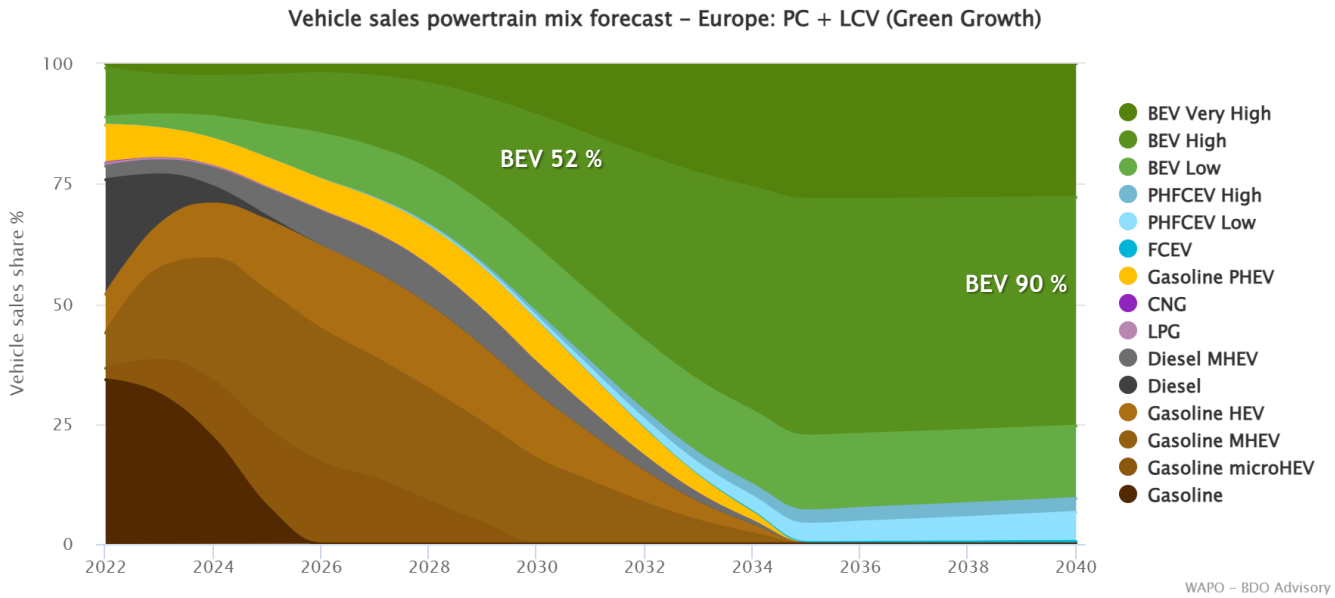


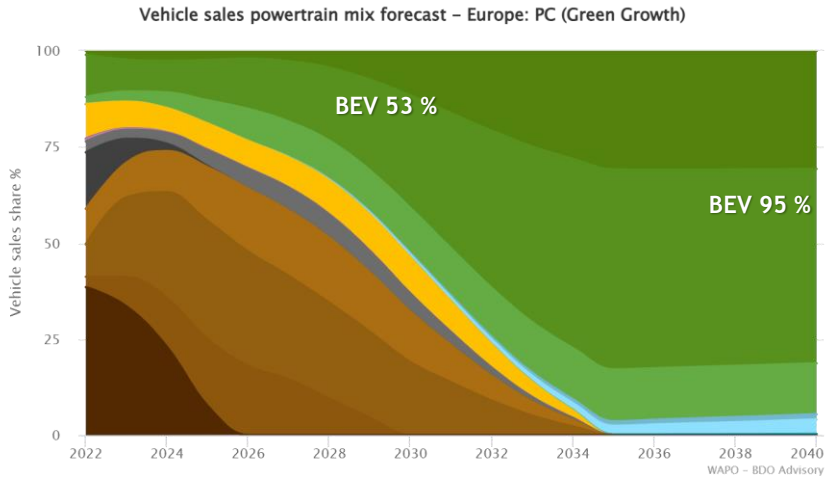


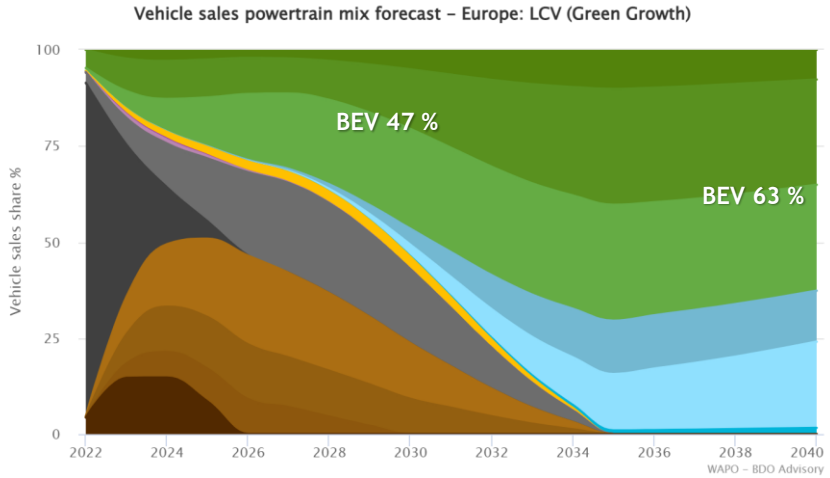


- Les véhicules électriques à batterie (BEV) en Europe connaissent une forte augmentation en raison de 2 leviers principaux suivants :
  1. Une politique plus restrictive pour les véhicules à moteur thermique dès 2026 (EURO7) suivie du ban complet en 2035
  2. Une baisse notable des coûts de composants de powertrains électrifiés

EUROPE – UNE PROSPECTIVE "GREEN" UN PEU PLUS AMBITIEUSE

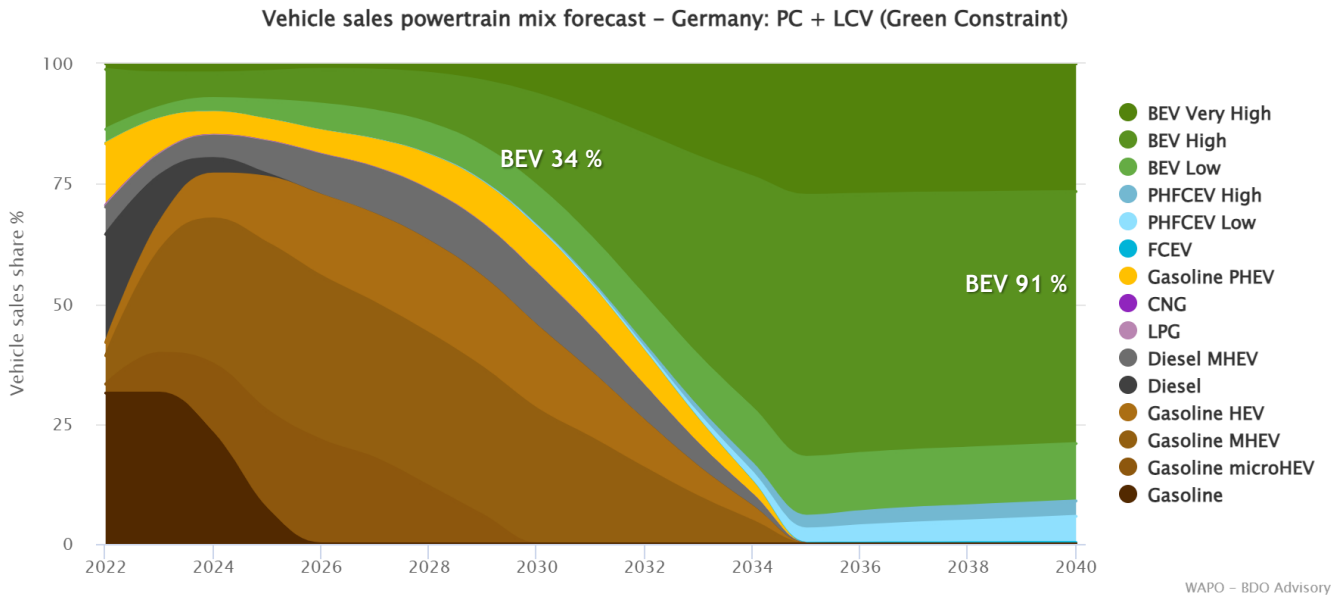


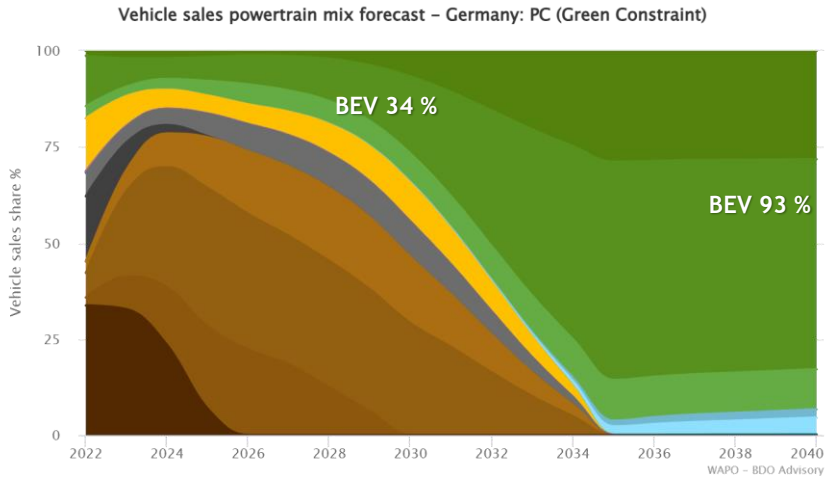


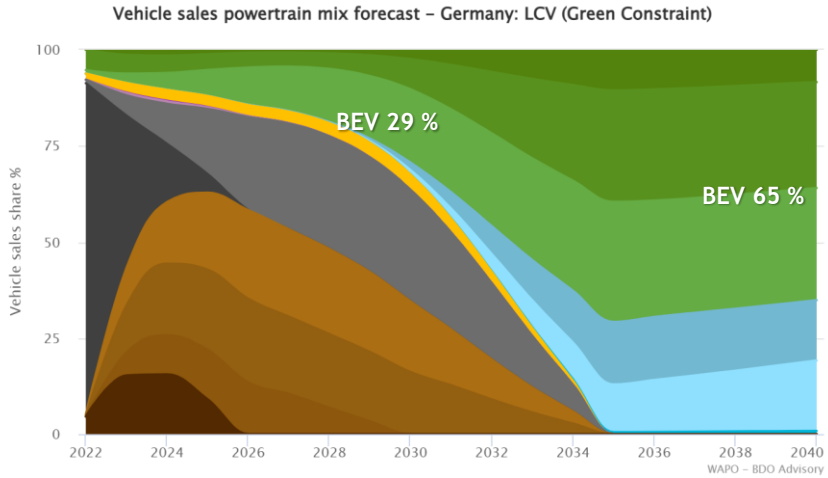


- Les véhicules à hydrogène connaissent un déploiement un peu plus rapide dans le scénario Green Growth du fait de conditions spécifiques :
  1. Une diminution légèrement plus rapide du prix de l'hydrogène, avec un atterrissage 2040 plus bas
  2. Des coûts significativement en baisse des powertrains Fuel Cell, rendant ces véhicules compétitifs par rapport aux autres options, surtout par rapport aux BEV après 2035

ALLEMAGNE – LA PERTINENCE DES PRODUITS HYBRIDES



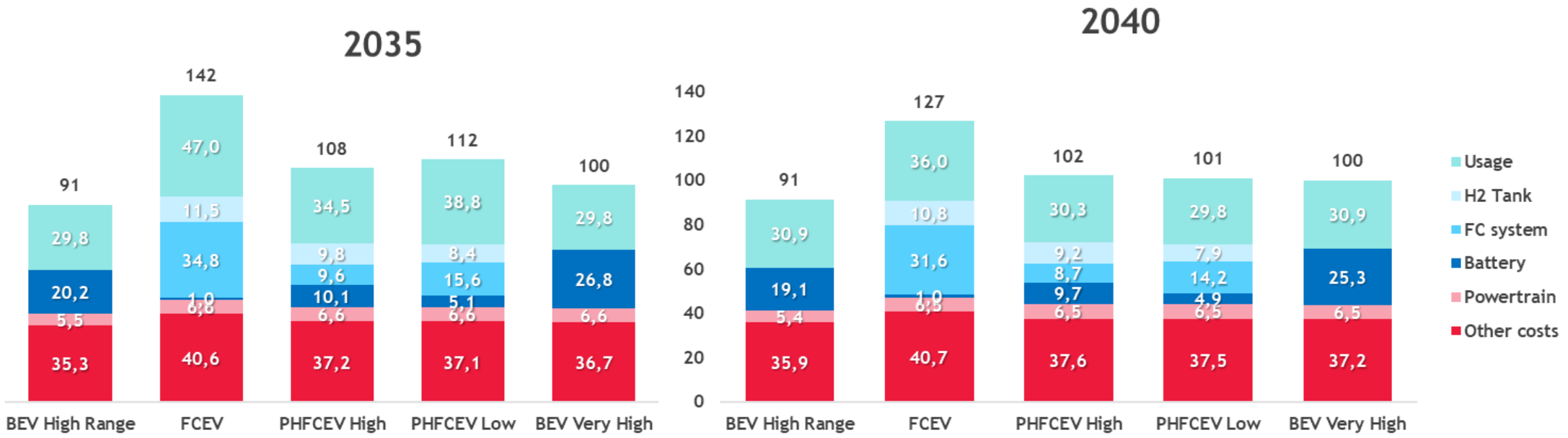




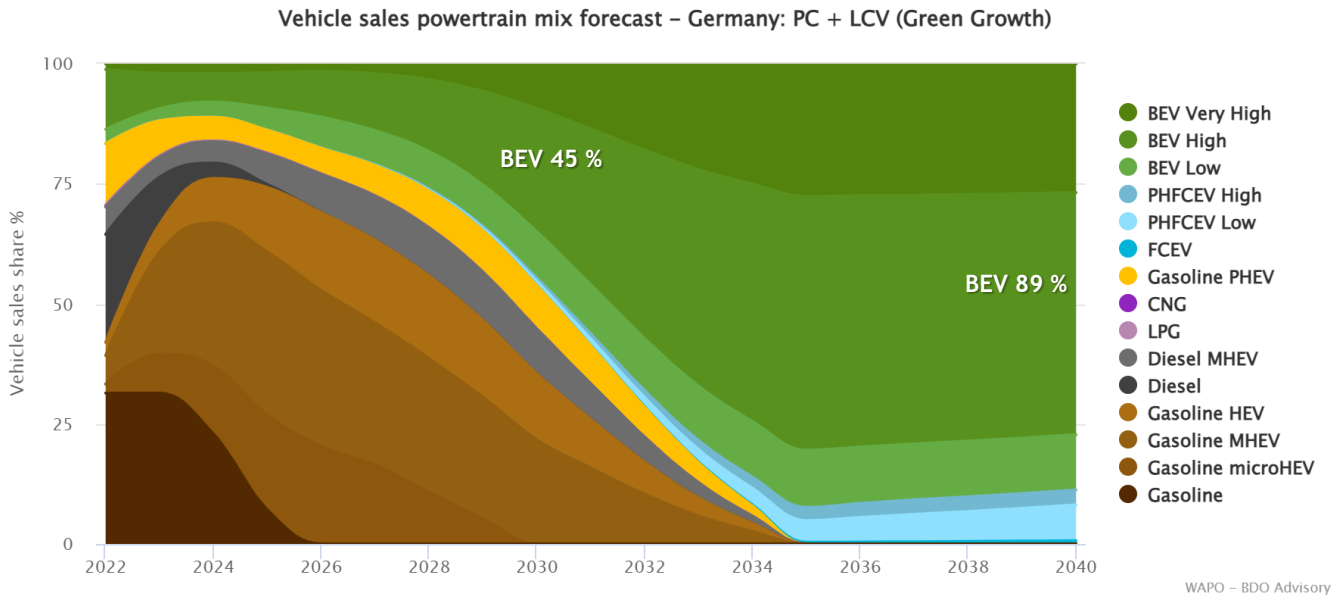
- En Allemagne, le TCO des véhicules hybrides – et notamment micro-/Mild-Hybrides – reste avantageux dans les années à venir du fait notamment d'une fiscalité très peu pénalisante, comblant le vide laissé par les véhicules sans hybridation qui disparaissent de l'offre à partir de 2026
- La pénétration des BEV connaîtra une progression relativement lente au début en raison du retrait progressif des subventions, mais s'accélérera aux alentours de 2028

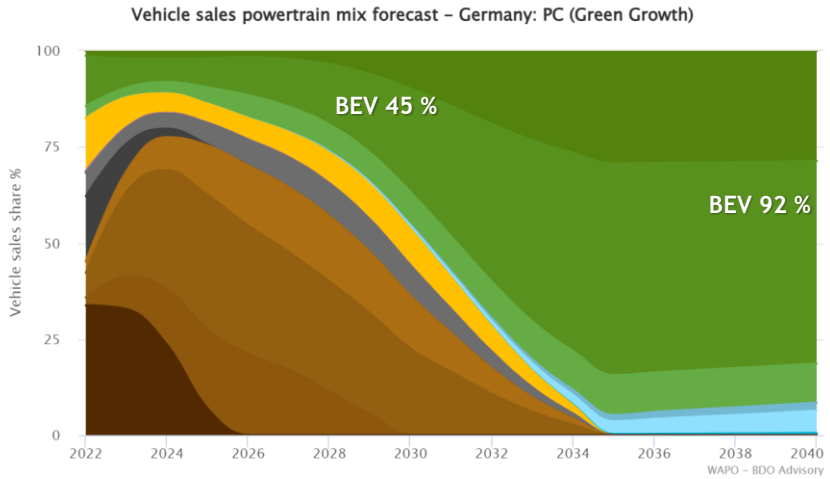
ALLEMAGNE – FOCUS : COMPARAISON TCO ENTRE BEV & FUEL CELL

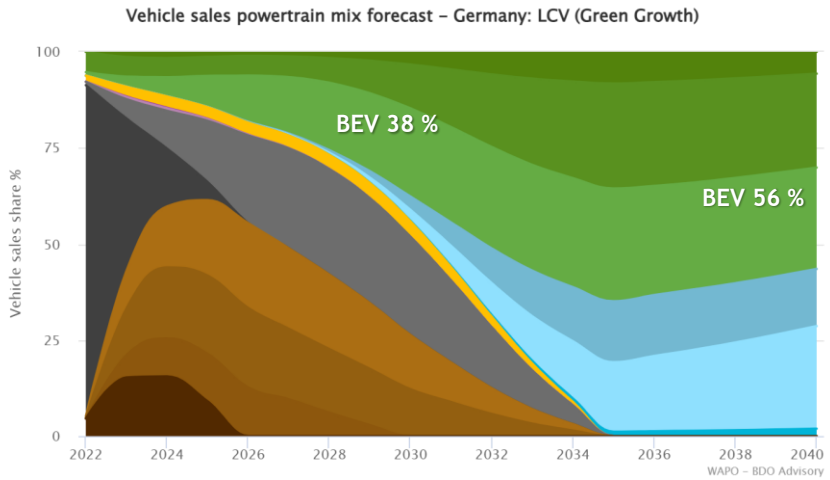
Segment K1 / base 100 / référence prise pour le BEV Very High Range



ALLEMAGNE – UNE PROGRESSION ZEV LOGIQUEMENT PLUS RAPIDE

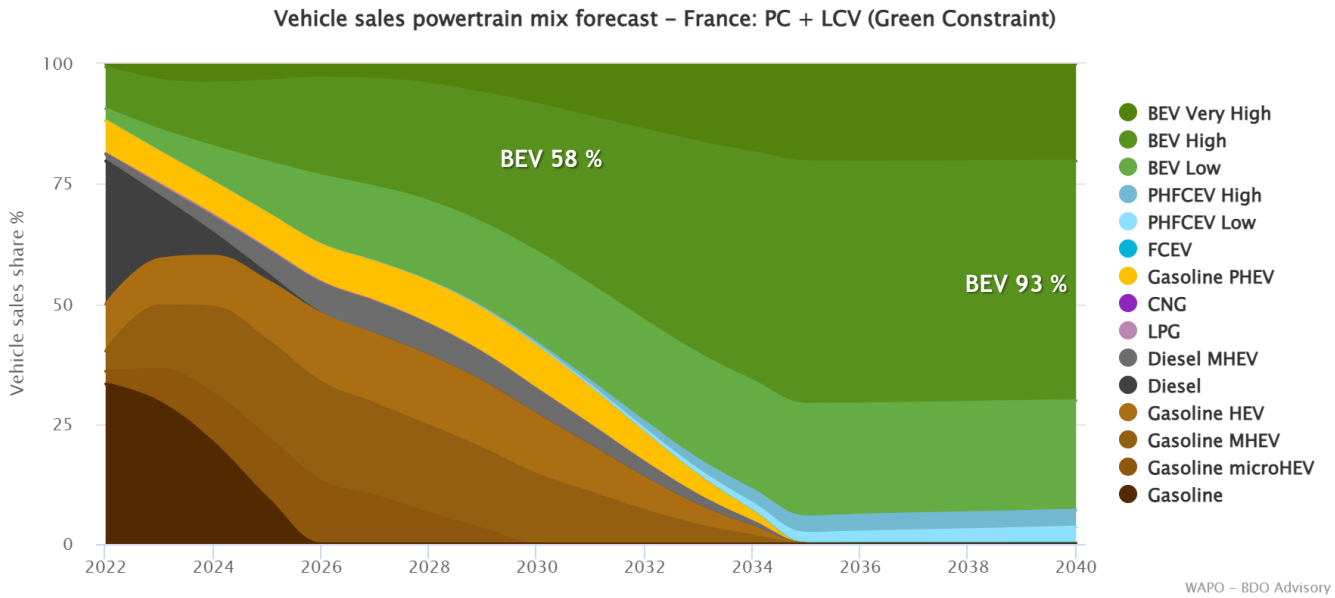


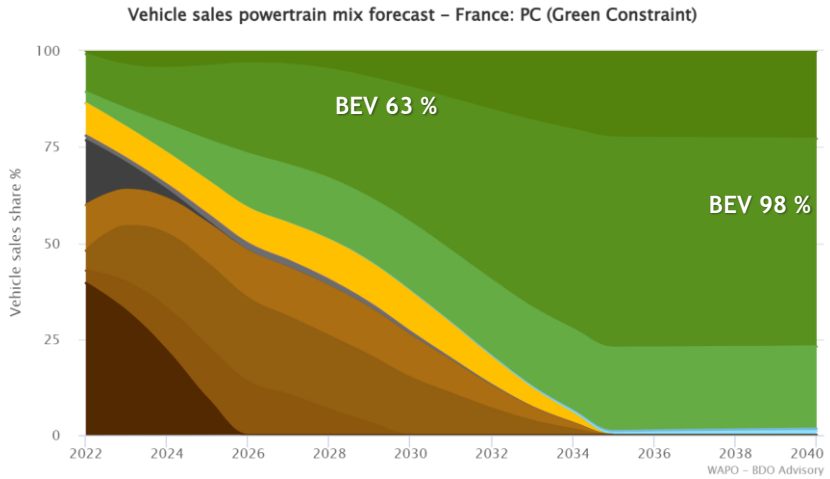


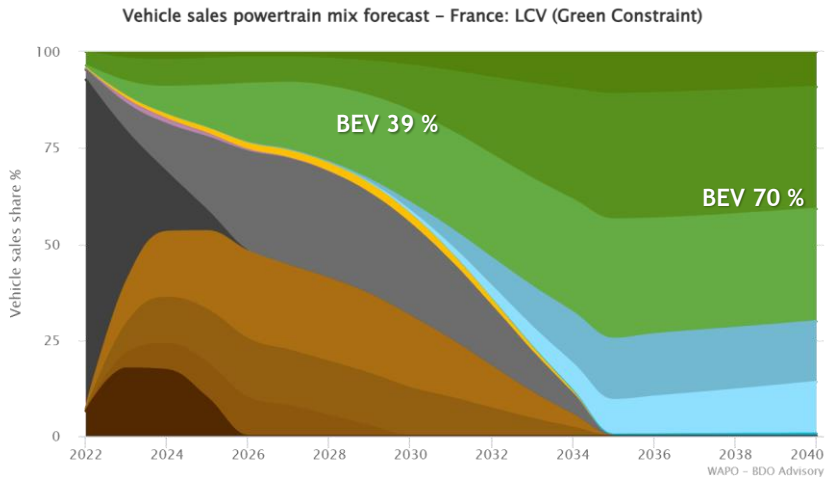


- La progression accélérée des BEV commence plus tôt que dans le scénario Green Constraint, grâce à un prix de l'électricité un peu plus avantageux qui permettra au TCO usage des BEV de devenir plus favorable plus tôt
- À horizon 2040, les schémas de coûts liés à l'hydrogène permettent un déploiement plus fort des powertrains correspondants, notamment le PHFCEV Low

FRANCE – UN CONTEXTE FAVORABLE À L'ÉLECTRIFICATION

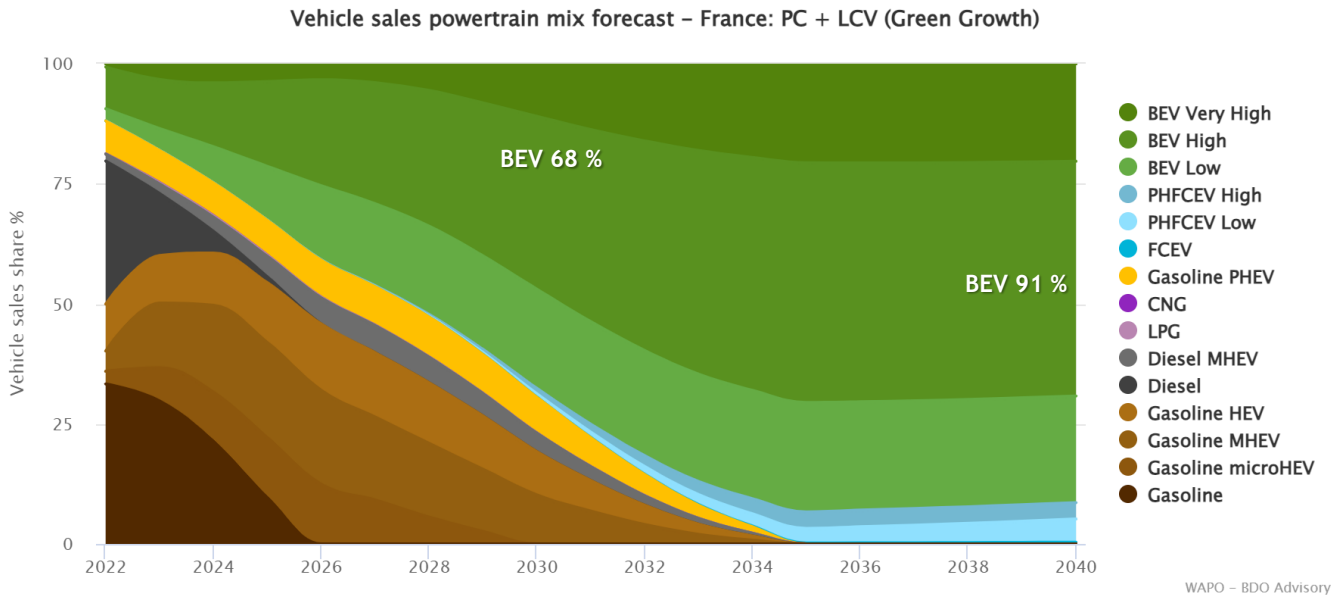


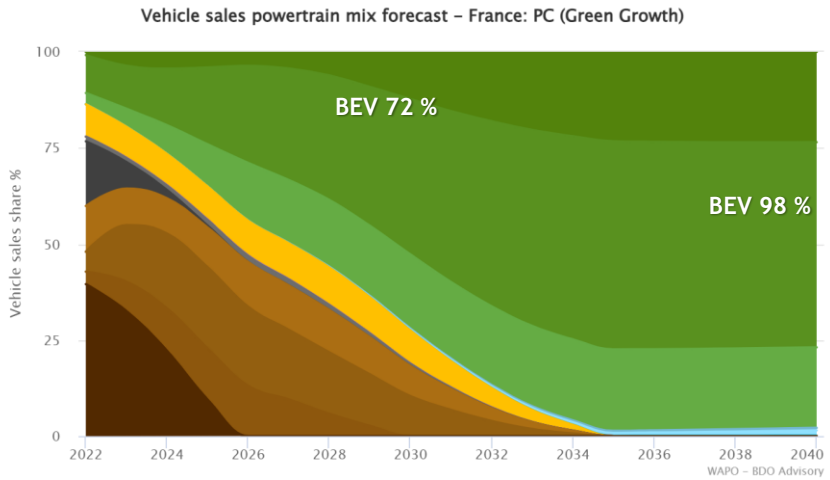


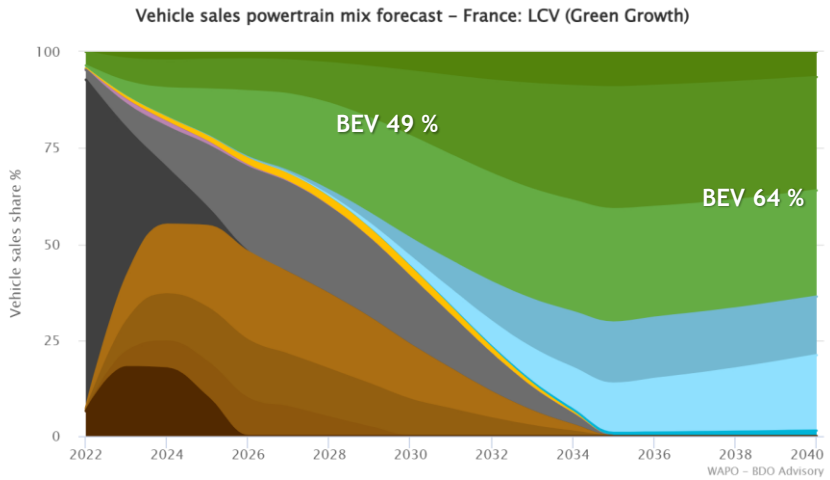


- En France, la pénétration des BEV devrait se produire plus rapidement que chez ses voisins européens en raison de 3 facteurs clés :
  1. Une fiscalité de plus en plus défavorable aux véhicules émettant du CO2
  2. Un prix attractif de l'électricité et des prix élevés des carburants fossiles
  3. Une fiscalité favorable aux véhicules électrifiés et surtout BEV
- Par conséquent pour les véhicules particuliers VP, les BEV prédominent dès 2029

FRANCE – À LONG TERME, LA CONCURRENCE ZEV EN DÉTAIL

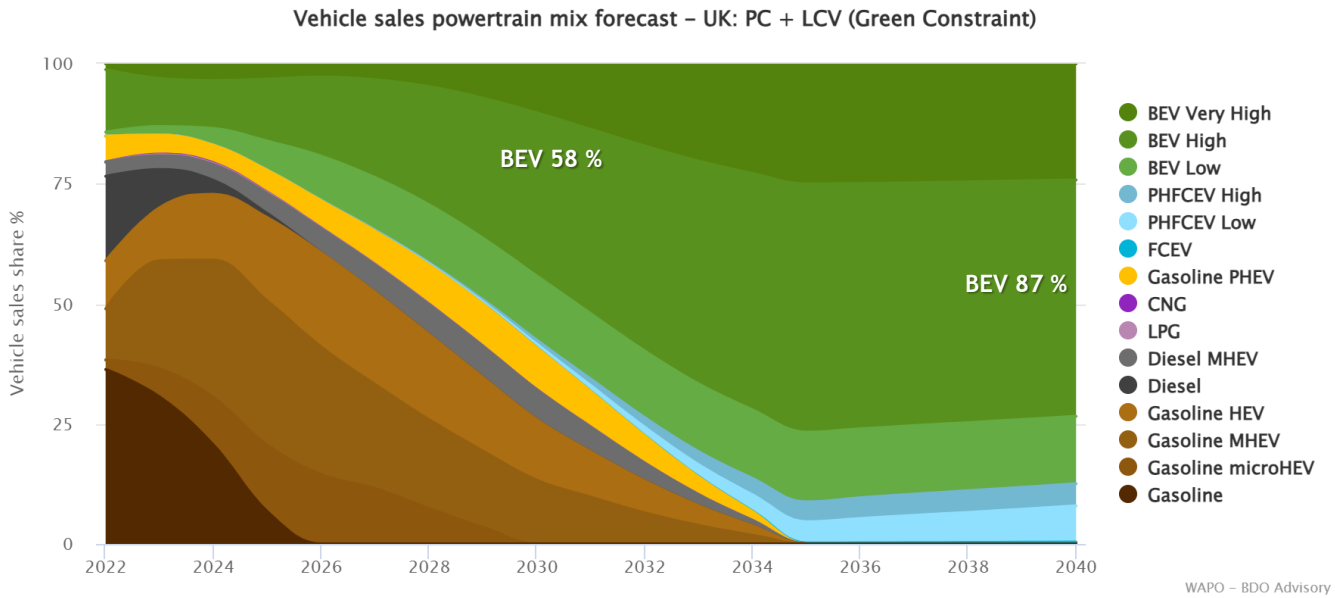


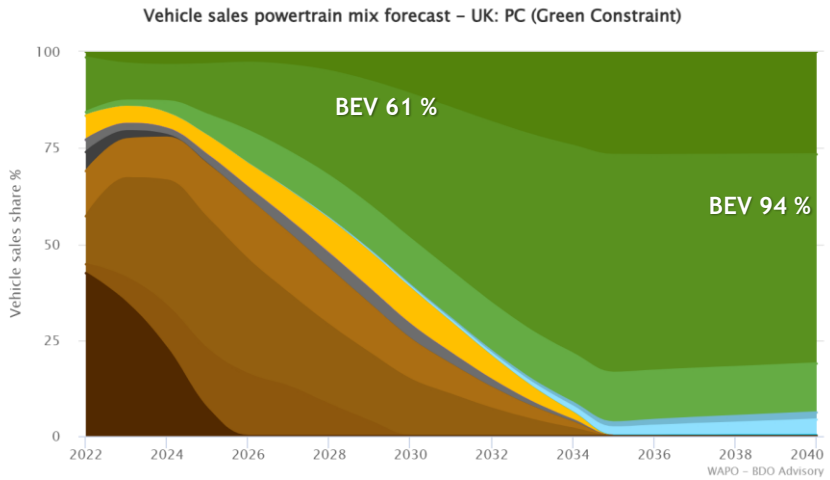


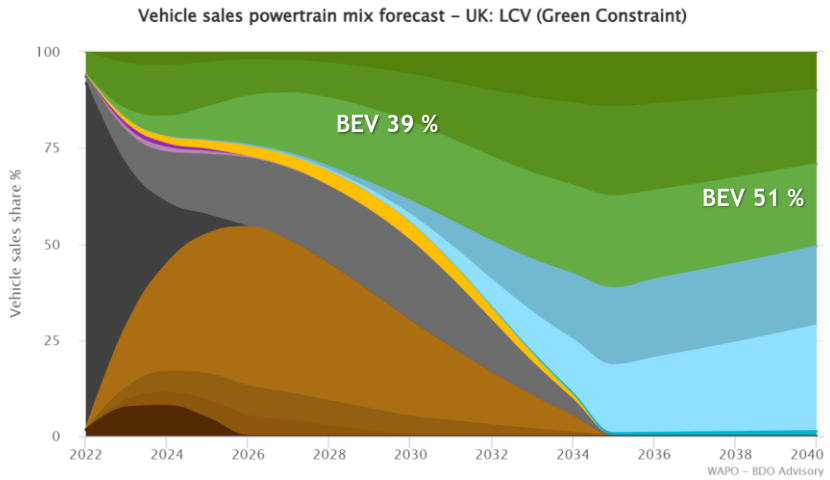


- Avec une baisse plus marquée des coûts des composants spécifiques dont notamment les batteries, l'adoption des véhicules à zéro émission s'accélère
- La part de marché des véhicules à hydrogène dans les segments VP est plus faible que la moyenne européenne, principalement en raison de segments D peu représentés et d'un prix d'électricité relativement plus bas

UK - UNE DYNAMIQUE BEV LINÉAIRE EN VUE DE L'ICE BAN 2035

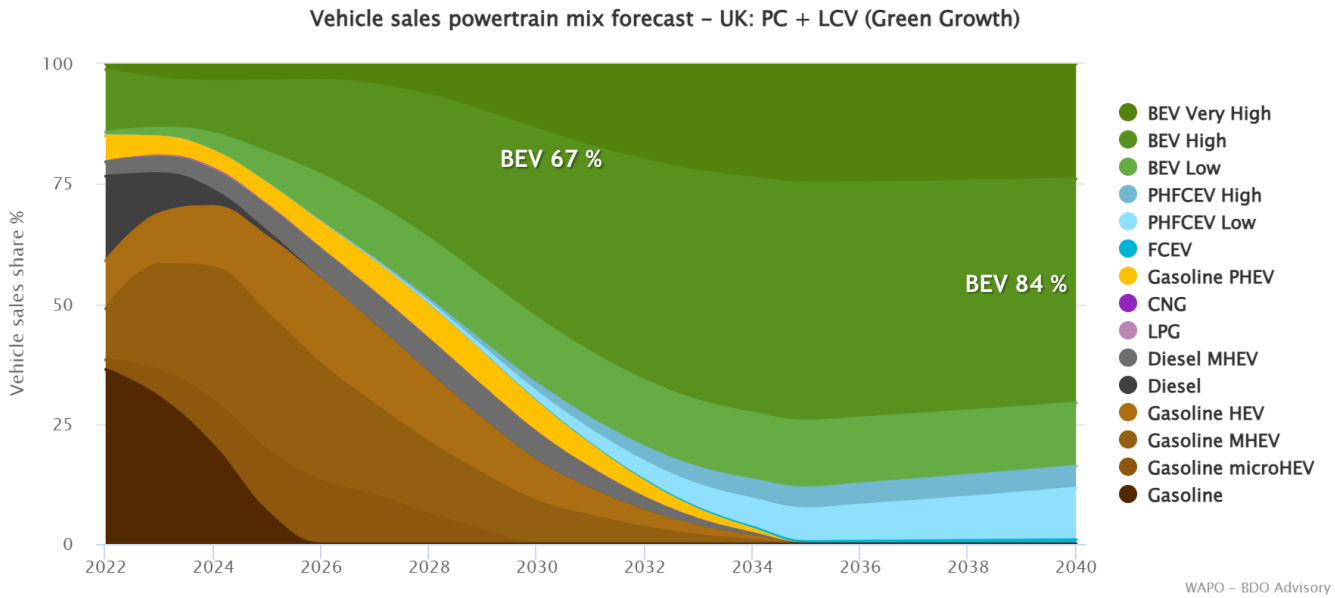


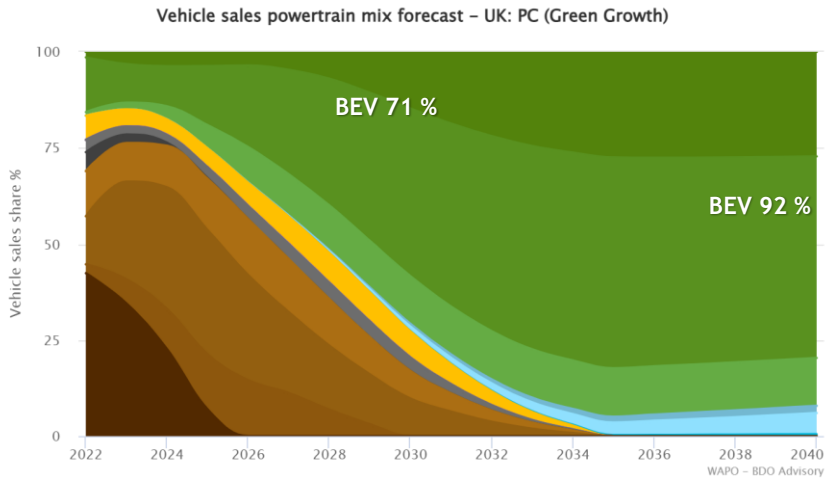


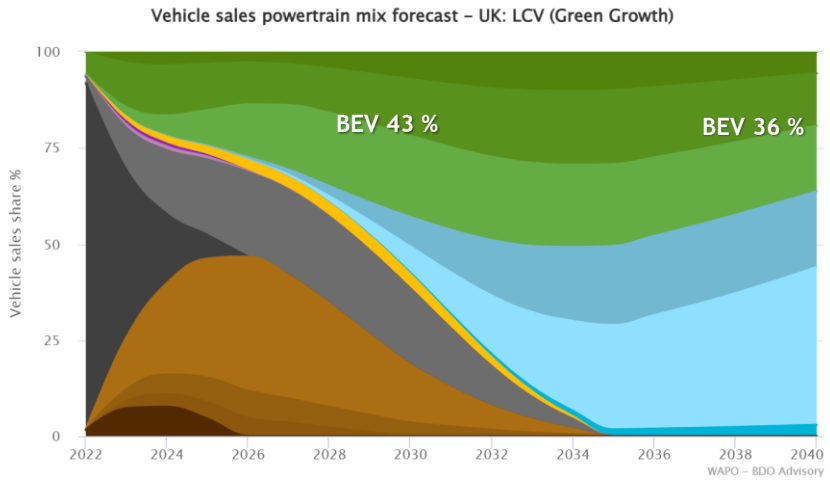


- Après un départ modéré, les ventes de l'ensemble des BEV vont s'accélérer significativement à moyen terme, en vue du ban de 2035
- Pour les véhicules utilitaires légers, l'implantation des véhicules à zéro émission sera d'abord dominée par les BEV, mais par la suite, les véhicules à hydrogène prendront le relais et gagneront en importance à partir de 2030, du fait notamment de profils d'usage plus intensifs

UK – DÈS 2030, L'INFLUENCE DES PRIX DES ÉNERGIES DÉCARBONÉES

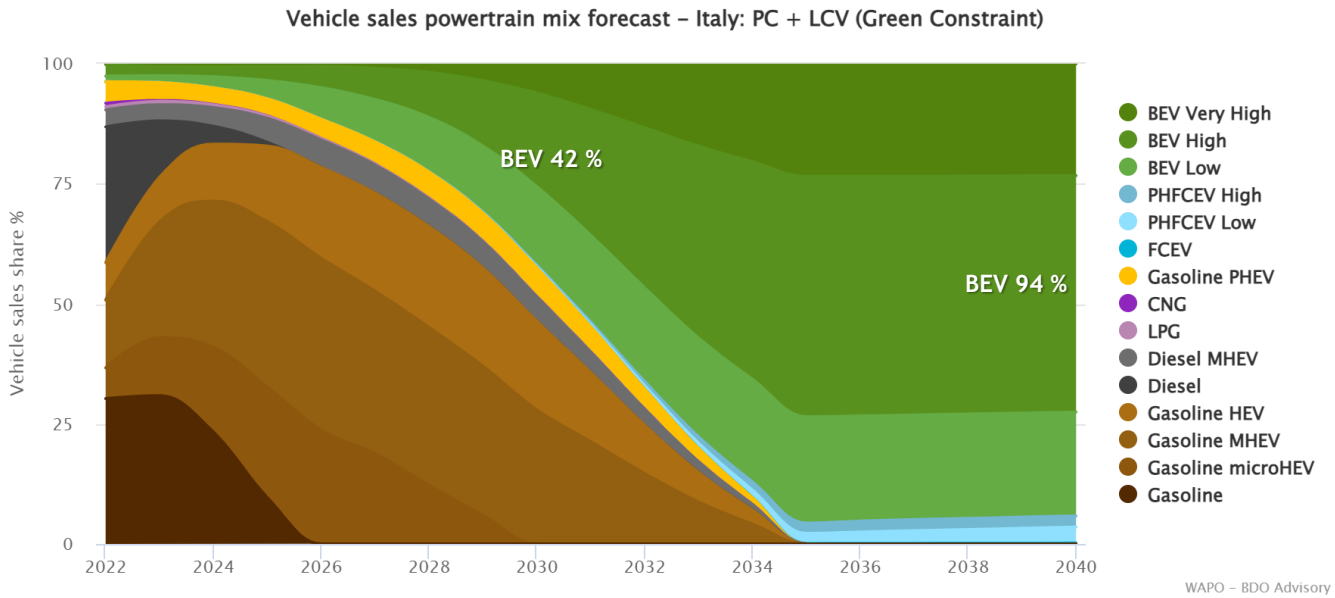


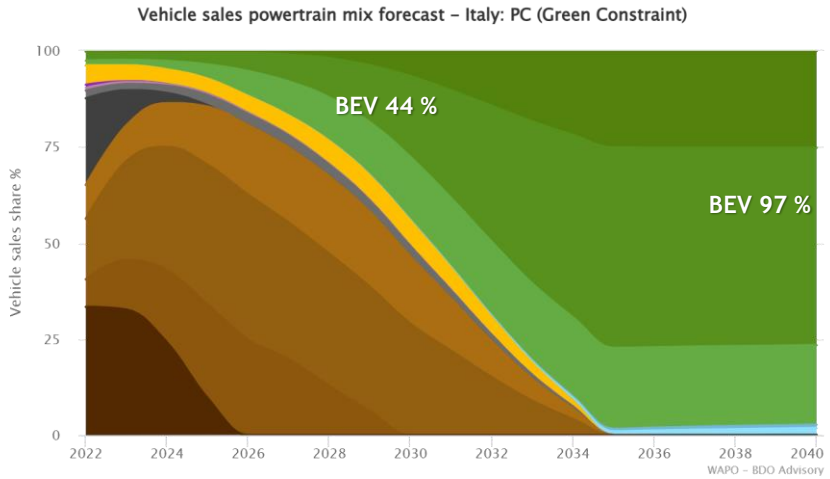


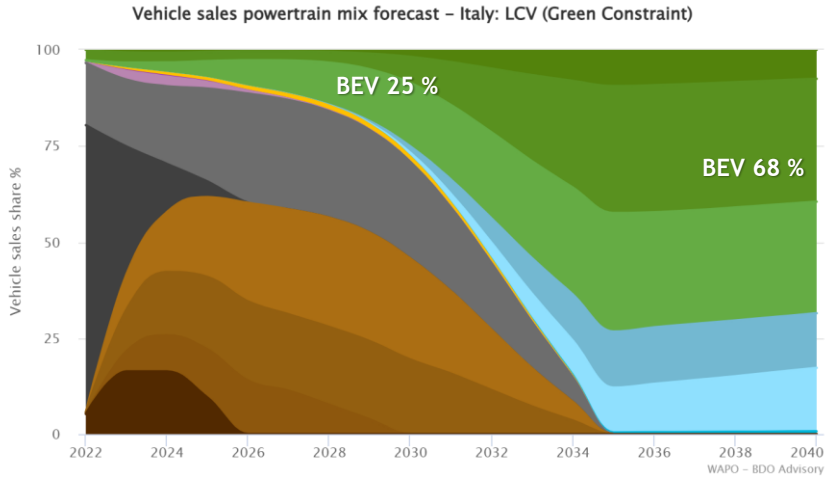


- La progression des véhicules à hydrogène est particulièrement marquée dans le segment des véhicules utilitaires légers, du fait du sous-scénario H2 Low Cost associé et d'un prix de la recharge assez élevé : en 2040, la majorité des VUL pourrait donc être en architectures hydrogène

ITALIE - LES BEV AU RATTRAPAGE

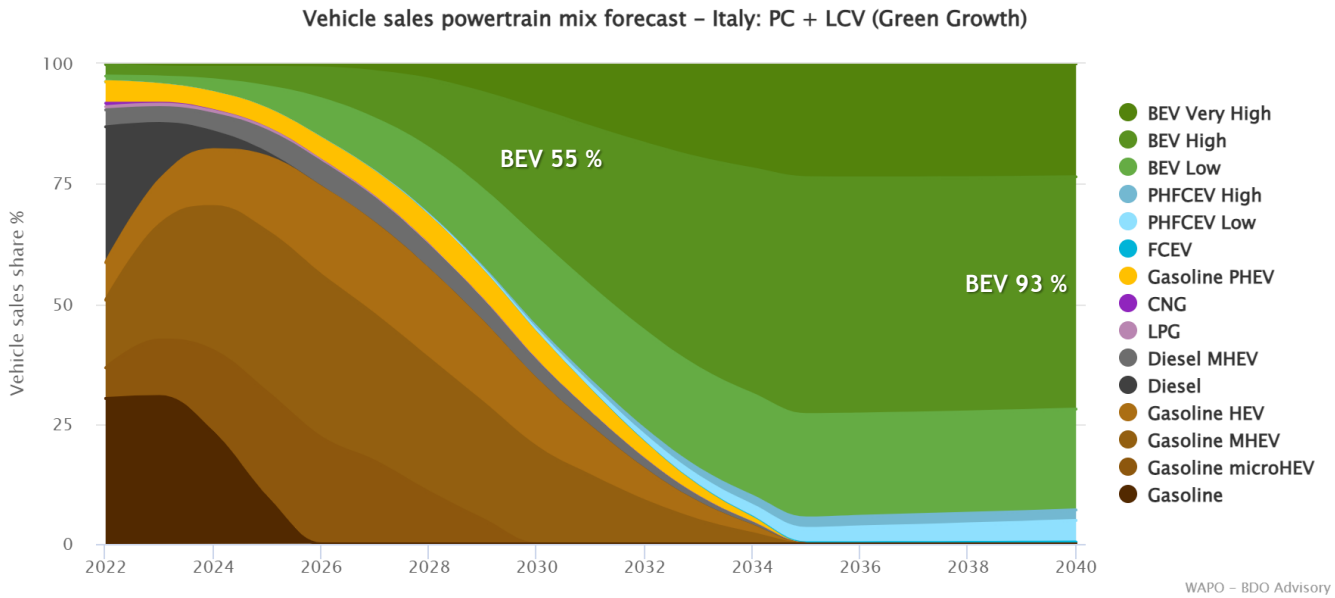


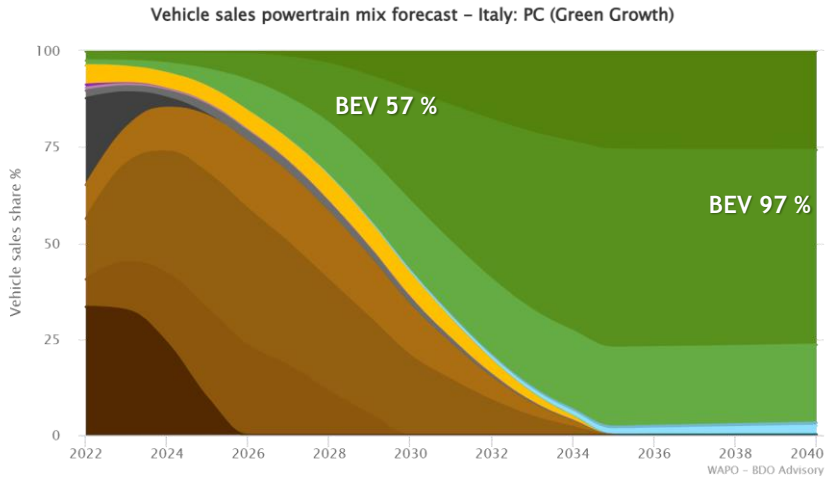


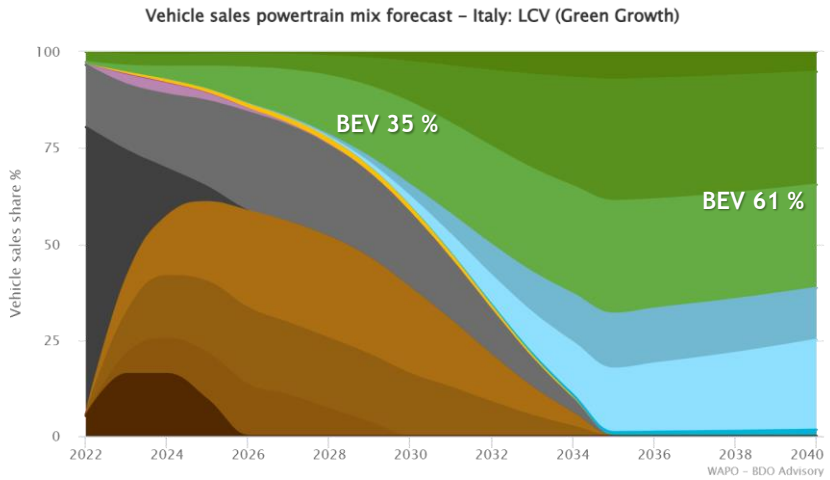


- L'électrification du mix motorisation avance moins vite que dans la moyenne des pays européens, avec des ventes hybrides rechargeables contenues
- Les conditions de prix de carburants fossiles favorables et des subventions aux véhicules électriques plus basses par rapport à la France ou l'Allemagne expliquent ce décollage lent

ITALIE – L'INFLUENCE DU PRIX MOYEN-TERME DE L'ÉLECTRICITÉ

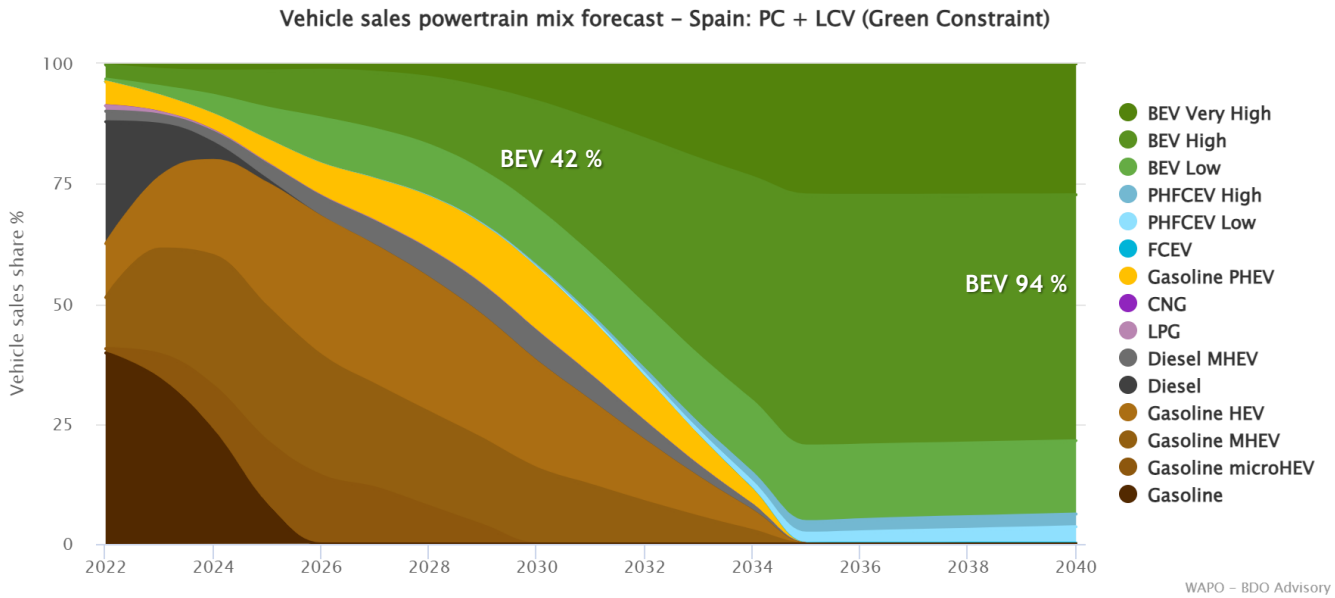


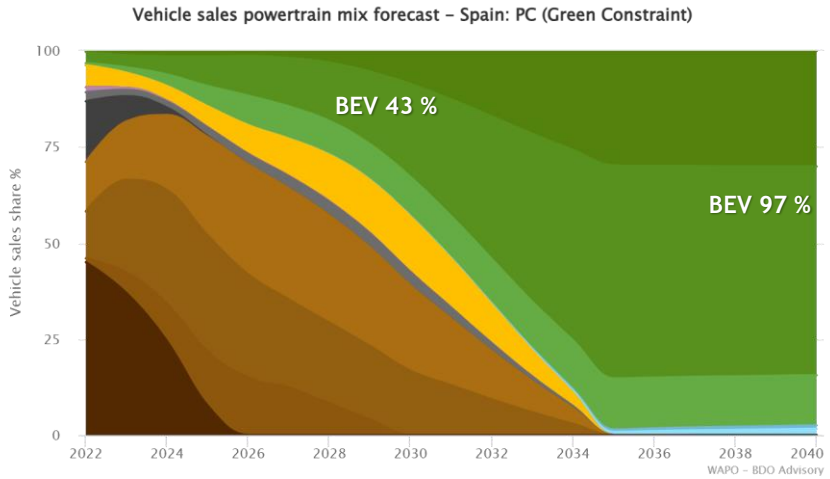


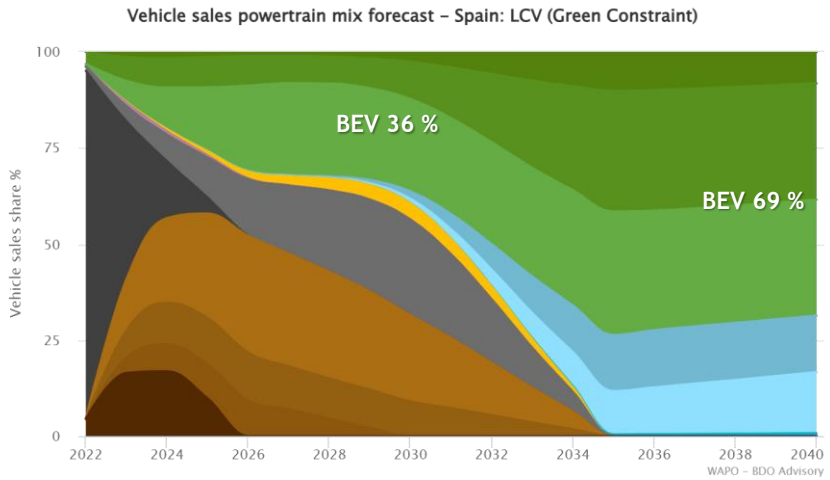


- Sur Green Growth, l'évolution de l'électrification de l'Italie est dans la moyenne européenne à 2030 mais à terme le mix de véhicules électriques est majoritaire sur les véhicules particuliers, du fait d'une part de marché réduite de segment D
- Pour les VUL, le mix hydrogène suit la dynamique européenne zéro émission avec une évolution marquée à partir de 2035

ESPAGNE – LE DÉPLOIEMENT MODÉRÉ DES BEV

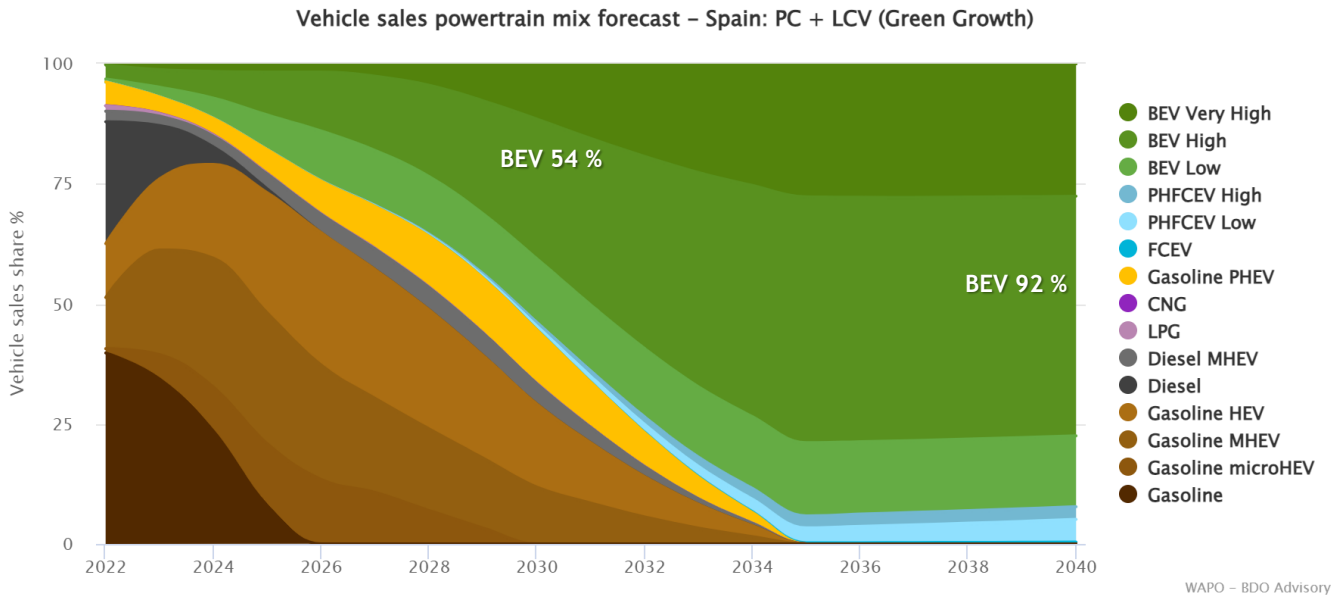


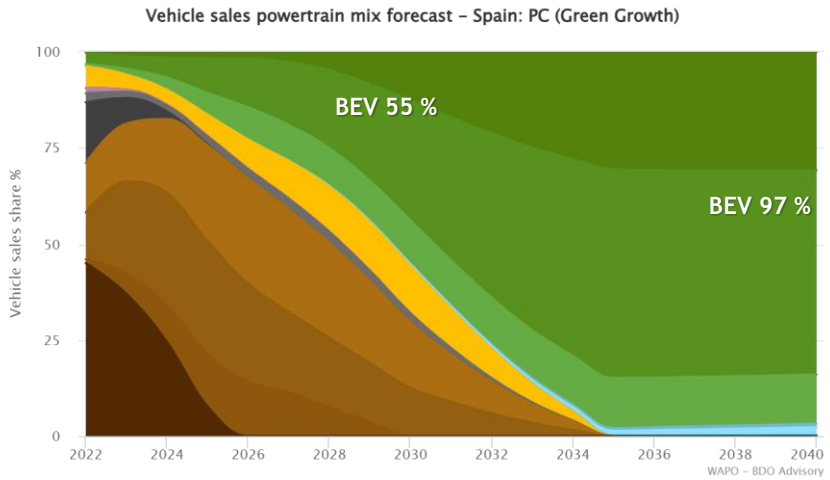


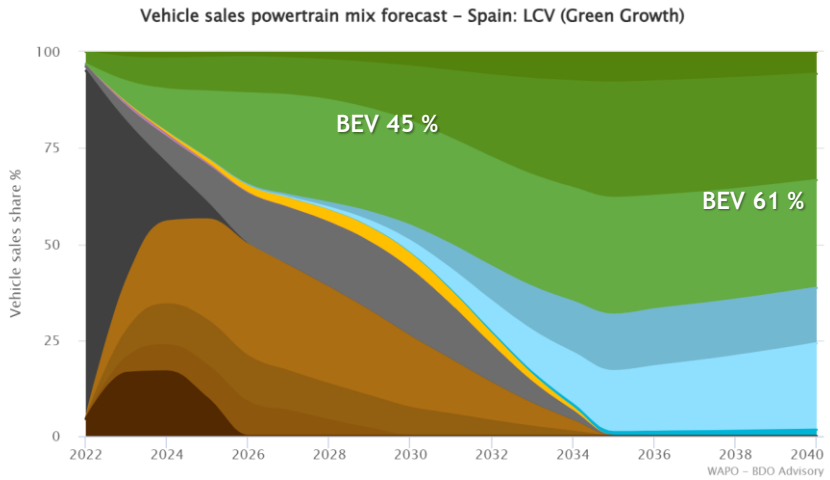


- Avec des prix de recharge comparables aux autres pays du G5 hors France, le déploiement des BEV suit une tendance progressive

ESPAGNE – L'INFLUENCE DES DYNAMIQUES MOYEN-TERME







- La combinaison du prix de batterie plus avantageux et de carburants fossiles plus pénalisés engendre une accentuation du déploiement des BEV

MÉTHODE DE CALCUL DES ÉMISSIONS DU PARC VL

Formule

$$Emissions\ CO_2 = Nb.Véhicules \times Kms.Annuels \times Conso\ Carburant \times Facteur\ Emission\ TtW$$

Kilométrage du Véhicule Neuf utilisé comme point de départ (maximum), puis dégressif en fonction de l'âge

Consommation du Véhicule, fonction :
- du segment
- de la motorisation
- de l'âge du véhicule

Kilométrage Annuel 2

Consommation Carburant par kilomètre 3

Parc de Véhicules Légers réparti par segment, motorisation et âge du véhicule

Volume de Véhicules 1

Emissions CO2 du Parc Roulant

Facteur d'Emission selon le type de Carburant 4

Conversion de la quantité de carburant utilisée en émissions CO2 produites à l'usage (*TtW*)

CONFIDENTIAL - DO NOT SHARE

DYNAMIQUE DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DU PARC PAR 4 EFFETS

1

Renouvèlement de véhicules anciens par des véhicules neufs

Du fait du taux de survie appliqué au parc, le mix motorisation du parc est porté par les motorisations les récentes.

2

Usage plus intense des véhicules zéro émissions par effet de leur âge

Kilométrage dégressif en fonction de l'âge du véhicule amplifiant l'effet bénéfique des véhicules récents et peu émetteurs.

3

Dans le Périmètre TtW, le facteur d'émissions des véhicules zéro émissions est nul

Dans le bilan TtW, les consommations électriques et hydrogènes ne contribuent pas aux émissions CO2, ainsi les émissions du parc ZEV sont des émissions nulles.

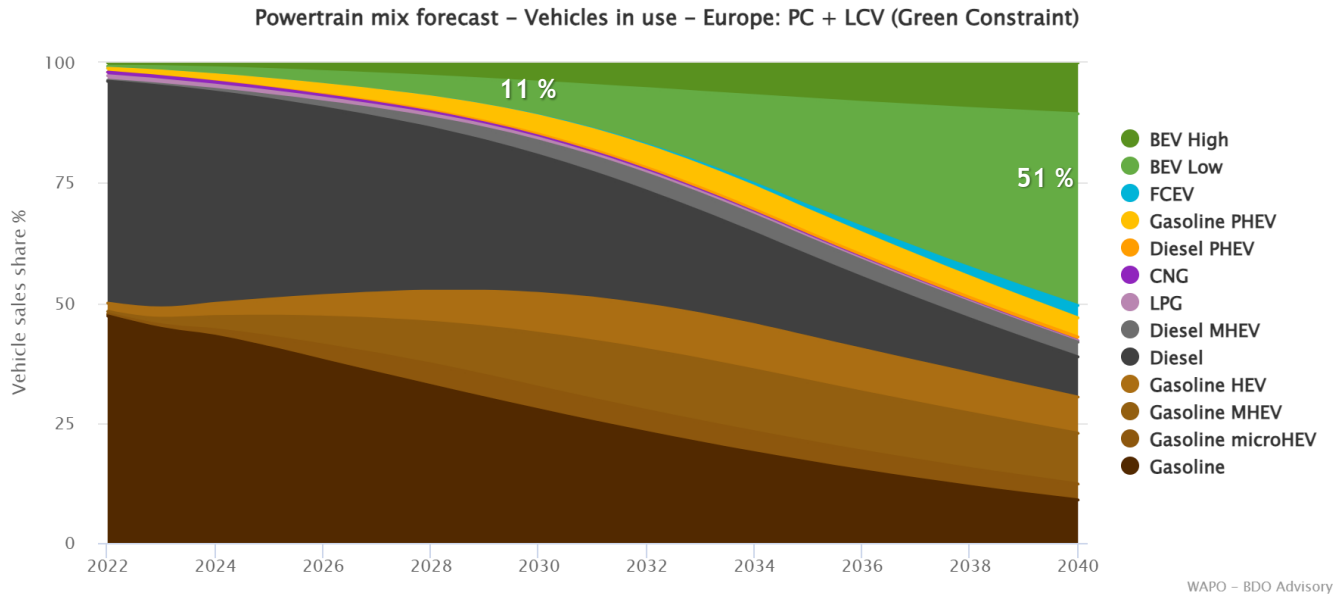
4

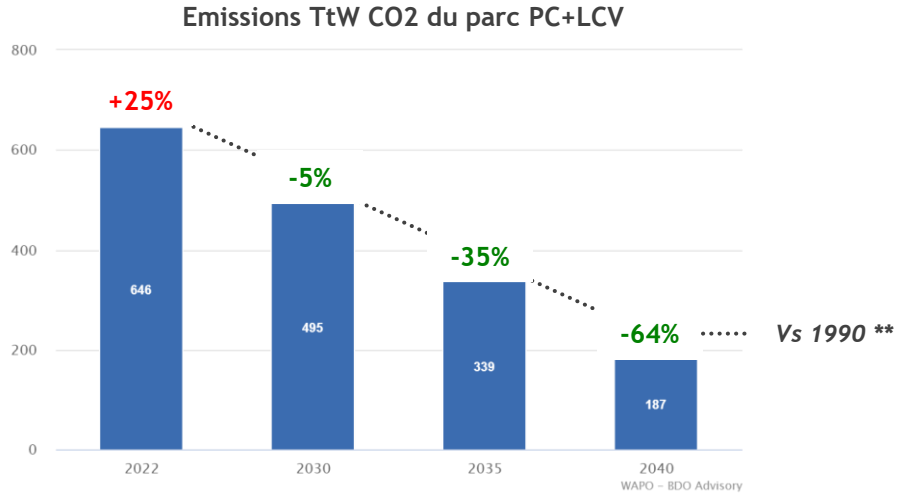
Consommation des véhicules neufs thermiques toujours en baisse

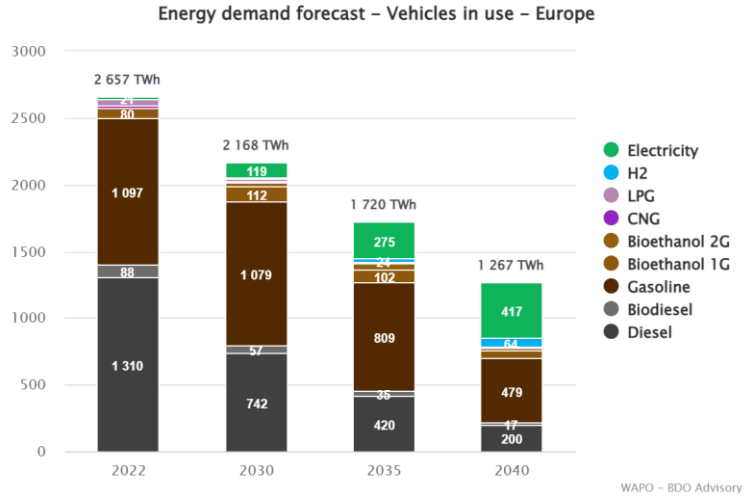
L'hypothèse de consommation de véhicule thermique de 2040 inclue des baisses de consommation en particulier par l'hybridation de l'offre.

CONFIDENTIAL - DO NOT SHARE

MIX POWERTRAIN, DEMANDE EN ÉNERGIE ET ÉMISSIONS CO2 DU PARC VL





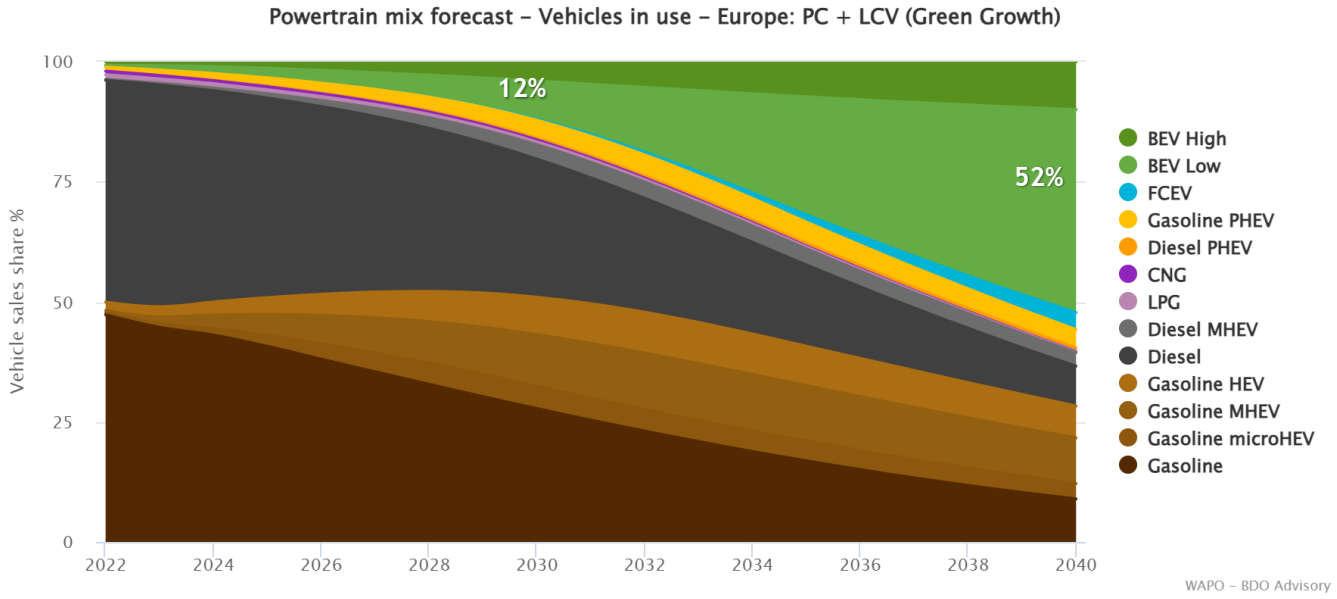


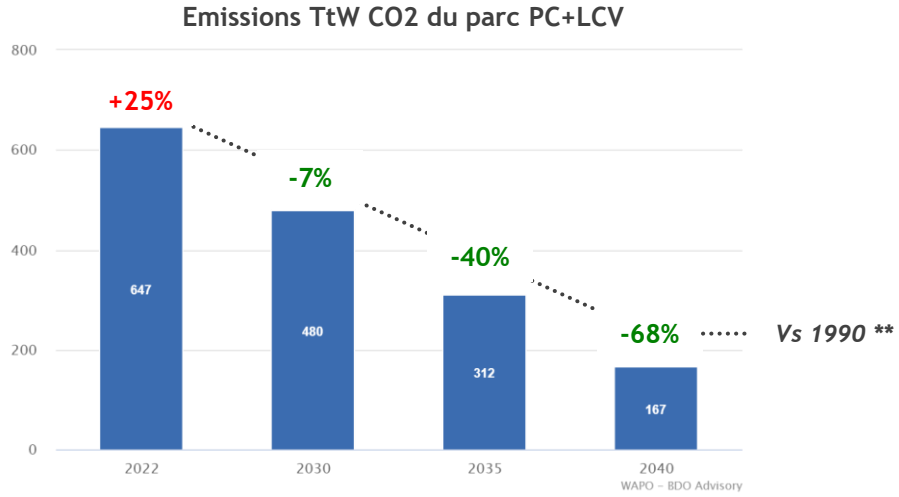
	2022	2030	2035	2040
Parc VP+VUL	333 M	308 M	302 M	294 M
Parc VP	293 M	260 M	256 M	252 M
Dont BEV +H2	4 M	34 M	93 M	156 M

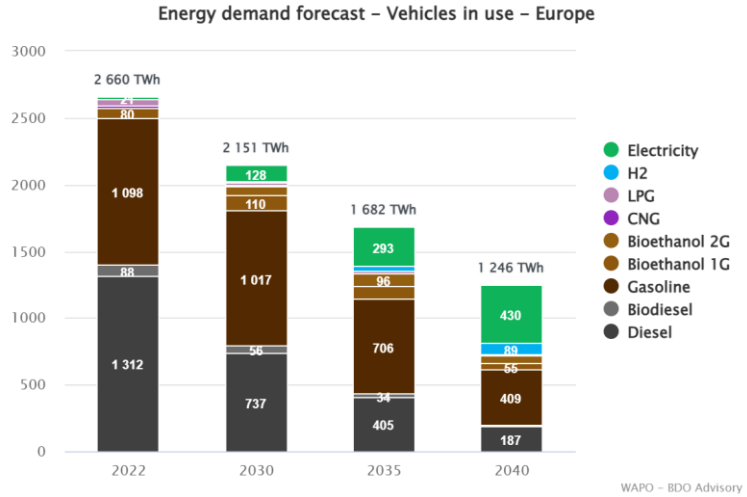
**Volumes détaillés disponibles sur la plateforme WAPO Analytics, onglet "Vehicle fleet"*

*** Référence 1990 (EU 27 + UK) : émissions totales 519 Mt, source : Eurostat / EEA*

MIX POWERTRAIN, DEMANDE EN ÉNERGIE ET ÉMISSIONS CO2 DU PARC VL







	2022	2030	2035	2040
Parc VP+VUL	333 M	308 M	301 M	295 M
Parc VP	293 M	261 M	258 M	256 M
Dont BEV +H2	4 M	37 M	101 M	164 M

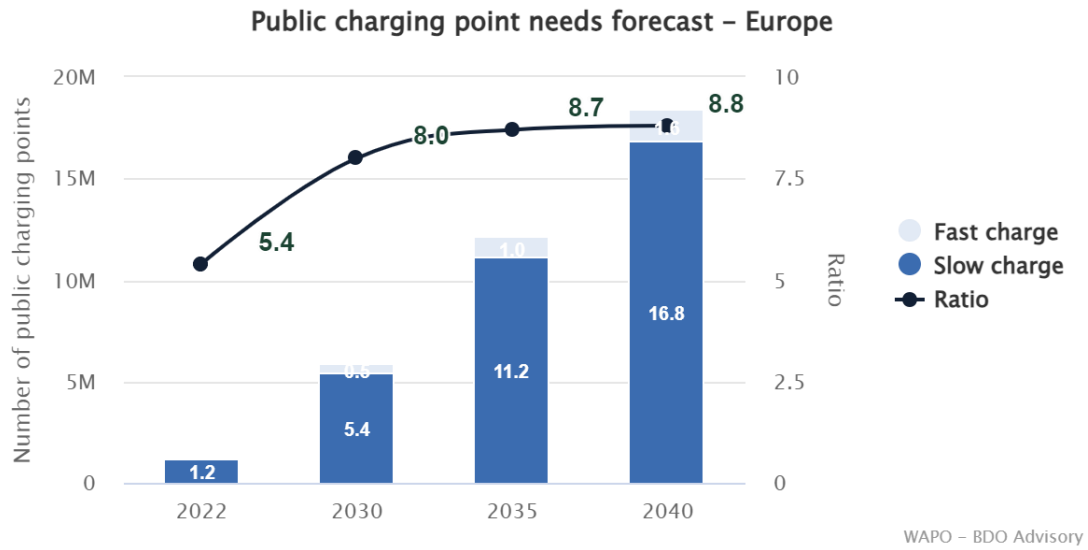
**Volumes détaillés disponibles sur la plateforme WAPO Analytics, onglet "Vehicle fleet"*

*** Référence 1990 (EU 27 + UK) : émissions totales 519 Mt, source : Eurostat / EEA*

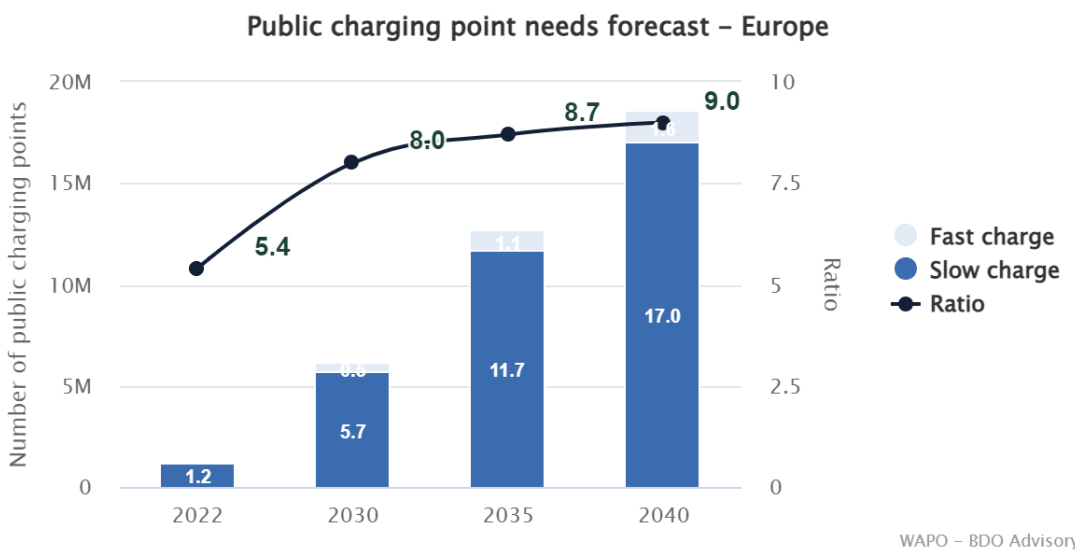
FOCUS INFRASTRUCTURE - BESOINS EN IRVE PUBLIQUE

- Calculs du besoin d'infrastructures disponibles via 3 variantes de disponibilité de la borne de recharge :
  - Une forte disponibilité, donc plus de véhicules "servis" par borne
  - Une disponibilité moyenne ➔ *résultats présentés sous forme graphique ci-dessous*
  - Une disponibilité faible, donc moins de véhicules possibles par borne

Green Constraint



Green Growth



CONFIDENTIAL - DO NOT SHARE

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Prix des carburants fossiles**
  https://www.ecologie.gouv.fr/prix-des-produits-petroliers
  https://ec.europa.eu/energy/observatory/reports/List-of-WOB.pdf
  https://www.experian.co.uk/business-products/catalist-fuel-price
  https://www.ecologie.gouv.fr/scenarios-prospectifs-energie-climat-air

- **Prix du LPG**
  https://www.ecologie.gouv.fr/prix-des-produits-petroliers
  https://ec.europa.eu/energy/observatory/reports/List-of-WOB.pdf

- **Prix du CNG**
  https://cngeurope.com/

- **Taxes sur les énergies**
  https://www.acea.auto/files/ACEA_Pocket_Guide_2022-2023.pdf

- **Prix de l'électricité**
  https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy_prices/enprices.html

  https://presse.ademe.fr/wp-content/uploads/2018/12/ADEME_%C3%A9tude_mix-electrique.pdf

  https://www.mdpi.com/2032-6653/13/8/136

  https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/es/Documents/estrategia/deloitte-es-monitor-deloitte-a-sustainable-energy-model-for-spain-in-2050.pdf

  https://www.greencm.uk.com/proiezione-del-mercato-dellenergia-cee-2020-2050/?lang=it

  https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2020/12/Element-Energy-Analysis-to-provide-costs-efficiencies-and-roll-out-trajectories-for-zero-emission-HGVs-buses-and-coaches.pdf

- **Prix des charges rapides**
  https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/consumer-portal/electric-vehicle-recharging-prices

- **Prix de l'hydrogène**
  https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/09/eu-hvs-fuels-evs-fuel-cell-hdvs-europe-sep22.pdf

CONFIDENTIAL - DO NOT SHARE

Marie-Laure Bastiment
Senior Advisor
marie-laure.bastiment@bdo.fr
+33 1 70 37 22 62

Julien Cholin
Senior Manager
julien.cholin@bdo.fr
+33 1 70 37 22 74

Juan Vera
Manager
juan.vera@bdo.fr
+33 1 70 37 23 12