



Le TCO : Comparatif du coût de possession entre voiture particulière thermique et électrique pour les entreprises.

Alors qu'aujourd'hui la filière de la voiture électrique se développe en France et en Europe, les prévisions sur son taux de pénétration commerciale et sur les évolutions technologiques et réglementaires nécessaires à sa massification sont très diverses et génèrent de nombreux débats. Le marché des "flottes captives" étant celui qui sera le plus logiquement porté à s'électrifier à court terme, la question du coût d'usage de la voiture électrique (ou TCO [1]) pour les professionnels est un élément clé qui va probablement déterminer une grande partie de l'avenir du véhicule particulier électrique (VPE) [2] et de son accessibilité aux ménages.

En raison de ses spécificités techniques, le VPE pousse à réfléchir à ses usages et besoins ainsi qu'à planifier ses déplacements, ce qui oriente une grande partie du marché vers les entreprises. Déjà habituées à rationaliser les déplacements pour gérer au mieux leurs flottes, **les entreprises seront des acteurs essentiels de la mobilité électrique**. Reste pour cela à évaluer la rentabilité de l'utilisation d'un VPE par rapport à son homologue thermique, et à constituer une base chiffrée suffisamment complète et pertinente pour appréhender le plus fidèlement possible **le coût réel de la mobilité électrique**.

Compte tenu des incertitudes qui subsistent sur la viabilité de l'offre et l'évolution des technologies afférentes aux VPE, un calcul de TCO est une tâche encore difficile à ce stade. Il n'existe aujourd'hui que très peu d'offres sur le marché et nous ne bénéficions que d'un maigre retour d'expérience sur les générations précédentes. Cela explique en partie pourquoi sur le sujet, nous pouvons lire tout et son contraire, chaque étude mobilisant des sources et des variables différentes pour appuyer son argumentation. Nous avons décidé de nous prêter également à ce calcul, en prenant pour référence les données catalogue des constructeurs et ce que nous savons des différentes variables de coût agissant sur les flottes d'entreprises. **Toutes les données mobilisées sont vérifiables sur les sites et brochures des constructeurs.**

Sources et méthodologie de l'étude

L'offre de VPE est aujourd'hui extrêmement limitée et repose sur différents *business models* qui génèrent un TCO différent à chaque fois. Nous pouvons aujourd'hui recenser trois différentes façons de commercialiser le VPE :

- **Vendre le véhicule et la batterie**, à l'instar de ce que font les constructeurs de quadricycles électriques et l'offre proposée par PSA avec Ion et Citroën C-0 (35 350€ TTC) ;
- **Louer le véhicule et la batterie**, comme le propose PSA avec la Ion (499€ par mois sur 5 ans pour 50 000km) ;
- **Vendre la voiture et louer la batterie**, à l'instar de ce que propose Renault sur sa gamme Z.E (26 300€ TTC + 79€/mois pour FLUENCE et 20 000 € HT + 72€/mois pour Kangoo).

Le manque de lisibilité et la diversité de ces offres contribuent à masquer les coûts réels de l'achat et de l'usage d'un VPE pour les entreprises et les consommateurs. Pour clarifier les choses, il nous semblait nécessaire de revenir sur ces différentes options et de bâtir un vrai coût d'usage du VPE en entreprise, **en tenant compte de l'intégralité des coûts**.

Pour cela, nous avons effectué deux comparaisons distinctes en raison de la différence de gamme entre les véhicules aujourd'hui disponibles. **La simulation est effectuée sur la base d'une flotte amortie sur 4 ans parcourant en moyenne 20 000 km par an**. Nous avons conscience que 20 000km par an représentent en moyenne entre 70 et 80 km par jour, ce qui peut être considéré comme une valeur limite

pour le VE. Néanmoins, les autonomies annoncées permettent d'y subvenir et nous supposons que l'évolution technologique des batteries permettra très rapidement de confirmer cette hypothèse. Pour que la comparaison avec l'utilisation d'un véhicule de flotte thermique soit pertinente, nous avons gardé pour référence 20 000km par an. Nous partons du principe que la constitution d'une flotte de VPE nécessite de repenser ses schémas de déplacements professionnels pour être plus économe, et donc faire moins de 20 000 km par an. Néanmoins, **ceci est nuancé par le fait que la mobilité sera de plus en plus partagée, notamment en ce qui concerne les flottes d'entreprises et de collectivités, et le kilométrage moyen d'un véhicule devrait vraisemblablement augmenter.**

Dans le premier tableau, **nous avons considéré la Citroën C-Zéro à l'achat, et la Peugeot Ion à la location, en les comparants à une voiture thermique citadine diesel de gamme équivalente** : la 206+ Urban 1,4L HDi FAP BLUE LION 70ch 5p à 14 200 € TTC sans options et sans remise constructeur.

Notons par rapport aux données de référence que le loyer de la Peugeot Ion doit être augmenté pour arriver à une utilisation de 80 000km sur quatre ans. Le calcul fait par PSA repose sur une location de 5 ans pour 10 000 km par an. Pour calculer sur 80 000km, nous avons consenti à augmenter le loyer d'au moins 250€, car la voiture effectue le double du kilométrage attribué par le constructeur. **Le calcul sera donc fait avec un loyer de 750€/mois sur 48 mois.** Cette valeur est purement indicative car rien n'indique que la fourchette que nous établissons sera conforme aux offres du constructeur à l'avenir. Cependant, mettre la solution locative dans la comparaison permet d'afficher une autre façon d'accéder à la mobilité électrique, plus coûteuse certes, mais à certains égards plus sûre pour des clients désireux de ne pas gérer les aléas liées à la nouveauté de la technologie.

Nous avons séparé le prix total de la " caisse " du véhicule et de la batterie pour prendre en compte les valeurs résiduelles des deux éléments qui sont dissociables. **Le prix actuel pour une batterie est d'environ 700€ TTC le Kwh soit 15 000 € pour une batterie de 20 Kwh.**

La valeur résiduelle des véhicules électriques

Concernant les simulations sur les valeurs résiduelles des véhicules, nous avons pris comme base **35% sur les véhicules thermiques au bout de 4 ans, qui est la valeur moyenne retenue par la plupart des gestionnaires de flottes, et de 45 % sur les VE.** Ce pourcentage s'appuie sur les retours d'expériences aujourd'hui disponibles sur les voitures électriques existantes. Étant donné qu'il n'existe aucune base historique de comparaison chiffrée, cette valeur reste indicative. Néanmoins, gardons en mémoire que les 106 et Saxo électriques commercialisées en 1997 et encore en circulation, **continuent d'être vendues à des prix quasi équivalents au prix d'achat après 14 ans d'utilisation.** Bien évidemment, cette distorsion est due à l'extrême rareté des véhicules sur le marché, mais force est de constater que les voitures ont montré une fiabilité certaine à travers le temps. **Nous pensons donc que les VE se dévalueront moins rapidement que les VT en raison de la fiabilité des moteurs et des pièces.**

La valeur résiduelle des batteries

Concernant la valeur résiduelle des batteries, nous estimons que **celles-ci perdront plus de la moitié de leur valeur au bout de 4 ans.** Les incertitudes fortes qui persistent quant à leur fiabilité en fin de cycle nous poussent à retenir une valeur à la revente n'excédant pas 30% du prix initial. Ce chiffre est volontairement très bas en raison du manque de retours d'expériences sur les batteries hautes capacités. Néanmoins au regard ce que nous savons, **nous pensons que les batteries conserveront une valeur supérieure à 30%** en raison des différents modes de recyclage et utilisations annexes auxquelles elles peuvent servir en fin de vie.

Les coûts d'entretiens

Concernant les coûts d'entretien, **nous avons pris comme base de calcul le " contrat maintenance " de Peugeot sur la 206+ pour 80 000 km sur 4 ans,** soit 37,08€/mois, auquel on rajoute approximativement 400€ pour le changement des pneumatiques et autres pièces non comprises dans le contrat.

Pour les Fluence et Kangoo, nous avons pris les valeurs calculables sur le simulateur Renault.com pour un contrat entretien sur 48 mois et 80 000 km [3]. Nous y ajoutons également les 400€. Pour le VPE, nous n'avons aucune base historique de comparaison, mais nous admettons qu'en moyenne, cela coûte 15%

moins cher d'entretenir ce type de véhicule en raison de l'absence de nombreuses pièces de maintenance propres à la technologie thermique (filtres, bougies, vidanges, etc.).

Le prix de l'assurance des véhicules électriques

Concernant l'assurance, les chiffres correspondent aux moyennes sur les gammes de véhicules concernées. Pour le VPE, nous n'avons pas de bases précises, mais au regard des barèmes pratiqués par la MACIF sur les générations précédentes, les cotisations pour un VPE ou un véhicule diesel sont à peu près équivalents. Nous utiliserons donc les mêmes valeurs mais nous gardons à l'esprit que ces barèmes peuvent changer. Rien ne justifie une assiette de cotisation équivalente entre un VPE qui garantit les mêmes conditions de sécurité que son homologue thermique, mais avec des performances et capacités dynamiques inférieures. **Nous pensons que les montants actuels seront réévalués au bénéfice de l'électrique.**

Les coûts liés au carburant

Le calcul du coût du carburant est fait sur la base du prix du gasoil en Mai 2011, soit 1,4€ le litre en moyenne, avec une progression sur quatre ans pouvant aller jusqu'à 1,6€ le litre soit un calcul sur 4 ans fait sur la base de 1,5€ le Litre. Pour l'électricité, retenons les valeurs fournies par EDF, **soit 2€ pour 100km en moyenne**, à quoi nous ajoutons le coût de la borne de rechargement de 590€ [4].

Fiscalité

À tous ces éléments s'ajoute la fiscalité des entreprises s'appliquant aux voitures particulières : **La TVA n'est pas récupérable sur les voitures particulières donc nous prendrons les valeurs TTC pour les VP.** Seule la comparaison sur les Kangoo pourra être faite sur la base du prix HT. Les véhicules thermiques sont soumis à la Taxe sur les Véhicules de Sociétés (TVS) basée sur les émissions de CO2 de voitures (4€ par gramme de CO2 émis et par année). **Le véhicule électrique n'est pas concerné par cette taxe.**

Les entreprises ont la possibilité d'amortir les véhicules de société via une déduction fiscale qui n'est admise qu'en deçà d'un plafond de 18 300€ (appelé Amortissement Non Déductible). Au-delà de cette somme, l'amortissement doit être réintégré et soumis à l'impôt. **Pour les VE, il est admis par la réglementation de ne retenir que le prix du véhicule sans sa batterie**, à condition que celle-ci puisse être facturée à part, et inscrite séparément à l'actif. Pour calculer l'incidence de l'impôt sur les sociétés, les modalités de calcul sont :

$$\text{AND} = (\text{prix TTC du véhicule} - 18\ 300) / \text{nombre d'annuité d'amortissement}$$

Avantages en Nature

Les Avantages En Nature (AEN) liés à l'usage de voitures particulières à des fins personnelles par les collaborateurs, sont soumis aux charges sociales et à l'impôt sur le revenu. Le calcul s'effectue sur le prix TTC de la voiture avec une cotisation forfaitaire de 9% à 12% en fonction de la prise en charge, ou non, du carburant par l'entreprise. Retenons ici que l'entreprise ne paye pas le carburant, et applique donc le taux forfaitaire de 9%, sur lequel s'applique ensuite 50% de charges patronales. Le calcul est donc le suivant :

$$(\text{prix d'achat} \times 9\% \times 50\%) \times 4 \text{ ans d'amortissement}$$

Les frais de carte grise des véhicules, que nous établissons en moyenne à 200€ pour 5CV fiscaux, peuvent être exonérés totalement ou partiellement sur les VPE en fonction des régions.

Pour les VPE, nous prendrons donc une valeur moyenne de 100€.

En nous appuyant sur ces chiffres et cette méthodologie, nous avons comparé les différentes offres

accessibles sur le marché que nous avons déclinées sur deux tableaux.

**Tableau 1 : Configuration achat du véhicule et de la batterie OU
Location complète du véhicule**

	206+ Urban 1,4L HDI FAP BLUE LION 70ch 5p	Citroen C-0	Peugeot Ion en location
Prix d'achat de la voiture, sans option, bonus non déduit et avant remise constructeur	14 200	20 350	36 000
BONUS (Barème 2011)	-400	-5 000	0
Prix de la batterie en 2010		15 000	0
Valeur résiduelle après 48 mois (Thermique 35%, VE 45%)	-4 970	-9 158	0
Valeur résiduelle de la batterie (30%)	0	-4 500	0
Entretien 48 mois	2 176	1850	0
Assurance 48 mois	2 000	2 000	0
Energie consommée (5,5l de Gasoil/100km en zone urbaine à 1,50€ le L en moyenne sur 4 ans) vs 2€ TTC d'électricité au 100km.	6 600	1 600	1 600
Avantages En Nature, prix d'achat x 9% X 50% de charges sur 4 ans	2 556	3 663	0
Amortissement Non Déductible	0	513	0
Taxe sur les Véhicules de société sur 4 ans (4€ le g par an)	1 664	0	0
Coût d'immatriculation	200	100	0
Coût infrastructure de charge sur 4 ans	0	590	590
Coût total	24 026	27 008	38 190
Différentiel entre Thermique et électrique		2 982	14 164
Soit en %		8%	58,33%

Le tableau suivant montre les mêmes chiffres sur les Fluence 4p Dci 85 Business Eco² et Fluence Z.E, ainsi que sur les Kangoo Express Générique dCi 70 et Kangoo Z.E avec l'offre de leasing de la batterie comprise dans l'offre de Renault :

Tableau 2 : Configuration achat du véhicule et location de la batterie

	Fluence 4p Dci 85 Business Eco² 119g (2011)	Fluence Z.E (2011)	Kangoo Express Générique DCi70 (2011)	Kangoo Z.E (2011)
Prix d'achat de la voiture, sans option, bonus non déduit et avant remise constructeur (TTC pour FLUENCE, HT pour Kangoo)	20 440	26 300	13 650	20 000
BONUS (Barème 2011)	0	-5 000	0	-5 000
Prix de la batterie en 2010 (79€/mois, sur 4 ans pour Fluence, 72€ pour Kangoo)		3 792		3 456
Valeur résiduelle après 48 mois (Thermique 35%, VE 45%)	-7 154	-11 835	-4 777	-9 000
Entretien 48 mois	2 825	2 401	3 387	2 879
Assurance 48 mois	2 200	2 200	2 320	2 320
Energie consommée (5,5l de Gasoil/100km en zone urbaine à 1,50€ le L en moyenne sur 4 ans) vs 2€ TTC d'électricité au 100km.	6 600	1 600	6 600	1 600
Avantages En Nature, prix d'achat x 9% X 50% de charges sur 4 ans	3 679	4 734	2 455	3 600
Amortissement Non Déductible	535	2 000	0	425
Taxe sur les Véhicules de société sur 4 ans (4€ le g par an)	1 904	0	2 240	0
Coût d'immatriculation	200	100	200	100
Coût infrastructure de charge sur 4 ans	0	590	0	590
Coût total	31 229	26 882	26 075	20 970
Différentiel entre Thermique et électrique		-4 347		-5 105
Soit en %		13%		19,00%

Comme on peut le voir sur ces tableaux, **la batterie participant à presque 50% du prix du véhicule, sa location permet de réduire significativement le TCO du VE par rapport à son homologue thermique.** Sur le premier tableau, on peut voir que l'achat d'un VE et de sa batterie coûte en moyenne 8 % de plus qu'en thermique. **L'écart est de 2 982€ sur 4 ans.**

L'offre de location complète de la Ion est quant à elle **58 % plus chère que la solution thermique, avec un coût supplémentaire de 14 164€.** Cela reste l'option la plus onéreuse pour l'entreprise mais elle ne manque pas d'arguments : compte tenu de la nouveauté de la technologie électrique et de l'incertitude qui réside sur la fiabilité des véhicules, la location complète peut-être une solution attrayante. **Offrant la garantie d'un service « tout compris », le client aura la certitude que sa flotte sera toujours en fonctionnement.** Bien que le prix puisse apparaître dissuasif, l'offre en est encore à ses débuts. La concurrence ne s'est pas encore clairement positionnée sur ce créneau et les loueurs longue durée n'ont pas encore annoncé leur volonté de s'investir dans cette voie. Tout est encore en devenir.

Dans le cas d'une location de la batterie, comme décliné dans le second tableau, le TCO devient beaucoup plus compétitif que précédemment. La batterie participant à plus de la moitié du prix du véhicule, la louer constitue un avantage non négligeable. Bien que l'on perde la possibilité de récupérer une partie de la valeur à la revente, **cela permet d'économiser jusqu'à 4 347€ sur 4 ans** pour les voitures du segment C type Fluence, soit 13 % d'économie par rapport au thermique, et jusqu'à 5 105€ sur des VUL de type Kangoo, soit 19 % d'économie par rapport à son homologue thermique. L'écart constaté sur le tableau 2 semble

suffisamment significatif pour absorber toute augmentation du prix de l'électricité dans les prochaines années.

Plusieurs évolutions viendront probablement agrandir l'écart en faveur de la voiture électrique

Tout d'abord, **la fiscalité aujourd'hui pratiquée sur les entreprises n'est pas favorable au VPE**. La taxation forfaitaire de 9% pour les AEN reposant sur le prix d'achat du véhicule, elle handicape démesurément les VPE alors qu'elle est supposée favoriser les flottes de véhicules légers. Pour être en cohérence avec une fiscalité écologique, ce barème devrait être revu pour, sinon favoriser le passage à l'électrique, au moins ne pas le freiner sans raisons.

Ensuite, **l'AND s'appliquant sur la part des véhicules dépassant 18 300€, défavorise le VPE par rapport au thermique**. Considérés comme une « dépense somptuaire », les véhicules dépassant ce montant sont soumis à l'impôt. Cette taxation est en total décalage avec ce qui est pratiqué puisqu'on ne peut légitimement inciter l'achat de voiture propre par un bonus écologique de 5000€, en considérant ces mêmes véhicules comme des dépenses superfétatoires nécessitant une imposition nuisant clairement à sa multiplication.

Enfin, **l'hypothèse de la stabilité des prix du pétrole aux alentours de 1,5€ le litre n'est pas du tout avérée**. Toute fluctuation du prix du pétrole à l'avenir impactera nécessairement sur le TCO global du VT et les tendances des dernières années sont plutôt à la hausse qu'à la baisse. Le prix du pétrole ne cessera d'augmenter au fil des ans alors que concomitamment, **le prix de la technologie des batteries et des VE ne cessera de baisser**. Il y a donc fort à parier que l'écart de TCO ne pourra que se creuser en faveur du VPE à l'avenir.

CONCLUSION

Comme nous l'avons montré à travers cette étude, il est important de cibler les offres de VPE s'inscrivant en adéquation avec ses besoins et ses ressources. **La diversité des modes de commercialisation actuels nuisent à la visibilité du VE par rapport au VT** et achève de confirmer les craintes des utilisateurs encore peu enclins à passer à la mobilité décarbonée.

Les tableaux que nous avons dressés précédemment montrent bien qu'une entreprise se constituant une flotte de VPE peut **faire des économies substantielles sur ses coûts annuels**. Notons par ailleurs que les chiffres que nous avons utilisés sont volontairement très sévères avec le VE. Alors que certaines valeurs pourraient être abaissées (comme le prix de l'assurance, la VR des batteries, le coût de l'entretien, la fiscalité, ...), nous sommes resté sciemment dans des chiffres proches de ceux du VT.

Nous montrons ici que même en préservant des valeurs jouant en sa défaveur, l'achat et l'utilisation d'un VPE restent moins chères que pour un VT, à condition de louer la batterie. Nous pensons donc que les chiffres auxquels nous arrivons à la fin de l'étude évolueront très probablement en faveur du VPE, notamment grâce à **une adaptation de la fiscalité et aux fluctuations des prix du pétrole**. Bien que beaucoup d'incertitudes subsistent sur le devenir de cette technologie, une chose est sûre : la voiture électrique possède de sérieux arguments à tous les niveaux de comparaison pour concurrencer la suprématie du VT. Reste à admettre véritablement que cela est possible et à pousser les entreprises et loueurs longue durée à réviser leur approche, et à se pencher sérieusement sur la question. La balle est dans leur camp.

Rédacteur : Axel Villareal

Chercheur associé au [GERPISA](#)

Ecole Normale Supérieure de Cachan

Pour [Planète-Verte Mobilité](#) et [l'Avère-France](#) © 2011

Notes

[1] Total Cost of Ownership.

[2] Nous préférons parler de voiture particulière car nous excluons les quadricycle et tricycle à moteur électrique qui peuvent entrer dans l'appellation « véhicules ». Il s'agit donc ici des voitures particulières conformes à la définition donnée par le code de la route.

[3] <http://www.renault.fr/services/cont...>

[4] Prix d'une borne Schneider electric pour 3Kw annoncé au Mondial de l'Automobile 2010.