

Air irrespirable en ville, réchauffement climatique, raréfaction des carburants fossiles et pour autant le besoin en mobilité n'a jamais été aussi grand. Comment résoudre cette quadrature du cercle ?

Nous allons essayer de vous apporter quelques éclairages sur ce qui se trame.

Regardons d'abord les avantages et inconvénients de ces deux modes de transport ça donne ça

Moteur Thermique à carburant fossile (essence / diesel) :



Avantages :

- **Cout d'achat abordable**, variété des modèles en fonction des usages.
- **Energie plus efficace** : 1 litre de carburant produit presque 3 kWatts avec un poids de 755grammes. Un plein de 50 litres c'est donc 1500 kwatts pour un poids de 40 kgs

env et 1200 kms d'autonomie pour une clio mazout contre 130 kilos pour 30 kwatts et 280 km pour une Renault Zoé de première génération.

Inconvénients :

- **Pollue énormément** tant en particule fine qu'en bilan carbone (150 000 kms c'est en gros 22 tonnes de carbone, sans compter le carbone produit pour fabriquer le véhicule soit en général 8 fois son poids - pour une clio $1300\text{kgs} \times 8 = 10$ tonnes)
- **Fragile** car l'amélioration des performances et la chasse au gaspi implique des moteurs toujours plus complexes avec un nombre phénoménal de pièces qui sont tout autant de risque de panne.
- **Carburant en voie de disparition** (les projections les plus optimistes nous amène à 40 ans de réserves exploitables de pétrole - on en découvre encore un peu mais pour 1 million de barils découverts on en consomme 4 millions...)

Électrique



Avantages :

- **La durée de vie** d'un moteur électrique est bien supérieure à celle d'un moteur thermique (de l'ordre de 1 000 000 de km contre 250 à 300 000 pour un moteur thermique) et l'ensemble du mécanisme comporte moins de pièces (environ 150

jusqu'à plus de 3000 pour un turbo diesel haute performance) - ce qui induit de facto un coût d'entretien inférieure.

- **Le bilan carbone** d'un véhicule électrique est en moyenne 30% inférieur à son rival diesel.
- Plus **le prix de l'énergie** augmente, plus la rentabilité d'un véhicule électrique est important. Une augmentation de 15 % du prix de l'énergie (électricité et gasoil) le prix de revient annuel en énergie d'une citadine (genre Zoé/leaf) augmenterait de 30 euros contre 150 euros pour une diesel (type 207/clio).
- **Actuellement, la recharge est gratuite dans beaucoup de lieux publics / privés**, ce qui permet d'augmenter encore la rentabilité d'un véhicule électrique.

Inconvénients :

- **Pas assez de bornes de recharges** publiques et tous les logements ne peuvent recevoir de compteur adapté.
- **prix d'achat élevé** (même avec les bonus)
- **prix de remplacement ou de location des batteries** se rajoute à la consommation et peu s'avérer exorbitant.
- **Autonomie encore faible** (même si 75 % des trajets quotidiens effectués en France font moins de 200 kms)
- **Temps de recharge** (en moyenne 8h00 - 02h00 en charge rapide)
- **Filière de recyclage des batteries au lithium défailante** en raison du cout et de la complexité de l'opération (seul 25% des batteries au lithium dans le monde sont recyclées - quand on sait que ce métal est rare, il y a de quoi se taper la tête contre les murs)

Et alors?

Comme on peut le voir le match est serré, mais voilà, les diesels-gates à répétition ont jeté un sentiment global de défiance envers les voitures à moteur thermique poussant les gouvernements à promouvoir la voiture électrique.

C'est vrai que, du moins sur le papier, elle a tout pour elle : finie la pollution en ville et la dépendance au pétrole tout en offrant une certaine liberté de déplacement ; tout cela en préservant la planète.

Et quand l'offre est trop alléchante, c'est qu'il y a un truc. C'est comme le robot ménager à 1000 balles qui fait tout mais qui en fait est trop gros pour faire ceci, trop petit pour faire cela, etc... et qui finit dans un placard....bon pour la voiture électrique on n'en est tout de

même pas là mais la solution miracle ne semble pas au rendez-vous.

L'ADEME s'est penché sur le problème dès 2013 (*ou quand on a l'impression que les journalistes de la presse généraliste découvrent l'amérique avec 4 ans de retard*) en étudiant les bilans environnementaux, énergétiques, émissions de gaz à effet de serre et autres impacts des véhicules thermiques (essence & diesel) et électriques tout au long de leur vie (en fait sur 150 000 kms) en considérant des véhicules citadins et des utilitaires de 33 m3.

L'étude conclut (en prenant en compte l'état de la production électrique en 2012 en France) qu'au dessus de 80 000 kms c'est l'électrique qui a le moins d'impact carbone, et qu'en dessous de 30 000 kms c'est le véhicule essence.

En revanche l'étape fabrication des véhicules a des impacts environnementaux induit (hors carbone) qui font qu'une **voiture électrique serait 2 fois plus dommageable pour l'environnement** qu'un véhicule thermique. Ceci s'explique par le recours à des ressources naturelles fragiles, qui commencent à s'épuiser pour fabriquer les batteries : cobalt, mercure, manganèse, cadmium, nickel et les terres rares qui sont récupérés par traitement chimique et évaporation, nécessitant des quantités phénoménales d'eau pour le transformer.. Le **lithium**, dont 85% des ressources mondiales se trouvent dans le triangle Argentine-Bolivie-Chili en est un bon exemple - non seulement il est en vogue, se raréfie mais nécessite de massacrer l'environnement pour l'extraire. D'ici 20 ans plus de la moitié des sources d'eau de la Bolivie (qui est déjà en déficit sur ce point) seront épuisées ou polluées au point de les rendre toxiques

Un des autres problèmes identifiés par l'étude est l'origine de **l'énergie primaire** pour recharger les batteries. Et c'est un des principaux problèmes liés à la voiture électrique. En effet l'étude amène un bilan carbone nettement positif en France (paradoxalement en raison de son origine nucléaire), il l'est nettement moins dans les autres pays d'Europe (y compris les pays scandinaves)

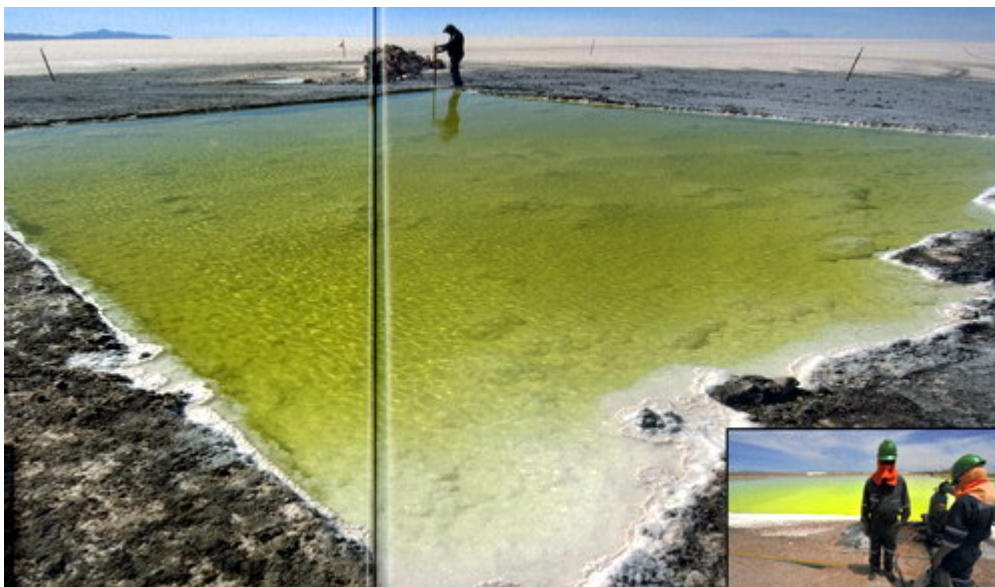
Pour comprendre ce qui cloche au niveau de la production électrique il faut avoir en conscience que la phase de production a un très mauvais rendement (surtout en terme de perte thermique et mécanique), ensuite une partie de l'énergie produite se disperse (champ magnétique) au cours de son acheminement. Si bien que pour livrer 1 Kilowatt à l'utilisateur final, il faut en consommer en moyenne 2,5 (selon le type d'énergie primaire utilisée).

Mais ce n'est pas tout pour « stocker » 1k/watt dans une batterie, il faut « pomper » 1,5 à la prise en charge normale et...10 K/watt en charge rapide. Si l'on reprend donc depuis la

phase production, une batterie de 41 kiloWatts (batterie de Zoé next gen- offrant 400 kms d'autonomie) en recharge rapide nécessite 1 102 kilowatts d'énergie primaire !!! (Non, non il n'y a pas d'erreur de calcul : $41 \times 10 \times 2.5$)

La France comptait 38, 5 millions de véhicules en 2016. Si l'on prend une moyenne de 72.5 kilowatt par batterie (moyenne entre une Zoé et une Tesla), **en charge normale** cela fait 10,5 milliards de Watts par an pour alimenter une seule charge de tous ces véhicules, donc 10 giga watts de consommés pour faire faire seulement 250 à 300 kms à tous ces véhicules - que dire sur un an en sachant que les véhicules parcourent en France 400 milliards de kilomètres.

Je vous passe la suite du calcul mais la conversion totale du parc auto en électrique nécessiterait 60 TéraWatts/heure de production supplémentaire. En 2016, la production annuelle totale française était de 530 TéraWatts. Le tout électrique induirait une augmentation de 11%, soit 15 réacteurs nucléaires supplémentaires ou 10 000 éoliennes... Le bilan global donne une production d'énergie primaire de 20g de Co2 par Km en France en raison de l'utilisation du nucléaire mais de 150 g/km en Allemagne...En France avec le malus écologique appliqué aux véhicules une voiture qui pollue 150g/km c'est 1373€uros de taxe....Ça porte à réfléchir !



Cependant les choses s'améliorent, car si la première Zoé avait une faible autonomie pour des batteries lourdes, la nouvelle génération autorise 400 kms de trajet (contre 280 auparavant) et ont perdu du poids (de 130 kgs à 60 kgs). Donc un meilleur rendement poids/énergie/kilomètre et le passé nous montre que plus on travaille sur un sujet plus on

gagne en efficacité, il suffit de se rappeler qu'il y a 30 ans la consommation moyenne d'un véhicule essence était de 12 litres au 100 pour la moitié aujourd'hui.

L'inconvénient est que cela s'opère en optant pour des batteries au Lithium dont j'ai évoqué plus haut la raréfaction et les dégâts écologiques. Les chercheurs développent des batteries alternatives à base de biotechnologie ou de nanotechnologie (voir notre publication sur le graphène)

A la lecture de cet article vous pourriez m'objecter que la voiture électrique n'est pas si écolo que ça, et vous auriez en partie raison. Surtout si on prend en compte la seule situation actuelle, mais si on se projette un peu, on se rend compte que de toute façon le déplacement carboné à sa date de péremption annoncée (en raison de la disparition des réserves). Ce n'est pas pour rien si la chine a annoncé sa volonté d'interdire les véhicules à énergie fossile en 2050. La France vient de lui emboiter le pas (l'Europe travaille dessus également). Il n'y a guère plus que les américains pour y croire encore.

La mobilité passera forcément majoritairement par le véhicule électrique, mais plus en possession individuelle. Le transport en commun mais surtout la location de groupe ou collective (style autolib) sera la norme. La généralisation de la voiture autonome désintéressera le citoyen de posséder un bien dont il ne retirera plus que la mobilité sans avoir sa maîtrise (personne ne songerait à acheter son bus...).Quant au mazout, il perdurera un peu plus longtemps pour le transport de marchandises.

Pour conclure je dirais que le passage à « l'électro-mobilité » présente de nombreux défis, mais l'homme a montré au cours du siècle passé que s'il s'investit pleinement dans quelque chose, l'échec est rare. Il reste à souhaiter que la transition s'accompagne d'une transition énergétique.

Vous voulez en savoir plus ? c'est là dessous :

<http://presse.ademe.fr/>

L'exploitation du lithium : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/>

Les terres rares :



[Comment fonctionne un véhicule électrique ?](#)

les réserves de pétrole : <https://www.connaissancedesenergies.org/>