

## Fonctionnement de l'hybridation Delta

Un Hector Delta c'est du pédalage assisté sur 400 Km d'autonomie, que cela monte ou pas, que l'on pédale fort ou détendu ; des capacités ascensionnelle jamais vue en vélo >35% ; 35 à 40 Km/h en croisière et 0,6 Litre/100Km de consommation moyenne réelle (consommation minimale ~0,4 L/100Km).

Même s'il comporte un moteur thermique, rien à voir avec un Solex ni aucun appareil connus, ce qui permet ces performances n'est pas le moteur, **mais une transmission inédite, baptisé Hybridation Delta** et qui demande d'ailleurs un petit apprentissage d'utilisation.

Sur votre voiture, ce n'est pas le moteur, mais la boite à vitesses qui permet de démarrer, gravir les pentes ou d'aller vite. Sans boite à vitesse un Solex faisait ce qu'il pouvait en monté, vitesse et consommation (2L/100km), comme si votre voiture était en permanence coincée en troisième vitesse...

Sur l'hybridation Delta la jonction des deux sources de puissance (pédales et moteur) se fait sur le pédalier et donc en amont du changement de vitesse. L'hybridation offre donc non seulement 18 vitesses au cycliste, **mais aussi 18 vitesses pour le moteur et cela change tout !**

Cette hybridation permet en plus au moteur de rester en permanence sur son point de meilleur rendement (de là vient le rendement exceptionnel) et un moteur qui ne force pas plus sur le plat, qu'en montée avec un utilisateur de 150 Kg, seule la vitesse diminue.

Le rendement moyen atteint une valeur record de 0,18 et dépasse même de 4 point le rendement d'un vélo électrique « nucléaire ou à charbon » (source de l'électricité).

Cela signifie qu'à puissance égale, un Hector Delta utilise même un peu moins d'alcool ou de SP95, qu'un vélo électrique n'utilise d'uranium en France ou de charbon ailleurs, pour la production de son électricité.

Contrairement à certains messages simplistes, l'intérêt bien réel d'un vélo électrique, ne réside pas dans son fonctionnement électrique donc nucléaire en France ou à charbon ailleurs, mais dans le fait qu'il permet comme un Hector Delta, à une voiture 10 à 20 fois plus gloutonne de rester au parking !

Mais la diffusion du vélo électrique butte sur le prix des batteries, leur faible capacité, la réduction de cette capacité à chaque recharge, leur faible durée de vie et un coût de remplacement prohibitif (en moyenne 4 à 800 Euros tous les 2 ou 3 ans).

Pourquoi hybridation Delta ?

1) Que signifie « Hybride » en matière de véhicule ?

Hybrider c'est faire collaborer au moins 2 entités, dans le but d'obtenir un résultat particulier, dans notre cas un meilleur rendement.

a) Véhicules classiques :

Pour comprendre les mécanismes d'hybridation de véhicules, il importe de comprendre comment évolue le rendement d'un moteur thermique sur sa plage d'utilisation (fig ci-dessous).

Ce rendement part de 0 au ralenti et pour tout fonctionnement à vide (couple = 0) et globalement augmente lorsque le moteur fournit du couple (de la force) soit, « *lorsque l'on appuie sur l'accélérateur* ».

Le rendement n'est maximal qu'au environ du couple maximal « plein gaz » et sur une plage de régime assez étroite (zone vert foncé) dans cette zone le rendement peut être très bon (0,35 à 0,45) dépassant même le rendement moyen d'une centrale électrique (0,3) qui est elle aussi thermique.

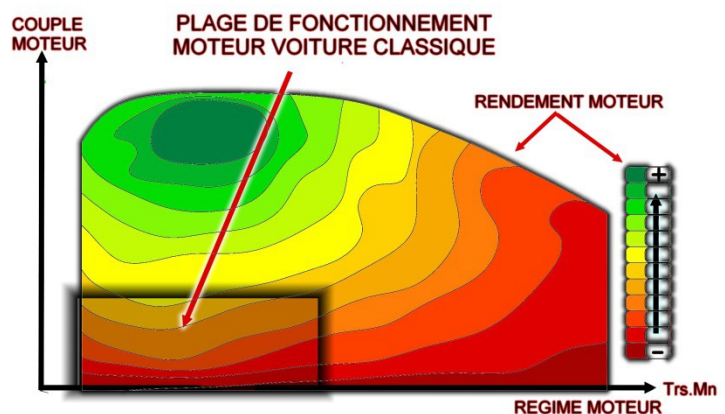
Le problème est que cette zone de rendement maximum est très étroite et correspond à une valeur de puissance assez élevée (60 à 80% de la puissance max) qui est très rarement utilisée en voiture.

Même à 130 Km/h la puissance appelée au moteur d'une voiture est de moins de 20 CV alors que le rendement max s'obtient vers 90 CV pour un moteur de 120CV. Le résultat est un rendement moyen d'utilisation, épouvantable en ville et médiocre sur route.

Sur ce graphique de rendement moteur, le couple représente la « force » du moteur, soit en gros la position de l'accélérateur.

La puissance elle, est le produit du couple par le régime.

Nous voyons ici que la « force » en réserve, ce que l'on appelle les « reprises » se paye très cher en rendement et donc aussi en énergie et Euros !



Attention ! Ce diagramme définit une consommation par cheval et cela ne signifie pas que le moteur consomme moins à 80 CV dans le vert qu'à 10 CV dans l'orange foncé.

Par contre c'est dans le vert que la puissance se paye beaucoup moins chère en énergie. Pour donner un ordre d'idée en L/100, la consommation pourra être du double, alors que la puissance est multipliée par 8.

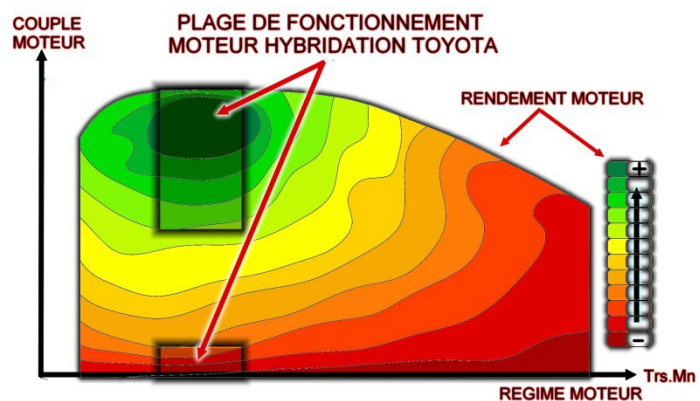
Remarque : Sur un véhicule électrique le rendement est presque constant, et une puissance 8 fois supérieure se paye par 8 fois plus d'énergie et donc 8 fois moins d'autonomie. C'est la raison pour laquelle l'autonomie a si peu de sens, sur un véhicule électrique.

## b) Hybridation thermo/électrique (TOYOTA)

Beaucoup de gens pensent qu'une TOYOTA hybride consomme moins, parce qu'elle fait son électricité, et ils se trompent lourdement, parce que beaucoup d'énergie est perdue dans ce détour.

En effet le rendement d'une boîte à vitesse (0,97) est infiniment meilleur que celui de la chaîne TOYOTA (alternateur, électronique de puissance, batterie, électronique de puissance, moteur électrique et transmission soit environ 0,6).

Mais sur une TOYOTA hybride, le couple et le régime moteur, sont décorrélées de la vitesse et de la puissance appelée, ainsi le moteur évolue aussi souvent que possible entre sa zone de plein rendement et une zone de très faible puissance voir même l'arrêt complet .



La perte d'énergie de la chaîne électrique, est compensée par un moteur qui fonctionne plus souvent à son rendement maximum.

L'excédent de puissance va alors dans la batterie, qui le restitue à un moment opportun, alors que le moteur est arrêté ou à très faible puissance.

Ce système permet en plus la récupération d'une partie de l'énergie de freinage, ce qui est un autre gain appréciable en ville.

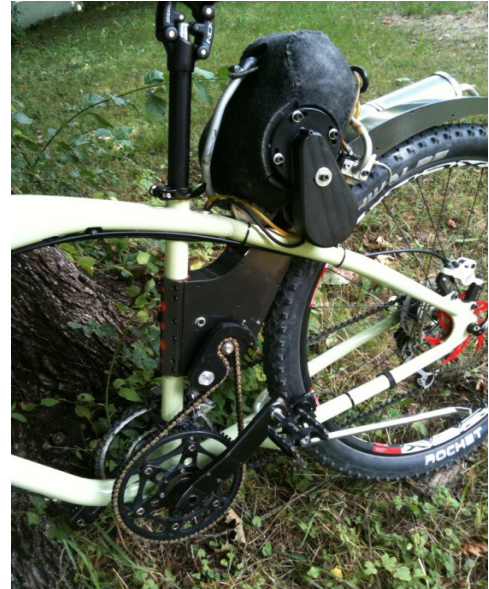
En France leur efficacité en L/100Km est mal traduite, car 1 litre d'essence contient 15% d'énergie de moins qu'un litre de diesel, mais aucun diesel ne passe les normes de pollution Japonaises, qui sont plus strictes qu'en Europe et c'est la raison pour laquelle les PRIUS fonctionnent à l'essence.

## 2) L'hybridation Delta :

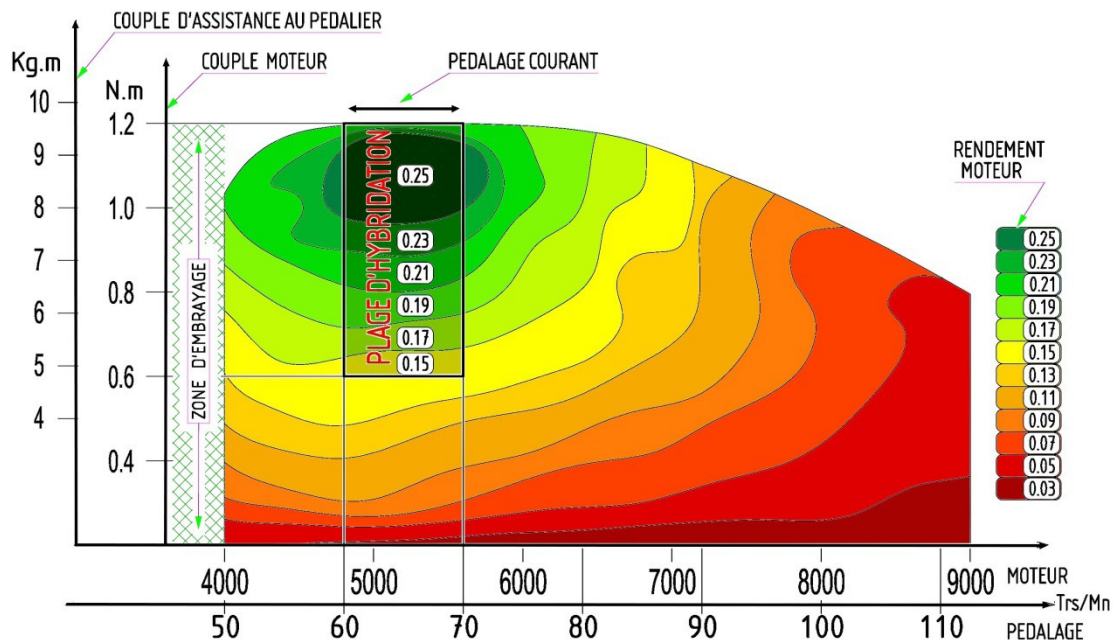
Si les moyens sont différents sur une hybridation Delta, la stratégie est la même, c'est-à-dire faire fonctionner aussi souvent que possible un moteur thermique à son rendement maximum.

A l'origine de cette hybridation, un constat :

Sur un vélo moderne multi- vitesses, 90% de gens vont pédaler 90% du temps entre 60 et 70 Trs de pédales par minute, ce qui est une plage très étroite et cela s'effectue grâce à une transmission à très haut rendement (0,95 alors que le rendement d'un variateur de scooter est au mieux de 0,65).



Sur le graphique de rendement thermique qui suit, la plage d'hybridation correspond à la zone à l'intérieur de laquelle le moteur travaille en utilisation courante.



En horizontal l'utilisateur change de vitesse (comme il l'a toujours fait) de manière à maintenir son pédalage dans sa plage habituelle de 60-70 Tours de pédales par minute, ce qui maintient le moteur entre 4800 et 5700 T/min (la réduction entre moteur et pédalier est de 80).

En vertical nous avons les couples moteur et pédalier usuels (la puissance est rarement en fort excédant).

Notons que le rendement reste excellent même si l'utilisateur pédale entre 55-75 Trs/mn.

Le rendement moteur **moyen** dépasse 0,21 ; le rendement de la transmission jusqu'à la roue dépassant 0,85 (3 étages et transmission vélo :  $0,97^3 \times 0,95$ ) ; le rendement final moyen à la roue ( $0,21 \times 0,85$ ) dépasse donc 0,18 .

Sur le plus petit rapport (29/34), la puissance d'assistance pourra s'exprimer au environ de 7 Km/h avec un couple à la roue dépassant 11 Kgm alors que sur le 18eme rapport (50/11) elle s'exprimera au environ de 40 Km/h avec un couple à la roue d'environ 2 Kgm.

Remarque courante « *cela consomme peu parce que l'on pédale !* » réponse « ***Cela consomme peu parce que l'on pédale toujours à une cadence assez précise, avec une transmission très efficace*** ».

Avec un cycliste expert qui développe une puissance importante, mais entre 80 et 100 Trs/mn de pédalage, la consommation est plus forte qu'avec un paisible promeneur...

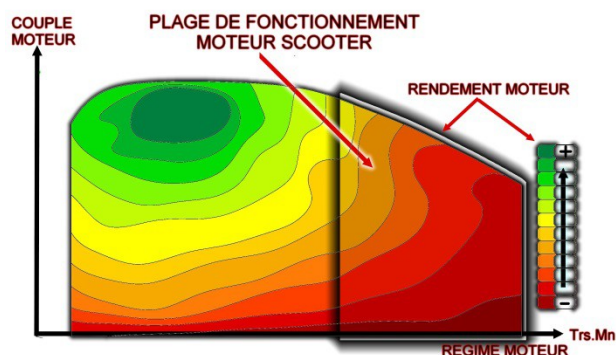
On obtient par contre des consommations records (<0,4 L/100) avec des experts, si l'on adapte l'hybridation pour ces cadences (simple changement de plateau moteur).

Cette technique n'en est qu'à sa préhistoire, le rendement de notre moteur très simple n'est que de 0,25 alors que l'on sait aujourd'hui dépasser 0,35 ce qui ouvrirait la porte des 0,3 L/100km...

### 3) Informations complémentaires

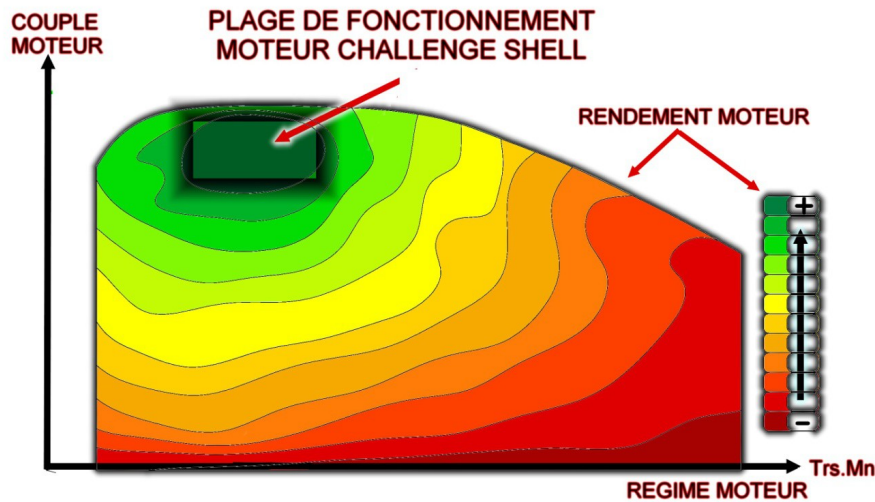
#### a) Cas du scooter :

Sur un scooter, le variateur maintient le moteur à un régime très haut (recherche de performance) et le bridage à 45 Km/h est obtenu avec le régime d'effondrement de la puissance au-delà du régime de puissance max (zone rouge foncée, rendement très mauvais). Le très mauvais rendement du variateur (0,6) les petites roues très larges et le poids important font le reste. Résultat 3 à 5 L/100Km.



#### b) Véhicules du challenge Shell (3500 Km/Litre)

Sur les véhicules du challenge SHELL, (3500 Km/Litre soit environ 0,03 L/100km à 25 Km/h de moyenne), le moteur n'est utilisé que dans la zone vert foncé jusqu'à 30 Km/h puis stoppé et le véhicule glisse alors en roue libre sur son élan jusqu'à 20 Km/h, où le moteur est redémarré jusqu'à 30, etc. Mais ces appareils, de véritables suppositoires de 40 cm de haut, pilotés par des personnes de moins de 40 Kg, sont malheureusement impropres à toutes circulations. Ils ont cependant le mérite de montrer que des progrès considérables sont possibles.



c) Véhicules « électriques »

Un petit mot sur la propulsion électrique. La seule production électrique renouvelable significative (8% de l'électricité mondiale) est l'hydraulique, qui est absorbée depuis bien longtemps par les besoins quotidiens et le renouvelable n'est pas vraiment à notre porté économique. Les 0,1 % de l'électricité Française produit en photovoltaïque représentent 3% de votre facture, alors que 50% de l'installation ont été payé en crédits d'impôts et donc si nous allions jusqu'à 1% la facture augmenterait de... Et nos 6000 éoliennes souvent mal acceptées, ne fournissent que 2% de notre électricité.

Si bien que les nouvelles applications reposent sur le fossile (lignite, charbon, gaz) ou le nucléaire, les **véhicules électriques sont donc eux aussi thermiques**. La chaîne énergétique est très longue et les rendements moyens respectifs sont :



Production	Distribution	Charge décharge	Electronique	moteur	Transmission
0,3	x 0,95	x 0,75	x 0,95	x 0,75	x 0,95

Soit 0,145 de rendement moyen.

**En terme imagé, cela signifie que dans un pays où l'on produit l'électricité avec du gaz, on consommera généralement moins de gaz en mettant le gaz directement dans une voiture GNV, qu'en roulant en électrique.**

Cette valeur ne dépasse celle des voitures thermique qu'en ville ou à très faible vitesse, mais le bilan carbone est négatif si l'électricité provient du charbon ou de lignite (65% de l'électricité mondiale) qui sont 100% carbonés et très soufrés.

Le nucléaire lui, n'est ni carboné ni soufré, mais impose d'autres risques et déchets pas forcément meilleurs.

Nous voyons que la notion de « *voiture propre* » n'a pas de sens et pour progresser, **la bonne question n'est pas à quoi cela marche, mais plutôt à combien !**

Comme le disait Ettore BUGATTI « *le poids, voilà l'ennemi !* » Essayez de pousser un gros 4X4, une 2CV, une moto et un vélo et vous comprendrez.

Lorsque vous consommez 10 Euros de carburant en voiture 9,5 Euros ont servi à déplacer les 1500 Kg de voiture et 50 centimes pour déplacer les 70 Kg de l'individu.

**« La bonne énergie, c'est d'abord celle que l'on n'utilise pas ! »**

Quelle que soit la technologie utilisée, continuer nous faire accompagner par 1500 Kg de ferraille, dans chacun de nos déplacements, est une aberration environnementale.