

Chronique - Voiture électrique versus voiture à air comprimé - Quelques données



Photo: Modèle Dagne de RevolutionMotors avec (à gauche) ou sans (à droite) carrosserie.

Suite aux questions que m'ont posé 2 internautes passionnés par la voiture à air comprimé (l'un [ici](#), l'autre [là](#)), voici une comparaison voiture électrique / voiture à air comprimé:

Afin de comparer 2 technologies, il convient de comparer 2 véhicules identiques. Prenons la Dagne de [RevolutionMotors](#). Comparons une Dagne à air comprimé et une Dagne à électricité batterie.

1 - Dagne 100% électrique ([VIDEO](#))

Dagne 100% électrique avec autonomie de 40km (autonomie des modèles à air comprimé de MDI selon l'ADEME et l'Ecole des Mines, voir références plus bas dans ce billet):

- Batterie 10kWh = autonomie d'environ 200 km avec la Dagne (Source: Revolution Motors)
- 2kWh batterie = environ 40km
- 1kWh batterie=10kg *
- 2kWh batterie=**20kg** (masse insignifiante, cela conduit à une hausse de la consommation électrique de moins de 1% par rapport au modèle à air comprimé)

2 - Dagne à air comprimé ([VIDEO AirPod](#))



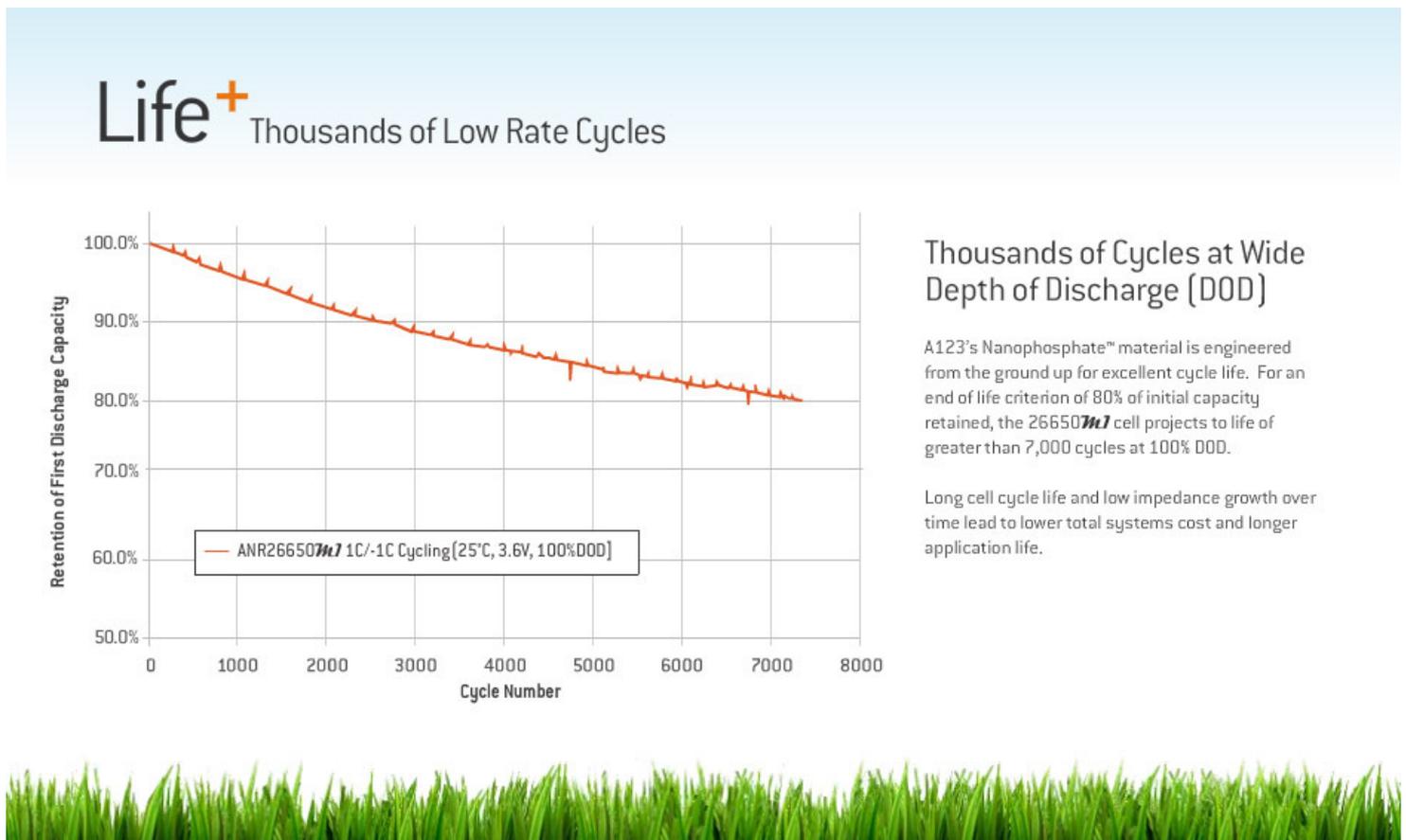
Rappelons au préalable qu'avec l'electrobike (à la structure on ne peut plus légère, photo ci-conte), assis sur une énorme bouteille de 126 litres de volume, pleine d'air comprimé à 200 bars, le conducteur a moins de 50 km d'autonomie.

Compte-tenu du rendement de compression de l'air comprimé (60%) et du rendement du moteur à air comprimé en cycle d'usage ordinaire d'un automobiliste (30%), le rendement de la prise à la roue est inférieur à 18% (perte additionnelles aux niveau de la transmission jusqu'aux roues). Il est de 80% avec la filière électricité-batterie. Cela signifie que la filière air comprimé consomme 4 fois plus d'électricité que la filière électricité-batterie. Ajoutons l'investissement énergétique nécessaire à la construction de la batterie, soit l'équivalent d'une hausse de 20% de la consommation électrique au kilomètre (Ref: C.J Rydh and B.A Sandén, *Energy Analysis of batteries in photovoltaic systems. Part 1: Performance and energy requirement, Energy Conversion and Management*, n°46, p.1957-1979, 2005). Le rendement passe alors de 80% à 64%. **La filière air comprimé consomme 3,5 fois plus d'électricité que la filière électricité-batterie, investissement énergétique de la construction de la batterie compris.** Cela signifie que si l'on passait massivement aux voitures à air comprimé, il faudrait construire 3,5 fois plus de centrales électriques qu'avec les voitures électriques à batterie. Le bilan environnemental de la filière électrique-batterie est donc 3,5 fois meilleur que celui de la filière air comprimé.

Sans parler de l'**encombrement** de la réserve d'air comprimé et du **bruit** de la voiture à air comprimé (pollution sonore). (+ masse du réservoir à air comprimé d'environ 5kg)

A noter que les moteurs électriques ont une durée de vie excellente et demandent très peu d'entretien. A noter également que le calcul ci-dessus reste valable après le changement de batterie au bout de 2000 cycles: il convient toujours de prendre le supplément de 20% dans le calcul et le résultat est inchangé.

Batteries A123Systems:



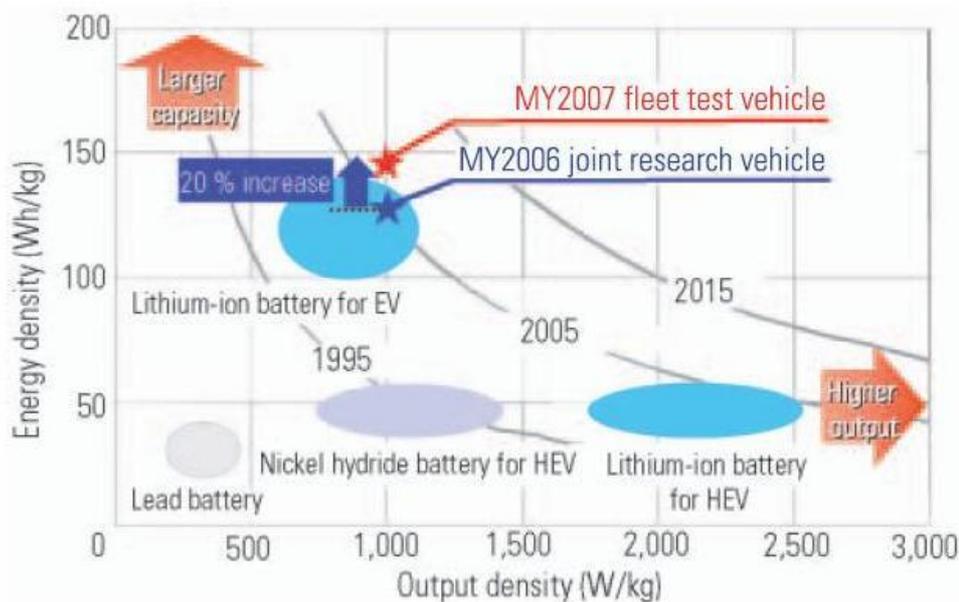


Fig. 6 Performance profile of lithium-ion battery

Investissement:

- Coût de l'airPod de MDI [40km d'autonomie estimée (voir plus bas dans ce billet), vitesse max annoncée de 70km/h]: 6000 euros ([source](#), avec photo). Coût d'un compresseur à air à haut rendement et à installer à la maison pour recharger la voiture: ? euros. Total: ?

Mais pour que la comparaison soit sérieuse, il faut prendre le même modèle de véhicule, et estimer le coût d'une Dagne à air comprimé. La Dagne électrique sans la batterie coûte 9000 euros. C'est sans doute approximativement le prix d'une Dagne à air comprimé (moteur à air comprimé à la place du moteur électrique). Ajouter le coût du compresseur à haut rendement pour la recharge à la maison: **9000 + ? = ... euros (estimation du total: 10000 euros)**

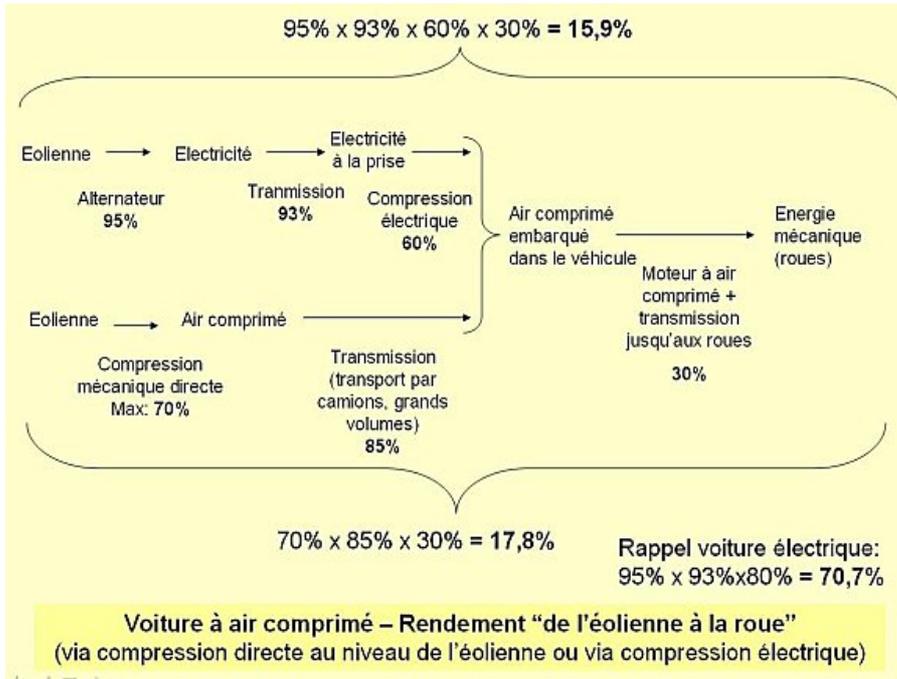
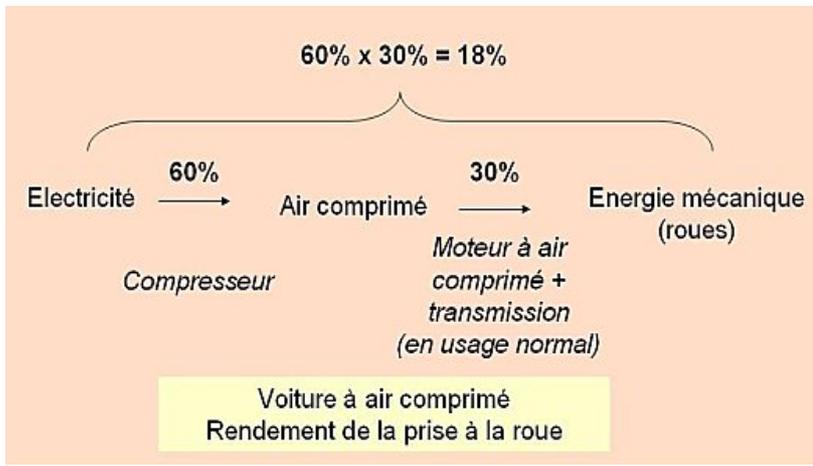
- Coût de la Dagne électrique, 200km d'autonomie; vitesse max de 190km/h, accélération de 0 à 100km/h en 5 secondes: moins de 14000 euros ([source](#); il s'agit d'un coût en phase de lancement, les coûts baisseront avec une production en masse), dont environ 5000 euros de batterie. Une batterie permettant à la Dagne d'avoir une autonomie de 40km coûte environ 1000 euros. Les performances des batteries augmentent de 8% par an depuis 10ans. La Dagne électrique avec 40km d'autonomie coûte donc **10 000 euros**.

Coût lié à la consommation en électricité:

- Dagne 100% électrique (40km = 2kWh) = **0,5 eurocents/km** en France (avec 10 eurocents le kWh EDF).
- Dagne à air comprimé: **1,75 eurocents/km** en France.

Bilan: circuler en voiture 100% électrique-batterie a un bilan 3,5 fois meilleur pour l'environnement (3,5 fois moins de centrales électriques sont nécessaires) et est plus de 3 fois meilleur marché au kilomètre. Et les performances de l'électrique-batterie sont nettement supérieures (autonomie, accélération, vitesse max, pas de bruit etc.).

* Batterie lithium phosphate ou nanophosphate: ne contient aucun élément toxique. Le lithium est recyclable à 98%. Le recyclage du lithium (qui est concentré dans la batterie) est moins coûteux énergétiquement que son extraction dans la nature (le lithium est moins concentré dans la nature): le coût du recyclage est inclus dans l'investissement énergétique de la batterie.



Extrait de l'article à l'origine des questions:



La voiture à air comprimé

C'est à Nantes qu'a été mise en place, en 1879, la première ligne de tramways à air comprimé du monde [12]. La société MDI [12] utilise aujourd'hui ce concept appliqué à l'automobile. De l'électricité est utilisée pour comprimer l'air, air qui se détend ensuite et met en marche le moteur. Le rendement de la compression (avec un très bon compresseur) est de 60%. Ajoutons que le rendement d'un moteur à air comprimé ne dépasse pas 30% (sans compter les pertes de transmission jusqu'aux roues). Ce qui nous donne un rendement global de la prise où l'on branche le compresseur à la roue de la voiture inférieur à 18%. Cela signifie que si nous passions à une économie basée sur air comprimé, nous aurions besoin de **4 fois** plus de centrales électriques que si nous passions à une économie basée sur l'électricité-batterie. Notons que le rendement du moteur à air comprimé (30%) reste bien entendu toujours le même, que l'air soit comprimé via un compresseur électrique ou directement (mécaniquement ou thermiquement) par les renouvelables. Dans le cas d'une compression éolienne

directe, le rendement de compression est au mieux de 70% avec les technologies les plus avancées [12"] (ceci au lieu de 60% avec le compresseur électrique). Soit un gain de 3%. (60% x 30% = 18% ; 70% x 30% = 21%). Cela ne changerait donc rien au problème (et ceci même si le rendement de conversion d'un alternateur d'éolienne est d'environ 95% et non de 100%), mais cela en créerait d'autres: l'air comprimé serait alors produit au niveau des fermes éoliennes ou solaires, et il faudrait alors le transporter jusqu'aux stations-service. Compte-tenu des très grands volumes en jeu, les 3% à 8% de gain au niveau de la production ne permettrait pas de compenser la consommation énergétique liée au transport. Il y aurait alors toujours le facteur 4 sus-mentionné de différence. (Les technologies de stockage de l'air comprimé sont par contre pertinentes pour lisser la production d'électricité éolienne, mais ce n'est pas directement le sujet ici).

Les performances annoncées par MDI laissent sceptiques de nombreux experts; L'Ecole des Mines a d'ailleurs publié des rapports critiques sur le sujet. Conclusion de l'un de ces rapports: "*Nous avons pu montrer ici que l'autonomie du MDI CAT était estimable à une quarantaine de kilomètres lorsque que l'on considère son fonctionnement en zone urbaine et le système de détente étagée telle que nous l'avons simulée (...)* Cette autonomie est faible et est soumise à l'influence de paramètres importants comme la température extérieure ou la consommation des accessoires. En effet en hiver, de nuit, et/ou sous la pluie (fonctionnement des essuie-glace et des phares), il est probable que l'autonomie descende en dessous du seuil des 40 km" [page 32, 13]. Le journaliste Eric Nunès résume la position de L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) dans Le Monde: "*Selon un calcul réalisé par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), les voitures développées par MDI auraient une autonomie d'environ 30 kilomètres. (...) Les sceptiques sont nombreux. Les annonces lues dans la presse sur la vente par MDI d'usines clés en main à la ville de Mexico et à Madagascar, démenties par Guy Nègre, n'éclairent pas sur l'état d'avancement des projets de l'entreprise. "L'idée d'une voiture à air comprimé est intéressante", estime un ingénieur de l'Ademe contacté par Lemonde.fr. "Si MDI a construit une voiture à air comprimé compacte avec une autonomie suffisante, il suffit d'en faire la démonstration devant l'Union technique de l'automobile et du cycle [UTAC, un organisme de certification] pour en faire la preuve."* [13']. Pierre Podevin, ingénieur de recherche au CNAM (Conservatoire National des Arts & Métiers), « n'y croit pas personnellement, à cause de la faible quantité d'énergie emmagasinée dans l'air comprimé qui serait insuffisante pour donner une véritable autonomie à un véhicule. La preuve : 300 L d'air à 300 bars contient autant d'énergie que 1,2 L d'essence... » [13"]. Un reportage France2 (Complément d'Enquête) réalisé par Thomas Horeau et Annie Tribouart retrace l'aventure MDI: "*Un ingénieur qui ne manque pas d'air*" [13"]].

La simplicité du stockage énergétique de la filière air comprimé, son bilan sanitaire et son coût potentiellement bas n'en demeurent pas moins séduisants. Une autonomie de 30 à 40km peut suffire pour certaines applications. MID annonce que son modèle *AirPod* coutera 6000 euros, s'il est homologué. Le maire de Nice s'est engagé à acquérir les premiers exemplaires produits après une éventuelle homologation (tests relatifs à la sécurité etc.), ceci à titre expérimental [13"]]. Au niveau pollution sonore, des progrès restent à accomplir [13"] (...)

<http://www.electron-economy.org/article-27286879.html>

[CONTACT](#) - [C.G.U.](#) - [RÉMUNÉRATION EN DROITS D'AUTEUR](#) - [SIGNALER UN ABUS](#) - [ARTICLES LES PLUS COMMENTÉS](#)