



**HAL**  
open science

## Performances d'un véhicule électrique utilisant une batterie lithium à base de phosphate de fer

Daniel Chatroux, Bruno Béranger, Sébastien Fiette, Marion Perrin, Eric Fernandez, Julien Dauchy

### ► To cite this version:

Daniel Chatroux, Bruno Béranger, Sébastien Fiette, Marion Perrin, Eric Fernandez, et al.. Performances d'un véhicule électrique utilisant une batterie lithium à base de phosphate de fer. EPF2010 - Electronique de Puissance du futur, Jun 2010, Nantes, France. cea-03293160

**HAL Id: cea-03293160**

**<https://cea.hal.science/cea-03293160>**

Submitted on 20 Jul 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Performances d'un véhicule électrique utilisant une batterie lithium à base de phosphate de fer

D. CHATROUX; B. BERANGER; S. FIETTE; M. PERRIN; E. FERNANDEZ, J DAUCHY  
CEA Grenoble DTH/LPAC  
17, rue des Martyrs  
38054 Grenoble Cedex 9  
daniel.chatroux@cea.fr

## **Résumé**

En 2008, une présentation sur le retour d'expérience des véhicules électriques produits en France dans les années 1995 avait montré le niveau correct des performances de l'électronique de puissance et des chaînes de traction des véhicules ; et le niveau très faible de la fiabilité des batteries, ce qui amenait à un coût d'usage prohibitif. Depuis, les batteries d'origines ont été remplacées par des batteries lithium à base de phosphate de fer qui présente des hauts niveaux de sécurité. Dans une AX, les trois packs d'origine ont été remplacés par deux packs accueillant chacun 800 éléments de petits éléments au format 26650 [1]. L'objet de cette présentation est de détailler les évolutions des performances véhicules rendus possibles par cette technologie.

## **1 Remplacement de la batterie NiCd par une batterie Lithium phosphate de fer**

Initialement, le véhicule était muni de trois packs batterie en série utilisant des modules NiCd ouverts de 6 volts. Ceux-ci ont été remplacés par deux packs contenant chacun 800 accumulateurs Lithium à base de phosphate de fer, de petite tailles. Cette technologie offre un haut niveau de sécurité intrinsèque, ce qui lui permet d'être d'hors et déjà produit industriellement pour l'outillage électroportatif.

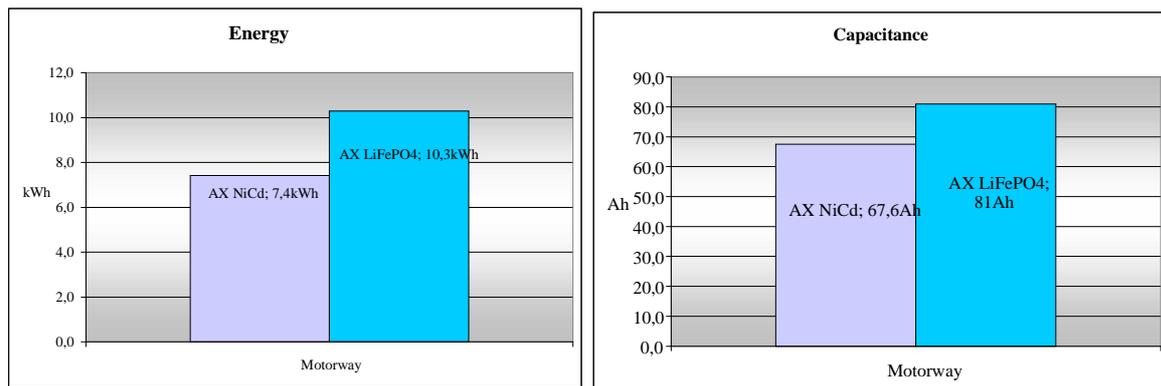


## **2 Comparaison des énergies des batteries en utilisation**

La batterie NiCd d'origine était spécifiée 12 KWh, mais par contre pour une vitesse de décharge de C/3, c'est-à-dire une décharge complète en trois heures. Le monitoring des

véhicules nous a montré que l'énergie réellement fournie en roulage est beaucoup plus faibles, classiquement de 7.4 kWh sur notre véhicule, pour un roulage sur route ou autoroute. Ceci est du au fait que la vitesse de décharge en roulage est plutôt de l'ordre de C. La totalité de la capacité n'est alors pas disponible et la résistance interne élevée donne lieu à des pertes supérieures.

On observe aussi une forte dispersion des performances batteries selon les véhicules (de 7.4 kWh à 9.8 kWh).



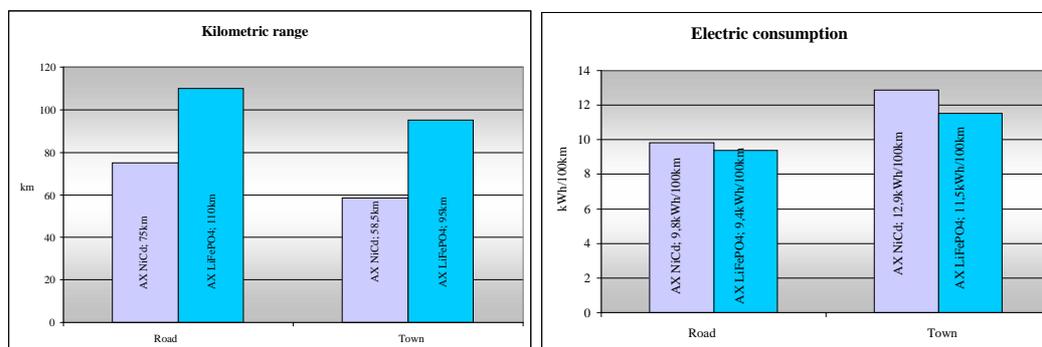
La batterie à base de phosphate de fer a été dimensionnée pour une énergie plus faible de 10.3 kWh. Par contre, du fait de la très faible résistance interne obtenue, cette énergie ne dépend quasiment pas des conditions de roulage.

La capacité spécifiée de la batterie NiCd est de 100 Ah (à C/3). En roulage la capacité mesurée est par exemple de 67 Ah (à C).

Pour la batterie LiFePO4 la capacité est constante et égale à 81 Ah.

### 3 Autonomie et consommation électrique

Sur route ou autoroute, le gain en autonomie est du à l'énergie délivrée plus importante. Elle passe de 75 kms à 110 kms.



En ville, outre le l'énergie délivrée plus importante, le gain en autonomie est du au gain en masse. La masse batterie a décré de 140 kg. Le gain en autonomie est de 38 km (95 km à comparer à 57 km).

Sur route et autoroute la consommation d'énergie est de 9.4 kWh/100 km. C'est la même

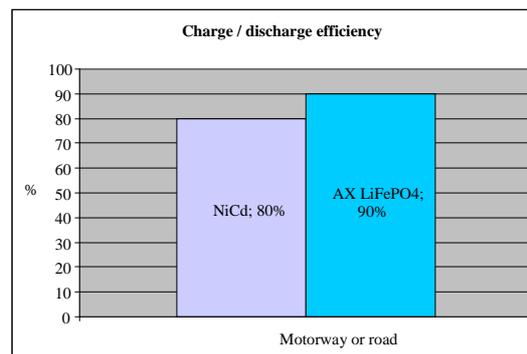
valeur qu'avec la batterie NiCd. Le gain en masse a peu d'impact à vitesse stabilisée.

En ville avec la batterie LiFePO4 la consommation énergétique est de 10.9 kWh/100 km , qui est à comparer à 12.6 kWh/100 km. En ville, le gain en masse a un fort impact.

#### 4 Rendement à la charge et décharge de la batterie

Le rendement de charge décharge est de 90 % pour la batterie LiFePO4. Ceci est à comparer avec le rendement de 80 % de celle à base de NiCd.

Les pertes sont divisées par deux.



En fait en usage réel, le gain est encore plus grand en usage réel car de nombreuses charges sont partielles, et qu'elles sont suivies d'une phase de surcharge pour équilibrage dans le cas des batteries NiCd.

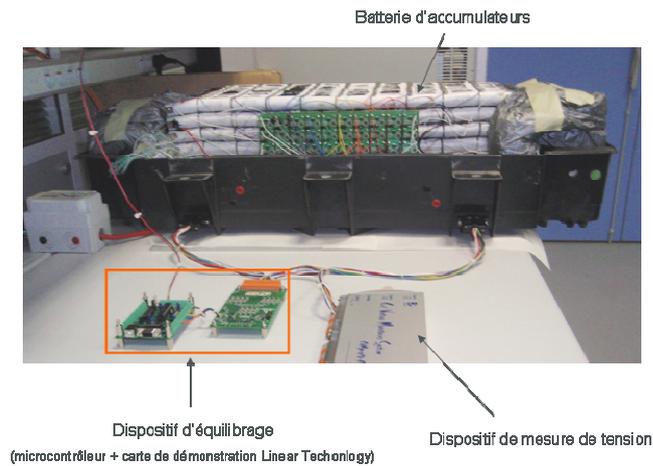
#### 5 Refroidissement de la batterie

La batterie LiFePO4 a une très faible résistance interne. Le très faible niveau de perte autorise la seule convection pour le refroidissement. Le circuit de refroidissement liquide des batteries NiCd a été déposé.

Sans circuit de refroidissement, l'échauffement est de 2°C en roulage sur autoroute et 3°C en roulage en milieu urbain.

#### 6 Equilibrage de la batterie

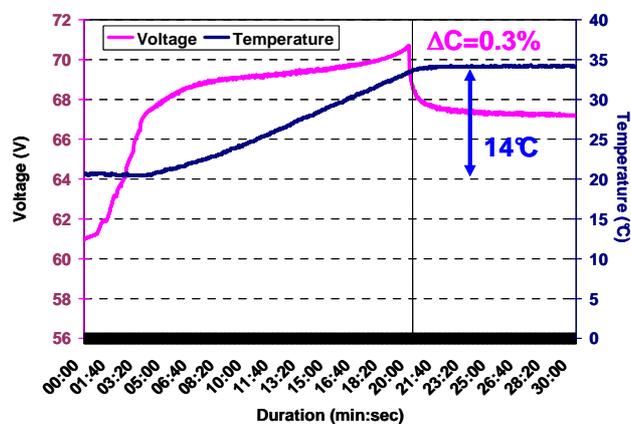
Les batteries Lithium ne présentent pas de fonction d'écrêtage interne par des réactions chimiques parasites comme les batteries au plomb, NiCd ou NimH. Un circuit électronique d'équilibrage doit être associé à chaque étage d'accumulateurs en série. Les très faibles dispersions et la qualité de fabrication des éléments utilisés permettent un équilibrage rapide en deux heures malgré un faible courant d'équilibrage (300 mA). L'équilibrage s'effectue après la charge, de manière transparente pour l'utilisateur, pour que le pack soit parfaitement équilibré avant le charge suivante.



## 7 Charge en 20 minutes

De nombreuses technologies de batteries lithium autorisent des décharges rapides, mais ne tolèrent pas de charges rapides. Les accumulateurs utilisés ont une capacité de 2,3Ah. Ils sont spécifiés pour des courants de décharges jusqu'à 120 Ampères en pointe (nous les avons utilisés jusqu'à 90A) et des courants de charge de 10 Ampères, c'est-à-dire une charge en moins de 20 minutes.

Les courbes ci-dessous montrent la charge d'un des packs du véhicule en 20 minutes avec un courant de 250 Ampères.



En moins de 20 minutes, on recharge le pack de 80%. Dans l'essai ci-dessus, le courant croît progressivement pendant les trois premières minutes.

Du fait de la très faible résistance parasite, l'échauffement n'est que de 14°C.

Même en charge rapide, le déséquilibre de capacité observé entre les étages est très faible (0,3%).

## Conclusion

La technologie de batterie lithium à base de phosphate présente une plus faible énergie massique que les technologies à base de cobalt, mais offre un haut niveau de sécurité

intrinsèque. Avec les éléments de petite taille disponibles commercialement aujourd'hui, suite aux marchés de l'outillage électroportatif, nous avons pu remplacer trois packs batterie d'une AX électrique par seulement deux packs.

A cause de la très faible résistance interne, la totalité de la capacité et presque toute l'énergie est disponible pour l'utilisation. Le gain de masse est de 140 kg, ce qui très favorable pour la consommation en ville et pour les performances en montées.

La faible dispersion et les faibles déséquilibres apparaissant lors de la charge autorisent un rééquilibrage rapide avec un circuit de faible puissance.

Nous avons faits des premiers tests concluants de charge rapide en moins de 20 minutes.

Le fait que les technologies lithium ne souffrent pas d'effet mémoire permet de remettre à la prise aussi souvent que souhaité. Ceci autorise à l'utilisateur suivant de disposer de la pleine autonomie du véhicule. Ceci supprime un point fort gênant de la technologie NiCd dans le cas de véhicule multiutilisateur.

## ***References***

[1] Bruno Béranger, Daniel Chatroux, Eric Fernandez, Sébastien Fiette: Experience feedback on electric vehicles of the French car fleet – battery impact PCIM2009 Nüremberg