

TUTO pour remplacer les batteries Du Peugeot PARTNER « Électrique » SANS modification majeure du véhicule

Conversion du pack NiMh original pour du LiFePo4

- Janvier 2021 -

Objet de ce document :

Depuis quelques années, même si d'autres « forumers » (souvent fort ingénieurs) ont déjà largement étudié et modifié leurs véhicules, il faut bien avouer que ce travail a été pour eux extrêmement chronophage, voir complexe et donc pas forcément accessible à tous, tant s'en faut.

Ne disposant pas d'assez de temps pour réaliser un tel travail, j'ai étudié la possibilité d'un remplacement des batteries dont la réalisation concrète soit la plus simple possible.

Grâce à l'application réalisée par STEENS (encore merci à lui) et en creusant cette idée de faire « au plus simple », je me suis lancé dans la transformation de mon Partner acheté en 2006 chez ACCUS SERVICE à Pessac.

Introduction :

L'idée est donc d'utiliser autant que possible les équipements d'origine du véhicule en conservant les bacs batteries et les câbles d'origine et surtout le boîtier SAGEM avec son chargeur intégré.

Tout est dit ! Au fur et à mesure de mes recherches, je me suis aperçu que l'application « Checkelec » permettait de paramétrer avec assez de profondeur le calculateur interne de ces VE PSA première génération (à l'exception d'un seul détail dont la question reste ouverte, j'en parlerai plus loin). Ainsi notre boîtier SAGEM est tout à fait capable de protéger un pack LiFePo4 aussi bien à la recharge qu'au cours de sa décharge. Il effectue même son travail avec une belle finesse !

Le dernier frein de taille dans une telle conversion, c'est la mise au point du BMS dont la réalisation est très délicate. Une erreur de calcul ou une défaillance du système mettra les batteries en défaut à coup sûr. Nous savons tous que c'est destructeur voire dangereux ! Tout en cherchant des infos sur Internet, je me suis aperçu que l'on pouvait se passer de BMS... voilà une info révolutionnaire qui allait tout à fait dans le sens de mon projet !

La conversion de mon véhicule fut donc simple :

- 1°) Reconditionnement des packs batterie
- 2°) Suppression des circuits de refroidissement et de mise en eau des packs
- 3°) Paramétrage du calculateur avec Checkelec
- 4°) Et roulez jeunesse... (Bon, c'est un travail quand même hein !)

Un pack LiFePo4 sans BMS, vous avez vu ça où ?

Et bien, je suis tombé plus ou moins par hasard, aux États-Unis, sur le site d'une boîte expérimentée en conversion EV de véhicules. : <http://evtv.me>

L'article qui m'a interpellé a été traduit et distribué par le site « escooter.free.fr », à télécharger ici : <http://escooter.free.fr/resources/CellCare.pdf>

Voilà qui révolutionne toutes nos idées reçues. En voici l'introduction :

« La sagesse commune veut que l'on affuble les batteries lithium de BMS et un mythe répandu conseille d'égaliser la charge de ces cellules pour s'assurer qu'elles sont toutes chargées au même voltage.

Cela a représenté la chance inouïe de développer et vendre des appareils électroniques à cet effet avec un profit élevé. Une industrie est née pour les fournir. Malheureusement, la plupart de ces conceptions n'ont été que marginalement efficaces et beaucoup ont été en réalité dangereuses.

Après des années d'utilisation réelle de voitures équipées de cellules LiFePo4, nous avons développé une approche tout à fait différente quant à ces cellules et à leur maintenance sur plusieurs années et kilomètres. Elle s'est révélée curieusement efficace SANS avoir à dépenser des sommes folles en systèmes de contrôle de batteries (BMS) chers et compliqués, qui transforment votre voiture en cauchemar de fils-spaghetti.

*La règle de base est de **NE PAS décharger excessivement ces cellules et de NE PAS les surcharger**. Observer ces deux préceptes vous assure de nombreuses années de loyaux services. »*

La lecture complète et détaillée de ce document m'a convaincu de tenter le coup !

Choix des batteries

Étant client occasionnel chez « AliExpress », je me suis aperçu que l'on pouvait y trouver des batteries LiFePo4 de type CALB chinoises aux caractéristiques intéressantes, chez quelques fournisseurs a priori sérieux et dont l'un d'eux a particulièrement attiré mon attention.

J'ai commandé chez « BLS Battery Official Store » : <https://blslife4battery.com>
Jason, le commercial a été très sérieux et a toujours répondu à mes questions. Tous les clients sont heureux des échanges et de leurs achats. Je n'ai également rien à reprocher pour le moment. Ces batteries fonctionnent selon leurs caractéristiques...

Mon choix s'est porté sur des CALB 3,2 V - 200 Ah. D'après les graphiques de la doc technique et pour rester en sécurité, je choisis **3,1 V min et 3,4 V max comme valeurs à ne pas transgresser**.

Calculs initiaux

Il faut avant tout coucher sur le papier l'ensemble des caractéristiques techniques envisagées que voici dans mon cas :

- + Pack NiMh original chargé à 100% : $27 \times 6,8 \text{ V} = 183,6 \text{ V}$
- + Pack NiMh original déchargé à 100% : $27 \times 6 \text{ V} = 162 \text{ V}$
- + Masse du véhicule avec son pack original : 1470 kg
- + Tension nominale du nouveau pack : $56 \text{ modules} \times 3,2 \text{ V} = 179,2 \text{ V}$



- + Pack chargé à 100 % = $3,4 \text{ V} \times 56 = 190,4 \text{ V}$
- + Pack déchargé à 100 % = $3,1 \text{ V} \times 56 = 173,6 \text{ V}$
- + Tension critique = $2,5 \times 56 = 140 \text{ V}$ (valeur à ne pas atteindre)

J'ai choisi de travailler à une tension moyenne légèrement au dessus du pack original. Je me suis inspiré du forum. Au roulage, il n'y a ainsi qu'un léger trou d'accélération entre 20 et 30 km/h (sauf en accélérant à fond). Comme je roule en douceur, en général je ne le sens pas ou à peine ! Si vous souhaitez éviter cela, il faut retirer un ou deux modules.... À tester !

Pack de 200 Ah

1°) Capacité :

Capacité totale envisagée : $56 \times 3,2 \times 200 = 35,84 \text{ kWh}$

2°) Masses & dimensions :

- + Pack NiMh : $27 \times 13,2 \text{ kg} = 356,4 \text{ kg}$
- + Pack LiFePo : $56 \times 4 \text{ kg} = 224 \text{ kg}$ (**gain de 132,4 kg**)
- + Dimensions d'une batterie (L * W * H) : $174 \times 54 \times 207 \text{ mm}$
- + Nouvelle masse du véhicule : $1470 - 132,4 = 1337,6 \text{ kg}$ (soit 2948,90 Livres)

La nouvelle masse de la camionnette est agréable à la conduite. Le moteur est plus à l'aise. C'est assez clair au dessus de 70 km/h où la vitesse grimpe plus facilement à 90. Rouler à 100 km/h sur le plat est tout à fait facile... Le véhicule n'est plus le même, on se sent dans un véhicule presque « classique »...

3°) Autonomie estimée : (Calcul selon Evtv - <http://escooter.free.fr/resources/CellCare.pdf>)

- + Consommation du Partner : $2948,90/10 = 294,89 \text{ Wh/mile}$
- + Autonomie : $(35840/294,89) = 121,54 \text{ miles}$ soit **195,6 km** à 100% de DOD

C'est assez proche de la réalité, en été... j'ai pu réaliser 215 km en roulant calmement. En hiver, c'est 170 km maxi avec un peu moins de 10 °C. En cas de gel, il ne faut plus recharger les batteries selon la doc technique BLS.

4°) Prix d'achat des modules :

- + Environ $123 \text{ €} \times 56 = 6888 \text{ €}$ environ
- + Barrettes, visseries et port compris

BLS expédie les batteries par cartons de 4 modules, très bien protégés. Le temps d'expédition est un peu long (un peu plus d'un mois de mémoire) car les batteries ne peuvent transiter par avion. C'est UPS qui assure la livraison finale à domicile.

Installation des Packs

La répartition des 56 modules s'est faite comme suit : Allègement d'environ 50 kg à l'avant et 70 kg à l'arrière.

- + Coffre avant inférieur : 16 batteries
- + Coffre avant supérieur : 0 batterie
- + Coffre central : 28 batteries
- + Coffre arrière : 12 batteries

+ Coffre avant inférieur :

Les 16 batteries sont placées ainsi :

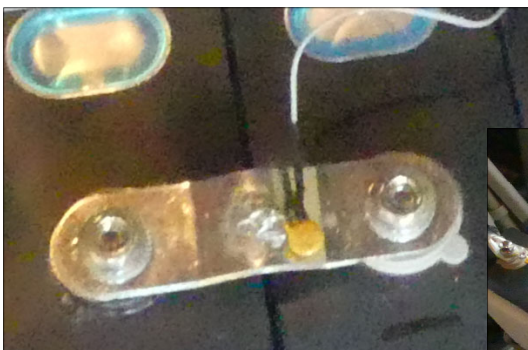


J'ai dû réaliser quelques barrettes à partir des barrettes de l'ancien pack.



Puis j'ai malgré tout installé un « fil-spaghetti » afin de pouvoir relever les tensions sans avoir à démonter les packs.

Chaque point de mesure est soudé au centre des barrettes, protégé par un disjoncteur PTC de 20 mA.



La nappe est reliée sur un connecteur industriel étanche. Je peux ainsi facilement mesurer la tension de chaque module.

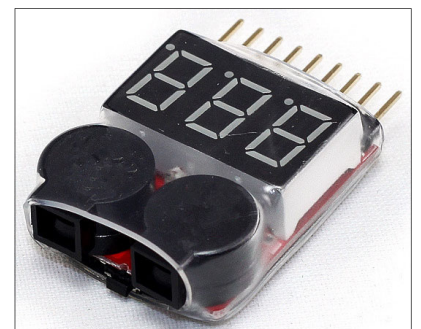
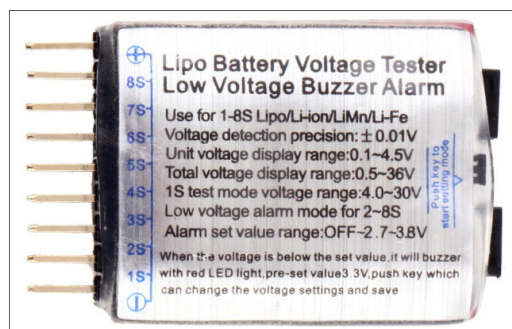
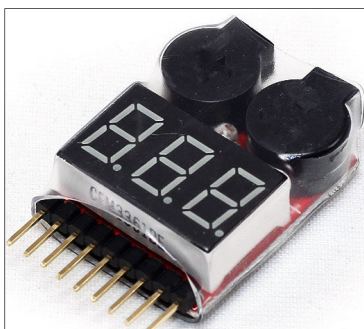


A l'autre extrémité du fil, je me suis fabriqué un boîtier basé sur 2 testeurs permettant de mesurer 8 batteries chacun. La tension de 16 batteries est ainsi affichée successivement sur les deux afficheurs.



Les testeurs sont « Made in China »... l'idée est séduisante, mais leur précision de mesure n'est pas suffisante. Je vous déconseille donc leur utilisation. Je vais devoir me faire un autre boîtier avec un système de commutateur et 2 fiches bananes pour y brancher un voltmètre.

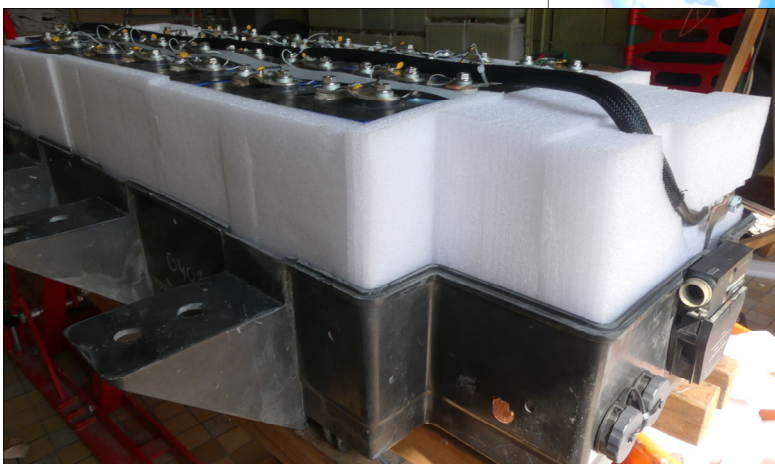
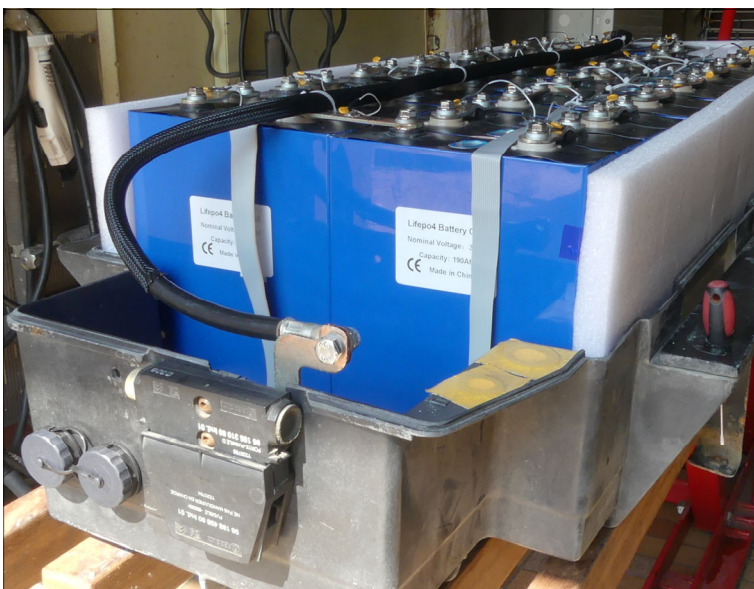
Voici à quoi ressemblent ces testeurs de batteries :



Ils ont l'avantage d'être très peu chers... ils permettent malgré tout de détecter une éventuelle anomalie sur un des packs.

+ Coffre central :

Les 28 batteries sont placées ainsi :



+ Coffre arrière :

Les 12 batteries sont placées ainsi :



+ Le coffre avant supérieur reste à sa place, mais vide avec un simple shunt intérieur reliant barrette et fusible. Je n'ai pas de photo...

Quelques infos générales concernant le montage :

- + J'ai utilisé du câble souple en cuivre de 50 mm^2 (200A)
- + Les cosses à sertir sont en cuivre de type 50 mm^2 avec trou M6
- + Il faut une pince à sertir hydraulique suffisante pour ce type de câble.
- + En cours de montage, je me suis aperçu que le radiateur était percé. Ces radiateurs aluminium sont hélas non réparables et PSA ne les vend plus. J'ai fait réaliser un radiateur sur mesure en cuivre qui est probablement plus efficace.
- + J'ai collé la sonde de température (initialement clipsée sur une batterie du coffre avant supérieur) sur le boîtier Sagem, en bas à droite (en vue de dessus) près de la durite. Elle suit ainsi

d'assez près l'évolution de la température de l'eau de refroidissement. Ainsi le ventilateur se met en route régulièrement au cours de la charge, dès que l'eau est à 30 °C.

+ Pour en revenir au radiateur, il n'a désormais qu'un seul réservoir et donc une seule pompe à eau.

+ La disposition des durites est légèrement modifiée mais c'est assez simple à faire.

+ En tout cas, c'est plaisant de retirer toutes les autres durites de mise en eau et de refroidissement. C'est la seule véritable modification du véhicule.

+ Les techniciens du Contrôle Technique n'ont absolument rien vu des modifications réalisées. La différence de masse du véhicule ne les a même pas alertés car ils sont habitués à recevoir des véhicules « blindés » d'un tas de choses plus ou moins lourdes ... la tolérance est donc grande. Notre chance, c'est aussi que les gars ne connaissent pas bien ces véhicules qu'ils ne croisent qu'une fois l'an ou presque.

+ Pour le serrage des barrettes sur les batteries, j'ai utilisé des rondelles « Nordlock ».

Réglage des paramètres avec Checkelec :

Alimentation secteur

+ Courant secteur max. : 10 A pour moins solliciter le chargeur
14 A si besoin de charger plus rapidement
Bien entendu avec un tel pack le temps de charge est nettement plus long.

Batterie

+ Nombre d'éléments : J'ai laissé 135
Ne pas trop jouer avec cette valeur car elle modifie la valeur de la « Tension seuil Ut », ce qui peut être très ennuyeux...

+ Capacité nominale : 175 A
Ainsi la jauge est bien à 100 % en fin de charge.
À 0% il reste encore au moins 15 km d'autonomie

Jauge d'énergie

+ Jauge Max. : 85%
Valeur modifiable - pour corriger le décalage éventuel d'affichage - cela permet d'assurer le 100% en fin de charge. Pour 85 % chargés la jauge indiquera 100.

+ Jauge min. : 0%

Charge

+ Tension seuil (Ut) : 192V
C'est la tension maxi que le chargeur ne dépassera pas. J'ai déterminé cette valeur avec grande parcimonie. Le chargeur doit s'arrêter avant que la tension du pack ne commence à grimper en flèche. (Attention cette valeur n'est pas prise en compte si le chargeur passe en mode "surcharge"... de toute façon il faut paramétrer le chargeur de manière à ce qu'il ne passe jamais en phase de surcharge)

+ Température de référence (Tref) : 10 °C
J'ai laissé la valeur d'origine mais de toute façon j'ai mis à 0 les deux paramètres suivants de manière à ce que le calculateur ne change pas de comportement en fonction de la température. Je crains en effet des surprises qui pourraient être fâcheuses pour les batteries.

+ Coeff Ut (T°>Tref) : 0V/°C

+ Coeff Ut (T°<Tref) : 0V/°C

+ **Durée max. phase à puissance constante :** 20,0 h
J'ai augmenté la valeur pour empêcher le chargeur de s'arrêter

+ **Compteur pilote :** de 0 à 117,5 Ah

Ce compteur comptabilise les Ah entrants et sortants de la batterie. A pleine charge cette valeur est à 0. Il est limité à 117,5 Ah. C'est ici la « question ouverte » à laquelle je n'ai pas de réponse actuellement, car cela pose problème pour les packs de capacité supérieure. En roulage, ce compteur s'incrémente jusqu'à la valeur maxi. En charge, il se décrémente jusqu'à 0. A ce point le chargeur s'arrête même si la consigne Ut n'est pas atteinte. Pour charger entièrement un pack de 200 Ah, il faut donc s'y prendre en deux temps :

1°) charger jusqu'à l'arrêt du chargeur

2°) se connecter avec l'application Checkelec et remettre ce compteur à sa valeur maxi

3°) remettre en charge pour la terminer jusqu'au bout. Cette fois c'est la tension maxi programmée "Ut" (ici 192V) qui stoppera l'opération et réinitialisera ce compteur à 0.

+ **Charge seuil phase à tension constante :** 0 Ah

Il s'agit ici d'un compteur d'Ah, à partir du moment où la tension batterie (Ut) n'évolue plus. "-10 Ah" est la valeur maxi et correspond au décompte de 10 Ah à partir du dernier changement (par ex. variation de Ut de 187 à 188 V). Si Ut n'a pas évolué au cours de ces 10 Ah, le chargeur passe en phase de surcharge ou s'arrête. Si Ut évolue le décompte est réinitialisé pour 10 nouveaux Ah et la charge continue. Sur un pack LiFePo4 les tensions évoluent très lentement, ce compteur provoque l'arrêt du chargeur à coup sûr étant donné qu'il peut s'écouler plus de deux heures à 188V par exemple. Pour empêcher son intervention, il faut mettre cette valeur à 0 Ah.

Charge Normale

+ **Courant de surcharge :** 0 A

Compte tenu de la limitation du "compteur pilote", on pourrait être tenté d'utiliser cette surcharge pour assurer la poursuite de la charge... Même en "pis aller", il ne faut pas utiliser cette phase de surcharge (à 10A maxi) qui s'effectuerait alors sans le contrôle de la tension Ut... ce serait donc faire prendre trop de risque aux batteries qui pourraient être surchargées et donc détruites. **Valeur à mettre à 0 impérativement !**

+ **Coefficient de surcharge :** 0%
A mettre à 0 avec les LiFePo4

+ **Forfait de surcharge :** 0 Ah
A mettre à 0 avec les LiFePo4 - **Toute surcharge est à proscrire !**

Charge d'égalisation

+ **Durée de surcharge :** 0 h
A mettre à 0 avec les LiFePo4

+ **Période d'activation :** 1000 Ah

On peut passer cette valeur au maximum possible, mais comme la durée est à 0, le compteur des Ah surchargés ne s'incrémentera pas, ainsi le voyant de mise en eau ne s'allumera jamais quelle que soit la valeur indiquée ici.

Charge d'entretien

+ **Durée de surcharge :** 0 h
A mettre à 0 avec les LiFePo4

+ **Courant de surcharge :** 0 A
A mettre à 0 avec les LiFePo4

+ **Seuil besoin en eau :** 600 Ah

600 Ah pour environ 4000 km - Pour les LiFePo4 peu importe cette valeur puisqu'il n'y aura jamais de phase de surcharge. Le compteur des Ah surchargés ne s'incrémentera pas, ainsi le voyant de mise en eau ne s'allumera jamais. (j'ai laissé les valeurs du pack NiMh)

+ **Seuil manque eau :** 700 Ah

Valeur au delà de laquelle il ne sera plus possible de recharger la voiture sans effectuer une charge d'entretien - Sans effet pour les LiFePo4. (j'ai laissé les valeurs du pack NiMh)

Charge d'initialisation : Charge non utilisée : Toutes valeurs à mettre à 0 !

Charge rapide : Charge non utilisée : Ne rien toucher

Précharge : Charge non utilisée : Ne rien toucher

Charge interdire : Ne rien toucher ici

Compteur Ah

Valeurs à réinitialiser peut-être au moment du changement de batteries ? Sinon laisser tel quel.

Roulage

+ **Vitesse autorisant courant max. :** 5,3 km/h

Au démarrage, cette valeur détermine la vitesse à atteindre afin que le gros voyant vert "marche avant" s'éteigne.

+ Laisser les autres valeurs sans modification.

Freinage

+ **Courant d'allumage des feux stop :** -77,4 A

Cette valeur est intéressante pour contrôler la façon dont s'allument les feux "stop" lors des phases de freinage régénératif.

Accélérateur

Ne rien toucher ici

Moteur

+ **Courant de frein moteur :** 80 A

Valeur modifiable avec prudence, plus la valeur est importante plus le moteur et le calculateur souffrent. C'est aussi cette valeur qu'il faudra ajuster pour ne pas trop solliciter les batteries LiFePo4 par temps froid par exemple. La doc technique des batteries aide bien, ici.

+ Laisser les autres valeurs sans modification.

Limitation de puissance

+ **Tension de limitation à 150 A :** 171 V

Cette valeur détermine le point d'allumage du voyant "demande de charge".

+ **Tension de limitation à 100 A :** 169 V

Le calculateur protège ici les batteries en diminuant peu à peu le courant de manière à ce que la tension ne chute pas au dessous de cette valeur programmée. Pour 169 V, chaque batterie est à environ 3,0 V. Le courant moteur est asservi à cette valeur en sorte que la tension ne chute jamais en dessous de 169 V... ainsi le courant chute peu à peu et le véhicule ralentit jusqu'à l'arrêt. Il est ainsi impossible de détruire le pack à la décharge !

Système de refroidissement

A expérimenter. On peut laisser les valeurs originales à mon sens.

Je n'ai modifié aucune des valeurs suivantes. La doc technique des batteries ne semble pas parler de la question de l'autodécharge. Les valeurs ne sont très probablement pas les bonnes, mais pour le moment je ne les ai pas modifiées...

Conclusion :

Le véhicule fonctionne tout à fait bien avec ces réglages, Je l'utilise comme je n'ai jamais pu l'utiliser avant. Il est capable d'effectuer un voyage de plus de 3 heures sans aucun souci, ce qui change considérablement « la donne » !

C'est pourquoi j'ai souhaité vous partager mon expérience avec assez de détails afin de peut-être vous décider à effectuer la transformation de votre camionnette préférée.

Le travail le plus long a été de préparer l'opération et de m'assurer que je n'allais pas me heurter à un mur !

Une fois les batteries et tous les « petits matériels » rassemblés, les travaux m'ont demandé environ une semaine, en prenant le temps de bien faire les choses. Le plus long étant le re-conditionnement des 4 bacs batterie.

La mise en route a été en mode « très surveillé » de manière à bien définir les réglages de chaque paramètre et à bien comprendre le fonctionnement du boîtier SAGEM (charge, déclenchement des seuils etc....). Vous avez ici toutes les valeurs, ce qui vous gagnera un temps précieux.

Si vous souhaitez effectuer la même chose sur une 106 ou Saxo, le travail sera le même, en adaptant bien entendu les valeurs selon votre pack. N'oubliez pas cependant d'installer un pack de 60 kWh... vous dépasseriez les capacités du calculateur, ce serait trop d'obstacles.

La seule inconnue c'est « les batteries »... qui pour le moment assurent plutôt franchement bien. Pour combien de temps, c'est une autre question. Affaire à suivre. J'espère que mon choix « chinois » n'a pas été une erreur... on pourra en parler dans le forum.

Une chose est certaine, quand je le pourrai financièrement, j'équiperai une 106 de la même manière. C'est une « transfiguration » et une « nouvelle jeunesse » pour nos anciens VE.