

## La Batterie

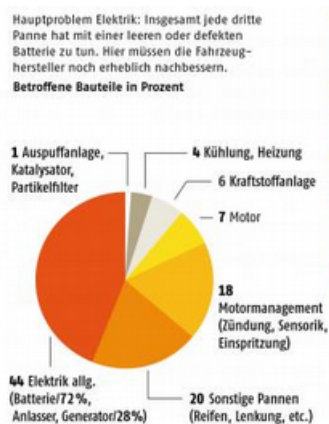
### (1) Panne de batterie !

Des batteries ont été montées sur les motos dès qu'on a eu besoin d'une tension (un peu) indépendante du régime de rotation, de conserver l'éclairage moteur arrêté, d'une énergie d'allumage indépendante du régime (allumage batterie-bobine), dès qu'on a monté un démarreur, et qu'on a augmenté le nombre d'accessoires électriques. Cela fait maintenant une bonne centaine d'années qu'on les utilise.

C'est l'organe qui cause, encore de nos jours, la majorité des pannes en auto, que dire alors de la moto, où elle est bien plus mal traitée.

Voici un rappel de quelques connaissances qui, bien que supposées connues, méritent parfois d'être rafraîchies.

#### (1.1) Statistiques de pannes

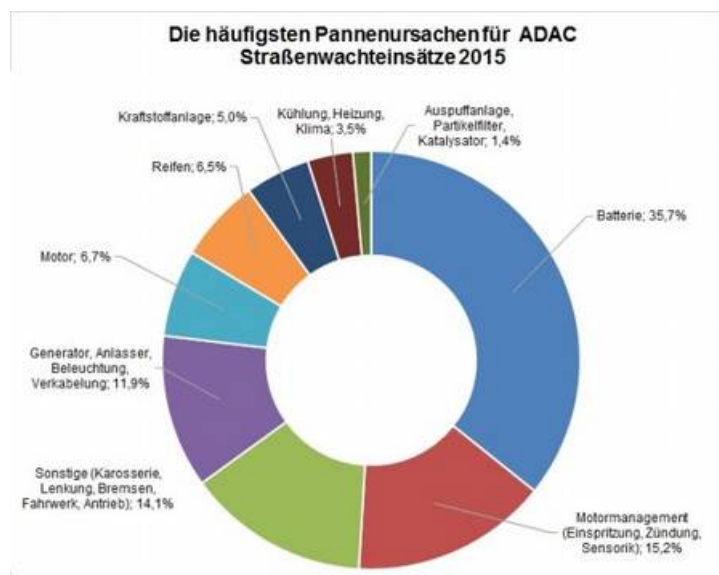


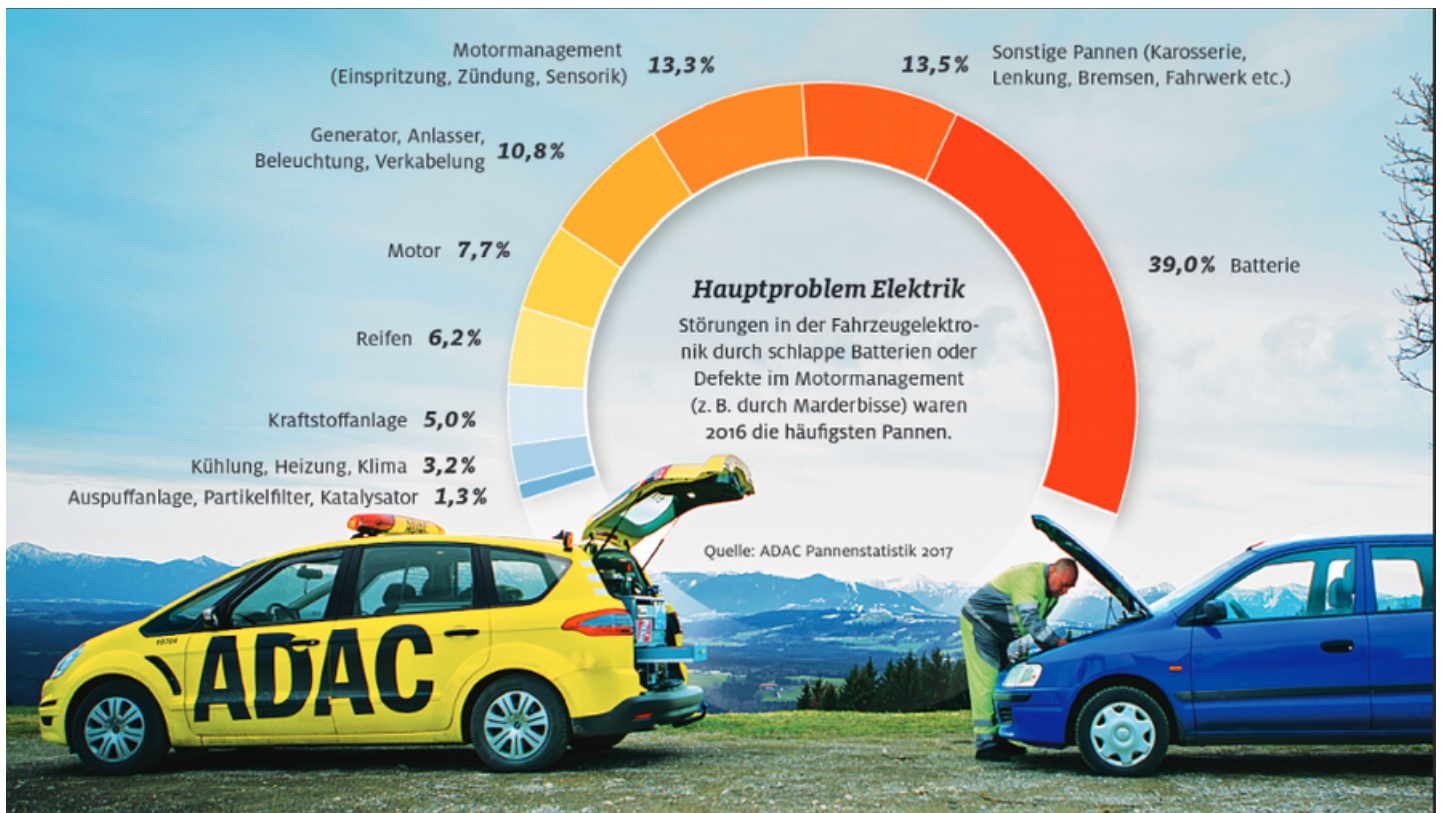
En 2013, 44 % des pannes sont d'origine électrique, dont 72 % la batterie (32 % de toutes les pannes) et 12 % le démarreur (Anlasser) et le circuit de charge !



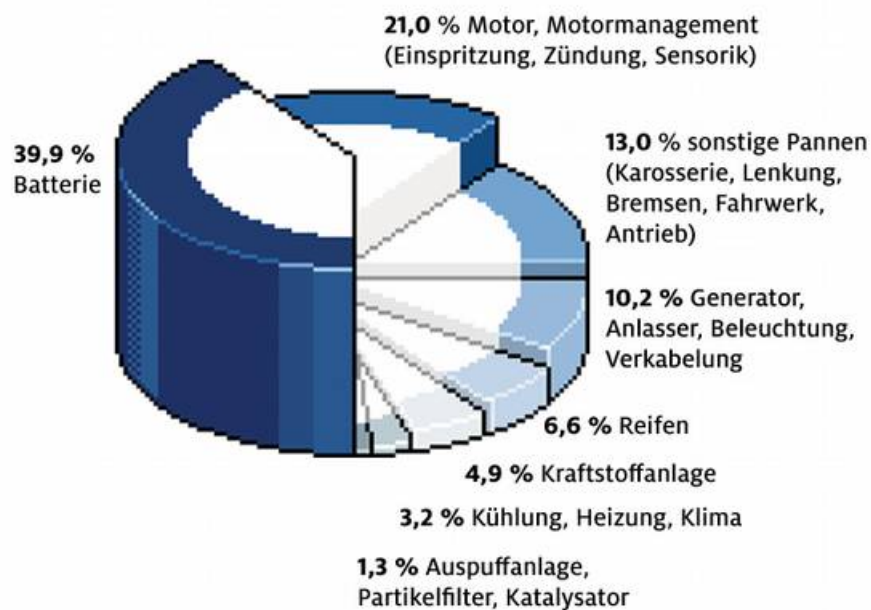
Source ADAC 2013, qui regroupe 19 millions de membres en RFA. L'ADAC prévoit que cela va aller en s'empirant, compte tenu du nombre croissant de voitures à fonction start-stop, ce qui sollicite encore plus la batterie (et aussi le démarreur). Effectivement, en 2014 : Les pannes électriques ont augmenté en 2014 et sont passées de 44 à 46 % !

Comme prévu par l'ADAC, suite à la généralisation des start-stop, les pannes de batteries et démarreurs (prétendument renforcés) les pannes de batteries tiennent le haut du pavé avec 37 %, bien que la taille des batteries ait augmenté de 50 %.





ADAC 2017, les défaillances dues à la batterie augmentent encore !

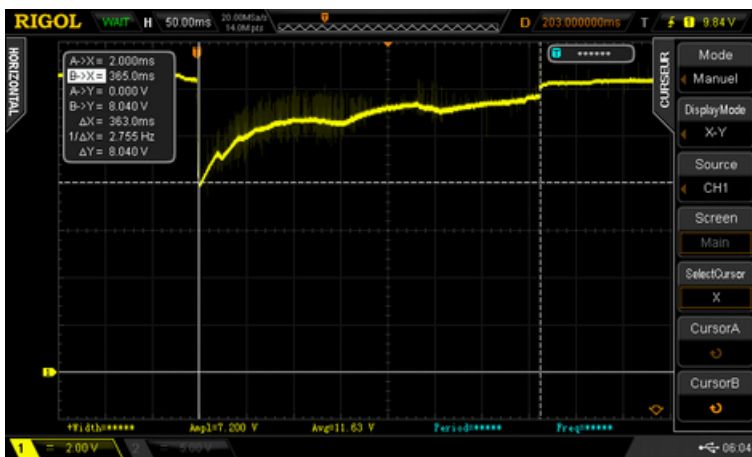
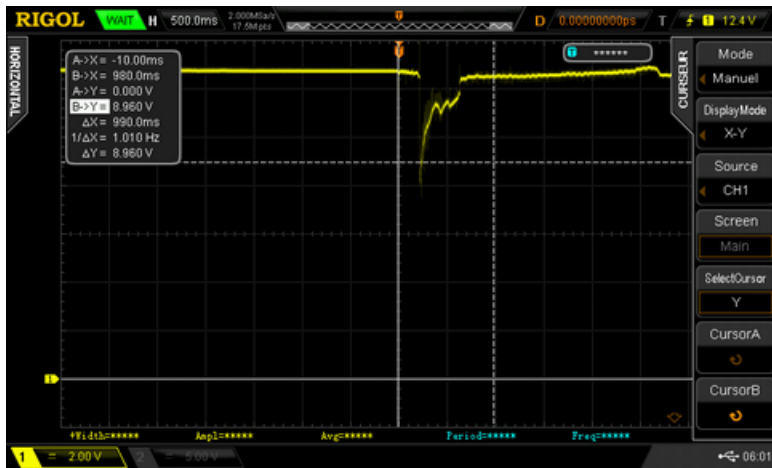


ADAC 2018, c'est la panne batterie qui domine de plus en plus

## (1.2) Le Start / Stop

obligatoire sur toute voiture neuve actuellement

démarrage à froid d'une Honda Jazz essence 2017 1400cc 130ch



le démarrage dure 0,36 secondes (contrôlés par le calculateur)  
la tension batterie descend à 8V à 20°C ext

à chaud, ça descend moins, plutôt 10V

Etonnamment, les démarreurs tiennent encore le coup, on va voir lorsque les start-stop atteindront leurs 20000 démarrages, pour des démarreurs « renforcés » avec un prix naturellement renforcé, et une batterie à changer, de préférence au prix constructeur « on va vous faire ça en même temps Madame, vous serez tranquille ».

Sur ma Honda **la batterie descend à 8V** en été, mais démarre en un tour, on reconnaît les quatre compressions avec leur surcourant. Mais on peut encore annuler par un bouton cette fonction démarreurophage et batteriephage, pour une illusoire diminution de consommation (je n'habite pas à portée d'Hidalgo mais en France profonde, sans bouchons).



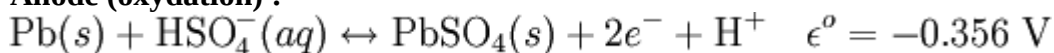
## (2) Plomb-acide

C'est quasiment la seule batterie utilisée en moto/auto. C'est la plus grande utilisation du plomb dans le monde, et qui n'a pas encore pu être interdite par les écologistes.

### (2.1) Couple électrochimique

Wikipedia (largement recopié sur le Web, y compris sa graphie, souvent sans citation d'origine) nous rappelle que les réactions électrochimiques aux électrodes sont les suivantes :

**Anode (oxydation) :**



**Cathode (réduction) :**



Cette réaction s'accompagne d'un échange d'énergie de 363kJ (86800 calories)

La tension est donc de 2,041V par élément soit 6,123V pour une batterie « 6V » et 12,246V pour une batterie « 12V » Wikipedia ne donne pas la température correspondante ni l'état de charge correspondant, supposé donc à 100 %. La température standard est souvent de 25° C ou de 20°C (avec la tolérance quand elle est indiquée, cela peut varier de ±5°C. Parfois certains sont tentés de prendre 27°C (qui correspond, comme par hasard, à une valeur ronde : 300 kelvins ou degrés absolus). Une remarque en passant : les sites français de Wikipedia sont nettement moins riches que les sites américains, est-ce le problème des sites de banlieue<sup>1</sup> ?

### (2.2) Usage

- Selon leur usage on trouve les Batterie de démarrage (moto),
- batterie de traction (nacelles, fenwicks, scooters, vélos),
- batteries stationnaires (centraux téléphoniques, onduleurs).

Elles diffèrent surtout par la forme des plaques de plomb et la capacité à débiter des courants instantanés élevés (démarrage). Les batteries de démarrage et de traction sont utilisées en cyclage, les batteries stationnaires sont utilisées à courant d'entretien (juste suffisant pour éviter l'autodécharge) dit floating ou stand-by.

#### (2.2.1) Nature du métal

Le plomb est souvent allié à une petite proportion d'autres métaux, calcium et/ou antimoine. L'effet sur la tension est minime : la tension par cellule passe de 2,15 à 2,17V, à conditions comparables bien sûr.

#### (2.2.2) Nature des séparateurs internes

La batterie possède des isolants entre les plaques dont le rôle est d'éviter les courts-circuits et de contenir l'électrolyte et laisser traverser le courant.

La batterie « classique » (flooded ou wet) est équipée d'isolant cellulose (genre papier buvard) qui ralentit les mouvements d'électrolyte, sans empêcher la stratification. Ces batteries ont une mise à l'air libre dans chaque élément, cette mise à l'air est souvent cachée, et a même parfois été accompagnée de l'appellation « sans entretien ».

L'emploi d'isolants différents a permis de fermer la mise à l'air libre, en laissant quand même une soupape qui s'ouvre en cas de surpression interne (200 mbars) : VRLA (valve regulated Lead-Acid : batterie au plomb à « régulation » par soupape).

<sup>1</sup> Des contrepèteries on pu, bien involontairement bien sûr, se glisser dans le texte et échapper à la relecture

- Batterie à fibres de verre (borosilicates) dite AGM Adsorbent Glass Mat, mat = fibre de verre non-tissée. Cette fibre de verre permet une recombinaison des gaz et limite donc la sortie de gaz (donc de l'eau de l'électrolyte). Cela n'empêche pas la stratification
- batterie au gel (gel de silice). Là, l'électrolyte est complètement figé. Il n'y a pas de stratification. Il ne faut pas non plus utiliser de légère surcharge comme pour les autres technologies de séparateurs (classique et AGM), Du coup elles sont scellées et on ne doit pas non plus utiliser de tension d'égalisation. Par conséquent, la tension de charge est nécessairement plus faible, et elles ne chargent complètement que difficilement, au sens chimique du terme. Leur résistance interne est plus forte, et elles sont moins bonnes pour les courants forts (démarrage), ou alors nécessitent d'être surévaluées. La batterie moto BMW R1100 RT est à l'origine une batterie gel et le régulateur est calé pour une tension batterie en charge de 14V alternateur, soit pratiquement 13,8V à la batterie.

La nature du séparateur influe peu sur l'électrochimie, mais seulement sur la résistance interne (et ses effets sur la tension en utilisation).

### **(2.2.3) Tension à vide**

La tension à vide (après 8 heures au repos et batterie déconnectée) dépend de la technologie

State of Charge	Sealed or Flooded Lead Acid	Gel battery	AGM battery
100%	12.70+	12.85+	12.80+
75%	12.40	12.65	12.60
50%	12.20	12.35	12.30
25%	12.00	12.00	12.00
0%	11.80	11.80	11.80

tension en fonction de l'état de charge SoC et de la technologie

#### (2.2.4) Nombre de cycles charge/décharge

La batterie perd progressivement ses performances (capacité, résistance interne) en fonction du nombre de cycles, du courant de décharge et surtout de la profondeur de décharge.

La normalisation CEI définit le nombre de cycles, à une profondeur de décharge de 60 %:

With regard to influence of temperature on number of cycles the same rules shall be used as for influence on service life (see chapter 6.8).

Note: The cycle life (calculated number of years with a specified daily DOD) can never exceed the service life! Cycle life is rather less than the service life due to non-expectable influences.

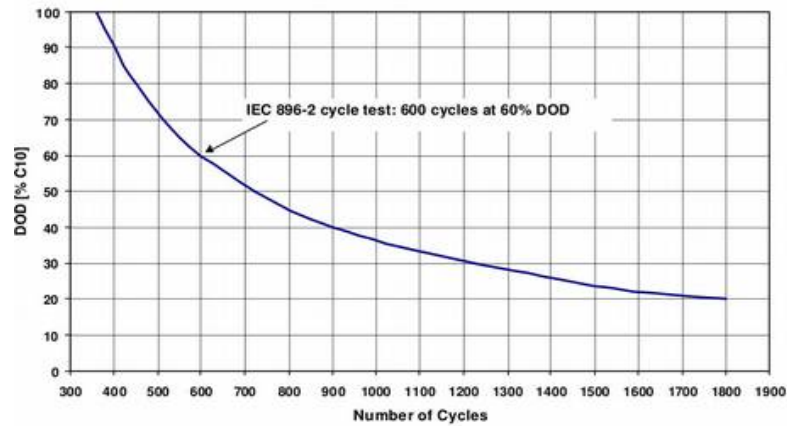


Fig. 11: A 500, A 400; Number of Cycles vs. Depth of Discharge (DOD)

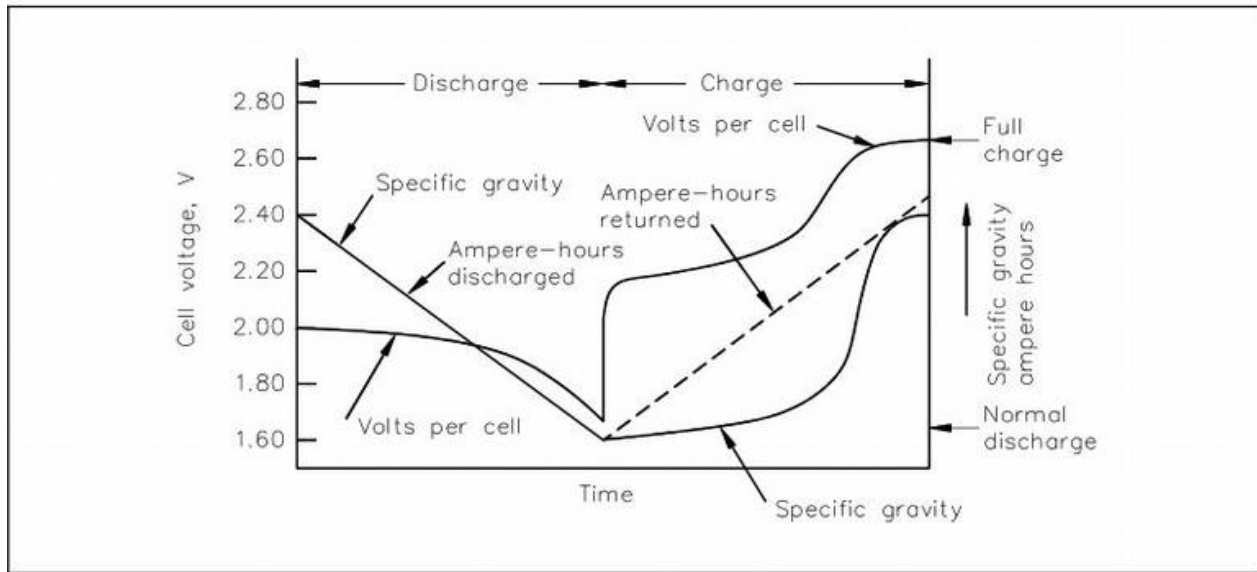


**(2.2.5) Tension de charge**

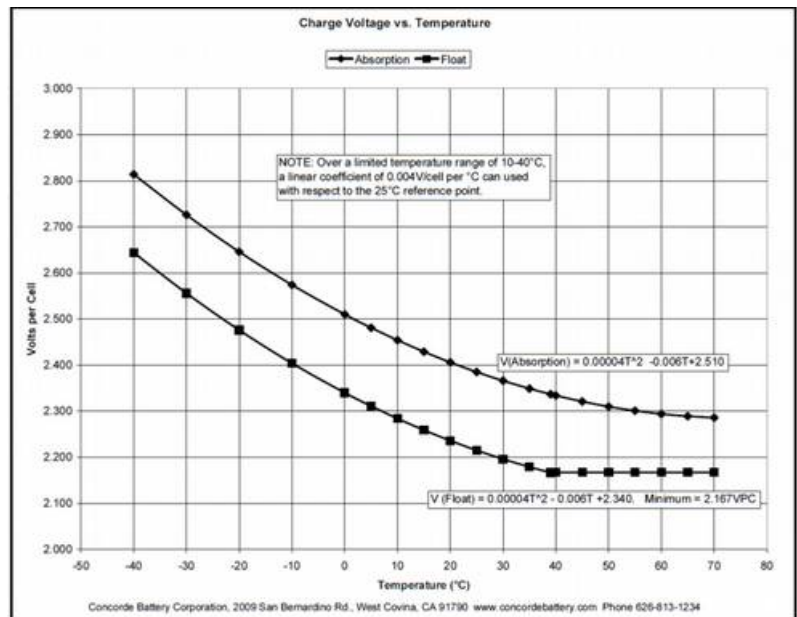
OPERATION AND CONSTRUCTION

DOE-HDBK-1084-95

Lead-Acid Storage Batteries

**Figure 8.** Changes in voltage and specific gravity during charge and discharge.

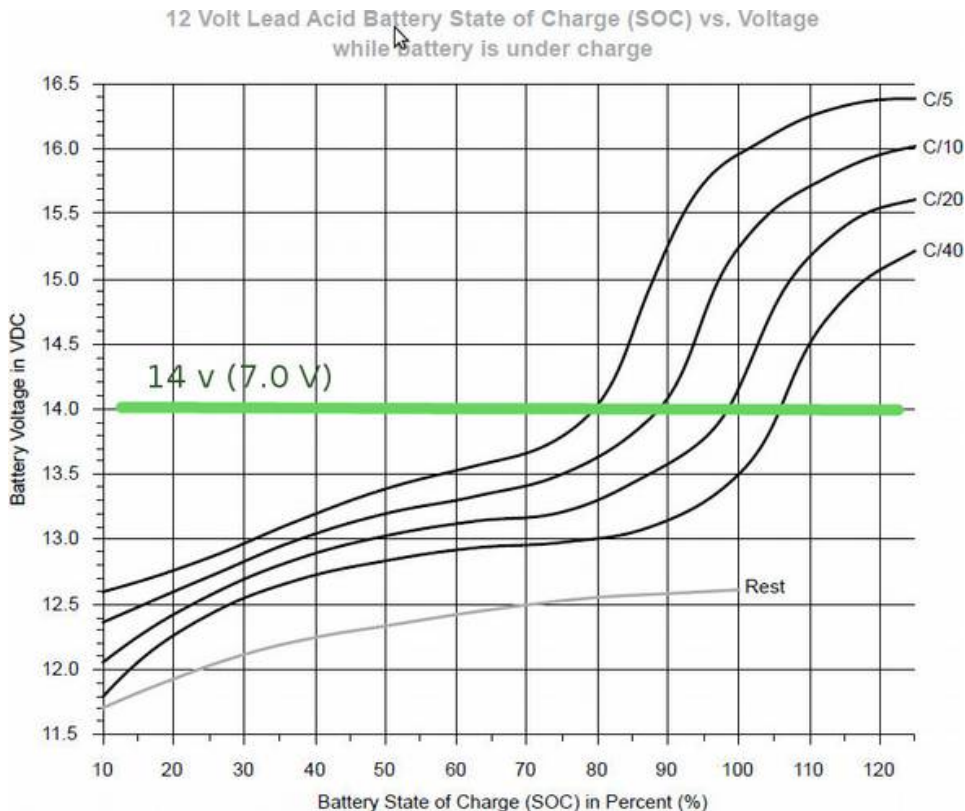
Elle dépend aussi fortement de la température.



source : concorde Battery Co  
absorption = charge en mode cyclage

Ces valeurs sont similaires pour de nombreux fabricants de batteries et de chargeurs (concorde, IBT, Powersonic, Xantrex, ,,, )

Elle dépend de l'état de charge et du courant de charge.



La différence de tension en fonction du courant de charge dépend de la résistance interne et de l'état de charge  
rest= tension batterie déconnectée depuis 8 heures

[www.scubaengineer.com/documents/lead\\_acid\\_battery\\_charging\\_graphs.pdf](http://www.scubaengineer.com/documents/lead_acid_battery_charging_graphs.pdf) rest= tension au repos

La tension doit aussi assurer le besoin de **déstratification**

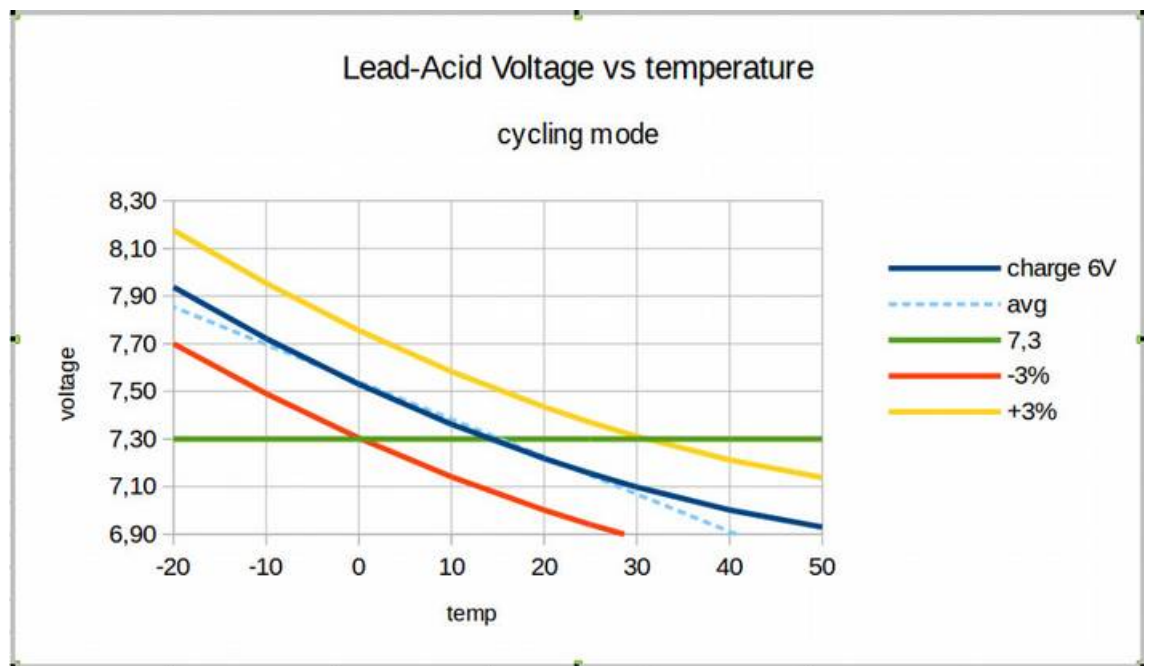
La stratification est la création d'un gradient de concentration d'acide dans l'élément, l'acide se concentrant au fond. L'élément se comporte donc comme une batterie surchargée en bas (corrosion et séparation des oxydes qui tombent au fond et provoquent des court-circuits) et déchargée en haut (sulfatation du haut des plaques)

Lorsque le courant diminue en fin de charge (C/20 à C/50) la tension de pleine charge descend vers 13,5V (7,25V) c'est pourquoi le monde auto a choisi une valeur de 14,4 V qui surcharge la batterie vers 105 % et donne une légère ébullition permanente, permettant la déstratification.

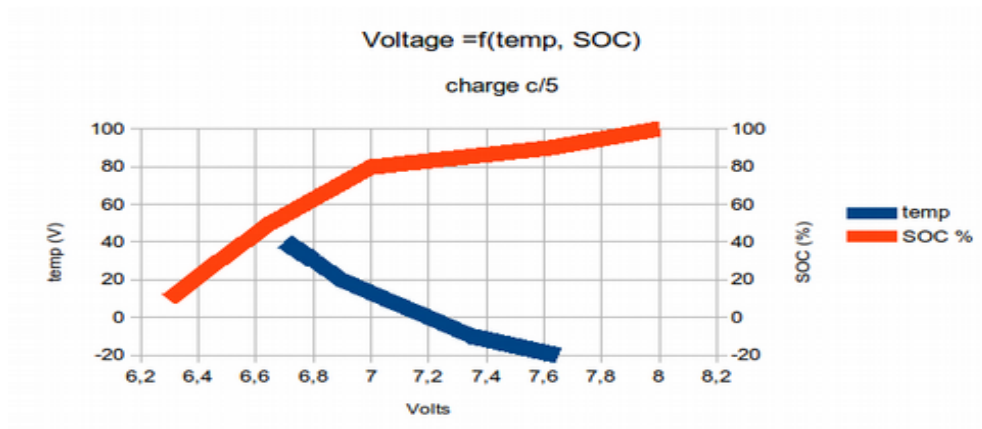
Les éléments de batterie, même nés égaux, ne vieillissent pas tous de manière identique (par exemple, les éléments au centre sont plus chauds en charge que les éléments extérieurs) et des éléments finissent par ne plus se charger complètement même avec une tension globale correcte.

Les fabricants demandent aussi une **égalisation** à intervalle régulier (de six mois à un an). On fait monter la tension encore plus haut vers 16V (8V) en surveillant la température et la concentration d'acide de chaque élément. Les éléments chargés verront leur tension peu monter (analogue à un écrêtage Zener), forçant l'élévation de tension dans les éléments à tension la plus faible. Il faut ici un courant quasiment sans ondulation, certains recommandent un panneau solaire, ignorant sans doute les performances des chargeurs modernes disposant d'une alimentation à découpage interne. Inutile de dire que le monde auto se passe joyeusement de cette égalisation. Un élément faible s'affaiblira donc encore davantage avec le temps.

compilation des valeurs de plusieurs fabricants avec une tolérance max de 3 %.



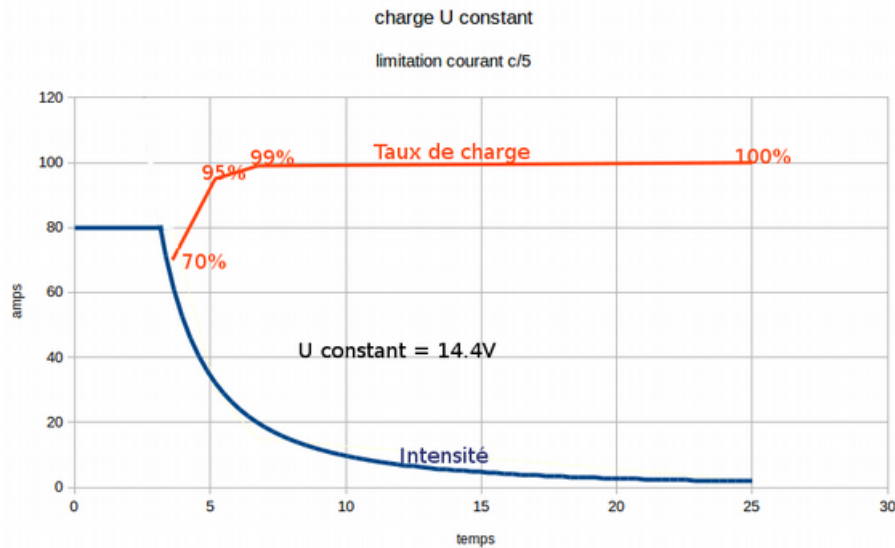
en combinant l'état de charge en charge à C/5, on obtient la figure suivante :



### (2.2.6) Mode de charge

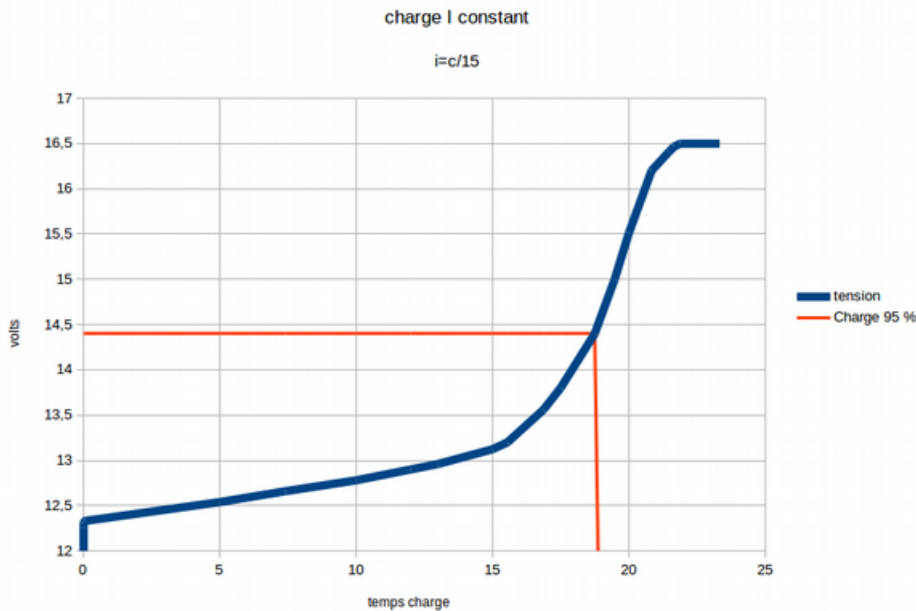
Les courbes précédentes ne prennent pas le temps en compte alors qu'il joue un grand rôle. La charge de la batterie est faite à tension constante, à courant constant, ou un mixte des deux.

#### La charge à tension constante



C'est le mode classique auto/moto. Elle est faite à 14,4V, il faut quelques heures pour charger complètement et cela finit, par surcharger la batterie et provoquer un dégazage. Le courant est limité par les caractéristiques du circuit de charge.

#### La charge à courant constant



Elle est fournie par un chargeur et possède une limitation en tension.

**Les charges mixtes** sont fournies par les chargeurs élaborés qui changent de mode avec le temps de charge et finissent par des modes d'entretien (floating) à 13,8V. Les déstratifications et égalisations, quand elles existent, sont plutôt déclenchées à la main.



### (2.3) Choix de la tension en moto.

La batterie moto se trouve balayée par l'air ambiant et sa température, hors ralenti à l'arrêt, est celle de l'air ambiant, contrairement à la batterie voiture, qui se trouve dans un volume ventilé par l'air chaud du radiateur et chauffé, les choix sont donc fondamentalement différents en ce qui concerne la température. Le monde automobile domine (écrase) les études et la publication d'informations sur les batteries de véhicules. **L'effet de la température de l'air extérieur sur la batterie ne suscite encore aucun intérêt pour l'industrie automobile.** Actuellement (2014), il semble que seuls les véhicules militaires récents US et les berlines de haut de gamme tudesques à moteur avant et batterie dans le coffre, se préoccupent de la température de la batterie. Un bon endroit de mesure est la borne de connexion, reliée métalliquement aux électrodes (vous vous demandiez à quoi servaient les deux fils torsadés qui vont aux bornes?). Certaines voitures coréennes de bas de gamme commencent aussi à en être munies.

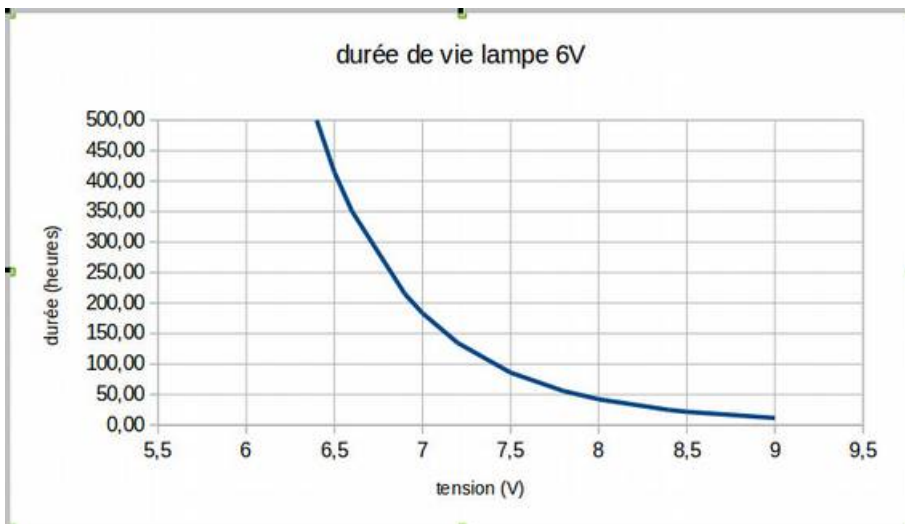
Si l'usage de la moto est centré autour de 15°C, **la tension de charge devra être de 7,3 ou 14,6V**, avec une tolérance de 3 % la plage de températures utilisable sera de 0 à 35°C. Avec une tolérance de 1 % la plage sera de 10 à 26°C.

Lorsque la température est prise en compte, la tension sera  **$V = 0,00004 \times T^2 - 0,006T + 2,510$**  en simplification linéaire de -1°C à +30°C ce sera  **$V = -0,0157153567 \times T + 7,54$**

L'idéal est de travailler avec une tolérance faible ou nulle et d'ajuster la tension pour l'été ou l'hiver. Wikipedia : *Precise float voltage ( $\pm 50$  mV) is critical to longevity; insufficient voltage (causes sulfation) is almost as detrimental as excessive voltage (causing corrosion and electrolyte loss)*

Le seul indicateur fiable (et linéaire pendant la décharge) de l'état de charge est la concentration en acide de l'électrolyte. Le pèse-acide est le meilleur instrument, parfois intégré à la batterie (bille indicatrice).

On ne peut pas toujours suivre toutes les exigences de la batterie, notamment pour l'éclairage à incandescence qui va voir sa durée de vie changer fortement,



la lampe 6V, qui dure 1000 heures, lorsqu'elle est utilisée à 6,00V (c'est la norme), voit sa durée de vie diminuer considérablement quand la tension croît. Une limitation à 7,5V laisse encore une centaine d'heures d'utilisation. Valeurs de tension à multiplier par 2 en « 12V »

**L'éclairage à LED** qui commence à apparaître sur les véhicules (comme l'éclairage xénon.) possède par nature un régulateur interne courant/tension, et est donc devenu insensible à la tension batterie.

12	sulfatation		stratification	
12,2	sulfatation		stratification	
12,4	sulfatation		stratification	
12,6	sulfatation		stratification	
12,8	sulfatation		stratification	
13	sulfatation		stratification	
13,2	sulfatation		stratification	
13,4	sulfatation		stratification	
13,6	sulfatation		stratification	
13,8	sulfatation	ébullition	stratification	surcharge
14	sulfatation	ébullition	stratification	surcharge
14,2		ébullition	stratification	surcharge
14,4		ébullition	stratification	surcharge
14,6		ébullition		surcharge
14,8		ébullition		surcharge
15		ébullition		surcharge
15,2		ébullition		surcharge
15,4		ébullition		surcharge
15,6		ébullition	égalisation	surcharge
15,8		ébullition	égalisation	surcharge
16		ébullition	égalisation	surcharge
16,2		ébullition	égalisation	surcharge

Table (approximative, juste pour donner une idée) des contraintes en tension chaque valeur dépend, en plus, de la température et de l'état de charge de la batterie. Il faut donc trouver un compromis.

### (2.3.1) Courant de charge

La batterie se charge avec un compromis courant/tension. Le courant est limité par nature avec l'alternateur type voiture (qui est choisi en fonction de la batterie), mais demande une fonction adaptée du régulateur pour les dynamos. Cette limitation de courant des régulateurs existait sur les vieux régulateurs Lucas des fifties, mais est absente des régulateurs électroniques actuels du marché, il n'y a même pas de fusible !

Le courant de charge doit être aussi « lisse » que possible : **absence d'ondulation de courant** (ripple current). Les fabricants tolèrent généralement 5 % de la capacité  $c$  (en Ah). C'est un courant caché, difficilement mesurable, et correspond à une ondulation de tension très faible, car la résistance interne étant elle-même faible et le courant dépend de la tension depuis G. Ohm. Cette résistance interne augmente avec le vieillissement de la batterie.





source C&D technologies

41-2131/0212/CD

9

www.cdtechno.com

3. The maximum allowable ripple voltage during the float phase of charging should be limited to 0.5% of the float voltage.
4. The maximum allowable ripple voltage during cycle service charging should be limited to 1.5% rms of the charging voltage.
5. When performing periodic maintenance, the AC ripple current should be measured to assure it is less than the recommended maximum of 5 amperes rms per 100Ah. If the measured value is increasing from the original value it may be an indication that the charger output filters are degrading and require replacement.

**l'ondulation admissible en tension est donc de 70 mVc/c (batt 12V)** ou 35mVc/c (batt 6V)



## Charge en floating

Pour recharger et maintenir correctement la charge des batteries, nous préconisons la charge à tension constante à 2.275V +/-1% par élément (à 20°C). A cette tension, aucune limitation du courant de charge n'est nécessaire, les batteries limiteront, en début de charge, la pointe de courant ( $3 \times C_{20} \text{max}$ ).

Le courant d'ondulation doit être limité à  $0.05C_{20}^*$ .

A noter que pour les montages en série des batteries, une dispersion des tensions de floating de chaque monobloc, due à la recombinaison des gaz, peut être observée.

Cette dispersion peut être de +6% / -3% en début de vie et +/- 2% après 6 mois d'utilisation.

## CAUTION

- Do not Short Circuit
- Do not charge in a sealed container
- Service life and operational characteristics will be affected by temperature
- AC Ripple reduces service life

[www.yuasa.com.au](http://www.yuasa.com.au)

source manuel technique Yuasa np12,

**l'ondulation admissible en courant en cyclage est de 50mA pour une batterie 10 Ah 5%)**

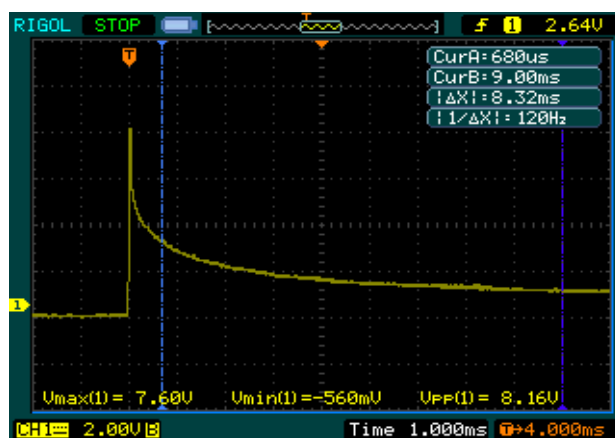
Les chargeurs «de supermarket» ancienne génération qui n'ont qu'un lourd transfo, un redresseur et éventuellement un ampèremètre (chargeurs heureusement en voie de disparition), sont des tueurs de batterie, au moins par leur ondulation AC (100 % de l'affichage en courant !), ensuite par leur tension non contrôlée.

La charge moto par dynamos génère un ripple courant variant selon la technologie du régulateur et la source de charge (dynamo/alternateur).

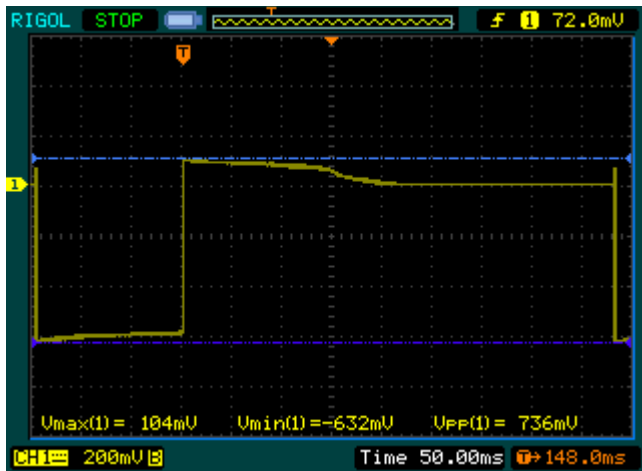
Les régulateurs électromécaniques anciens (par ex Lucas MCR2, des fifties) travaillent à une fréquence relativement élevée (100 à 200Hz). Le temps de récupération de la bobine d'inducteur est faible avec un régulateur électromécanique type MCR2 ou sa copie indienne Wassell (malgré les autres défauts rédhibitoires du Wassell)

Le temps de récupération influe directement sur l'amplitude de l'ondulation du courant, car une récupération courte entraîne une faible amplitude du courant inducteur (constante de temps  $t=L/R$ , typiquement 30ms).

Récupération avec résistance 55 ohms (Wassell) Yx10, la constante de temps est inférieure à la milliseconde



Les régulateurs électroniques, qui utilisent quasiment tous une diode silicium simple, en roue libre sur l'excitation, ont un temps de récupération de l'excitation de 150ms (temps pendant lequel il continue de passer du courant dans celle-ci, donc la tension n'est pas encore descendue, qui commande à son tour la reprise du courant). Le ripple current est donc maximum, ON ou OFF à 100 %. Le cyclage de courant est ici à 5-8 Hz



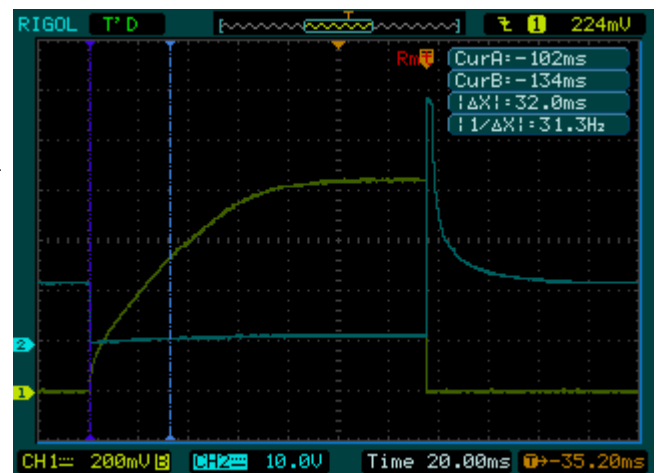
$$\text{toff} = L \times I / (V_z + V_d)$$

C'est aussi un moyen de vérifier l'inductance qui est ici de 47mH.

Une Zener à 80V (cas Wassell) aurait

donné un temps de 13ms, soit une réduction significative du AC ripple

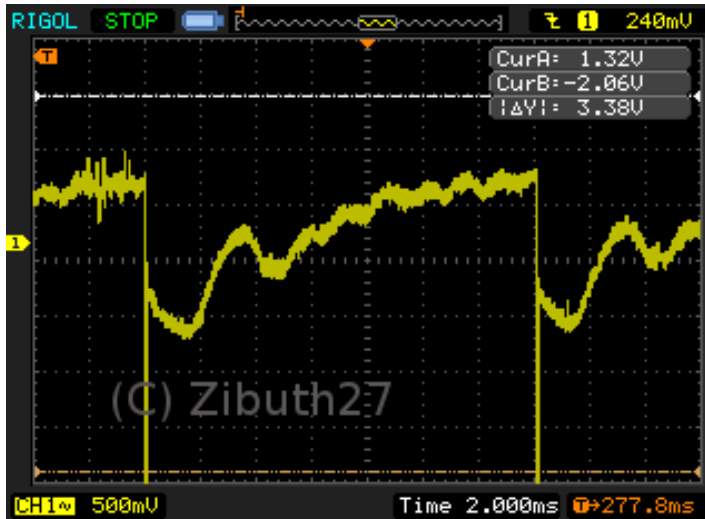
Allure de la montée du courant dans l'excitation de la dynamo (Lucas E3H). La tension de sortie en est l'image, La tension batterie va augmenter lorsque la diode de jonction (cut-out) conduit et devrait cesser d'augmenter dès que la bonne tension est atteinte, et non pas continuer (si la constante de temps le permet).



### (2.3.2) Charge par alternateur

La charge par alternateur triphasé aimants permanents est réputée ne pas générer d'ondulation (encore une légende urbaine ! <sup>2</sup>). C'est évidemment faux : à chaque alternance, lorsque la tension est supérieure à la tension batterie, il y a présence d'une pointe de courant qui s'arrête brutalement lorsque les thyristors conduisent (alternateur à aimants) : tension (et donc le courant) en dents de scie.

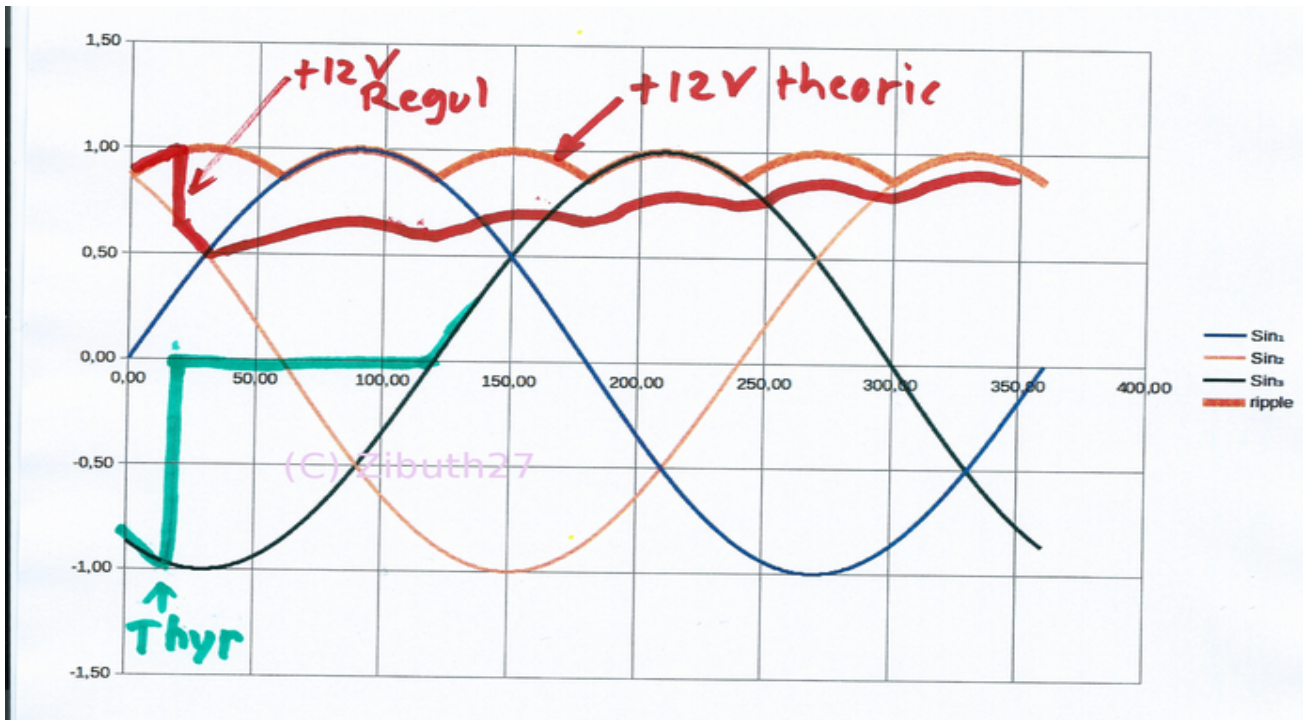
Dans les alternateurs à inducteur, le courant cesse lorsque le régulateur coupe l'inducteur, il y a de plus un courant à chaque alternance lors de la conduction des diodes : tension (et courant) en chapeau de sinusoïde avec retour au nominal plus ou moins long,



Cas de l'alternateur triphasé Kawasaki W800

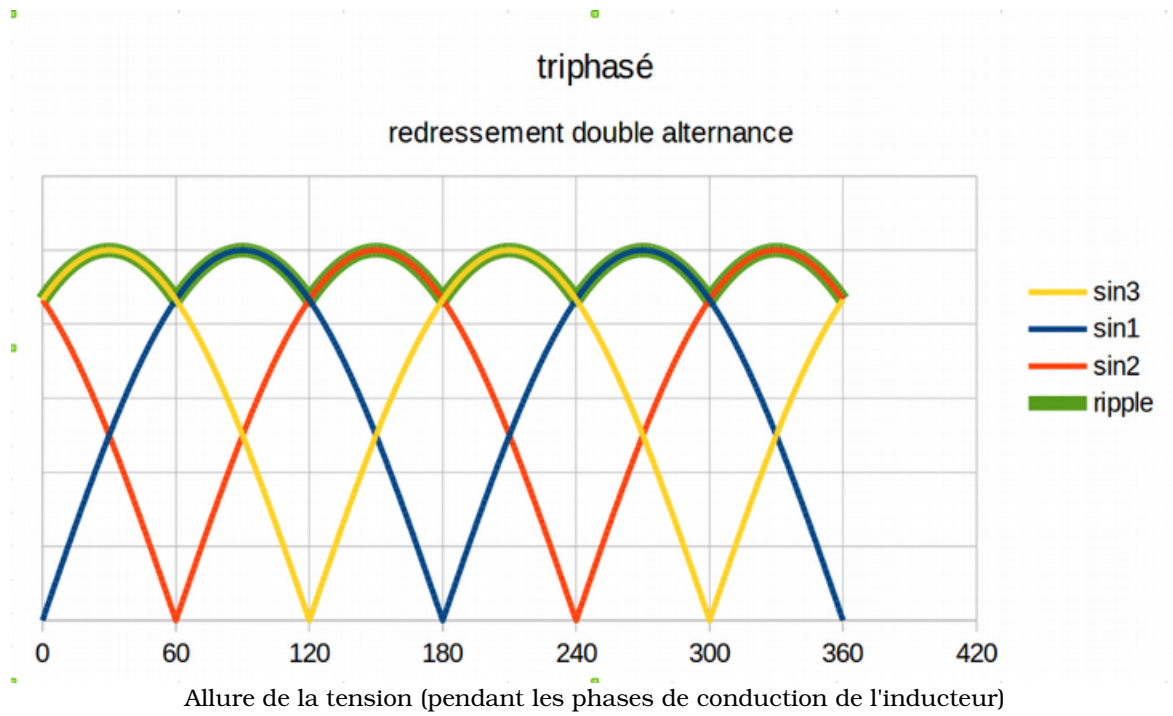
On est loin des 70mV c/c autorisés et la fréquence moyenne dépasse les 50 Hz

Exemple des crêtes de tension pour un **alternateur « à la japonaise »**. On voit que si la batterie ne débite pas (ou si l'alternateur est capable, sans l'aide transitoire de la batterie, de débiter seul la charge, ce qui est rarissimement le cas) la composante alternative (ripple current) est nulle, mais s'il y a un débit de la batterie (phares obligatoires par exemple), la tension de batterie tombe au-dessous de la tension de déclenchement des thyristors, il y a du courant et la tension est en dents de scie. La valeur efficace moyenne du courant de recharge est égale à la valeur du courant de phares : on dépasse couramment la valeur de  $c/5$  admise !



La valeur efficace de l'ondulation en tension devrait être inférieure à 0,5 % .

Dans le cas d'un alternateur automobile, le redressement double alternance triphasé induit une ondulation de tension (donc de courant prenant en compte les résistances internes alternateur & batterie, et les résistances de câblage) de 13 % (à courant inducteur constant).

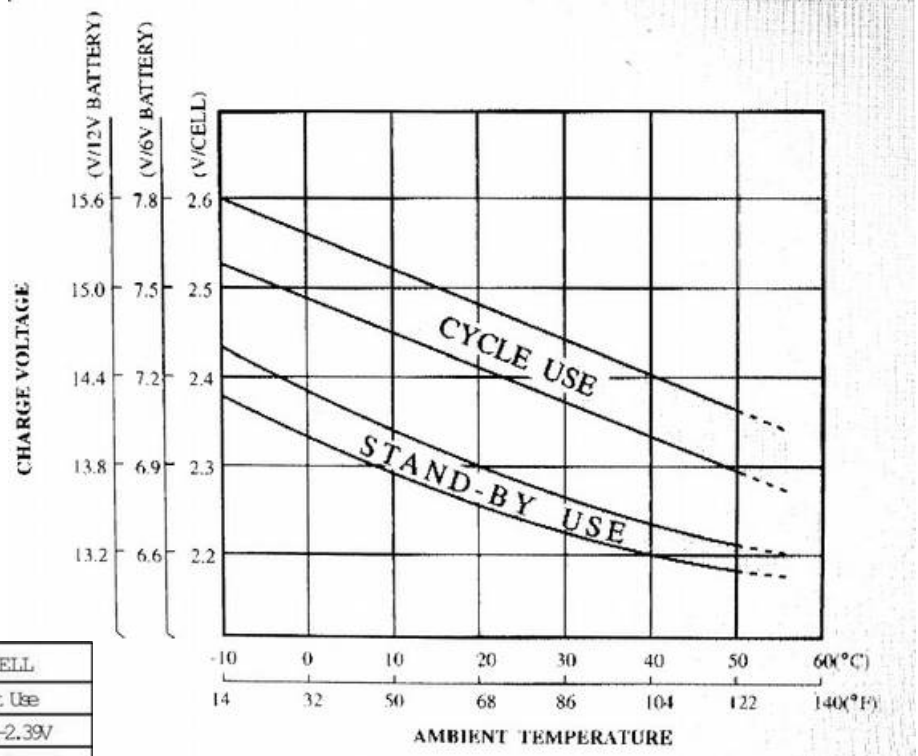




## (2.4) Docs fabricants d'accus au plomb

Il est difficile pour le particulier d'avoir des informations des grands fabricants un tant soit peu détaillées, d'un autre niveau que « la batterie Extra-Super est meilleure que la batterie Super-extra », mis à part Yuasa et quelques rares fabricants. Voici quelques docs que j'ai pu glaner sur le Net.

**IBT**

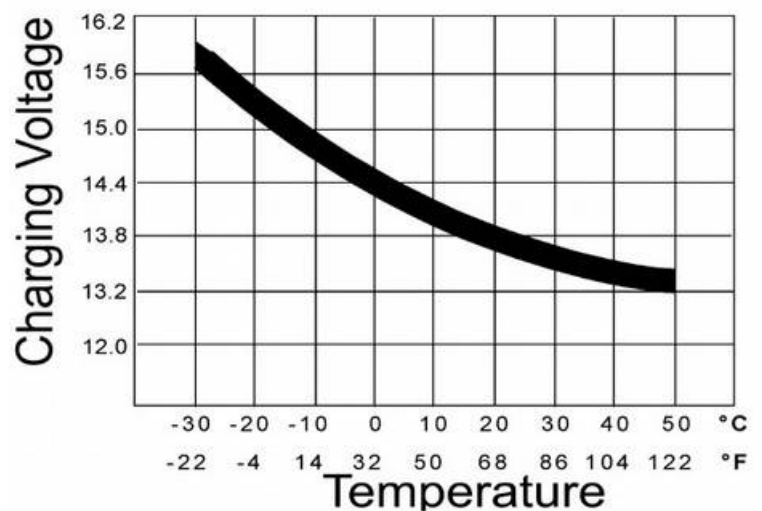


**Powersonic**

AMBIENT TEMPERATURE	CHARGE VOLTAGE PER CELL	
	Cyclic use	Float Use
4 °F (-20 °C)	2.67-2.77V	2.34-2.39V
14 °F (-10 °C)	2.61-2.71V	2.32-2.37V
32 °F ( 0 °C)	2.55-2.65V	2.30-2.35V
50 °F (+10 °C)	2.49-2.59V	2.28-2.33V
68 °F (+20 °C)	2.43-2.53V	2.26-2.31V
77 °F (+25 °C)	2.40-2.50V	2.25-2.30V
86 °F (+30 °C)	2.37-2.47V	2.24-2.29V
104 °F (+40 °C)	2.31-2.41V	2.22-2.27V
122 °F (+50 °C)	2.25-2.35V	2.20-2.25V

Figure 23: Temperature Compensated Charge Voltage

Chargeur Xantrex



## Gamme NP - Batteries plomb sans entretien

## NP4-12

SPECIFICATIONS		
Tension nominale	12	V
Capacité en 20h (C20) à 1.75V/élé. (20°C)	4	Ah
Capacité en 10h (C10) à 1.75V/élé. (20°C)	3.7	Ah
DIMENSIONS		
Longueur	90 (±1)	mm
Largeur	70 (±1)	mm
Hauteur		mm
Hauteur bornes incluses	106 (±2)	mm
Poids (typique)	1.75	kg
TYPE DE BORNES		
Cosse à languette (type Faston, montage rapide, démontable)	4.7	mm
PLAGE DE TEMPERATURE DE FONCTIONNEMENT		
Stockage	-20°C à +60°C	
Charge	-15°C à +50°C	
Décharge	-20°C à +60°C	
STOCKAGE		
Perte de capacité par mois à 20°C (approximatif)	3	%
MATÉRIAU DU BAC		
Standard	ABS (UL 94-HB)	
Option flamme retardante (FRI)	ABS (UL94-V0)	
TENSION DE CHARGE		
Tension de charge en floating à 20°C	13.65 (±1%)	V
	2.275 (±1%)	V/élé
Coefficient de correction de tension de charge en floating en fonction de la température (à partir de 20°C)	-3	mV/élé/°C
Charge en cyclage (ou rapide) à 20°C	14.5 (±3%)	V
	2.42 (±3%)	V/élé
Coefficient de correction de tension de charge en cyclage en fonction de la température (à partir de 20°C)	-4	mV/élé/°C
COURANT DE CHARGE		
Limite de courant de charge en floating	Pas de limite	A
Limite de courant de charge en cyclage (ou charge rapide)	1	A
COURANT MAXIMUM DE DÉCHARGE		
1 seconde	120	A
1 minute	40	A
COURANT DE COURT-CIRCUIT ET RESISTANCE INTERNE		
(selon la norme EN CEI 60896-21)		
Résistance interne	N/A	mΩ
Courant de court-circuit	N/A	A
IMPÉDANCE		
Mesurée à 1 kHz	40	mΩ
PERFORMANCES ET CARACTÉRISTIQUES		
Voir manuel technique	NP	
DURÉE DE VIE		
Classification EUROBAT: Commercial Standard	3 à 5	ans
Durée de vie Yuasa à 20°C	5	ans
SÉCURITÉ		
<b>Installation</b>		
Peut être installée et utilisée dans toutes les positions, sauf à l'envers en permanence.		
<b>Poignées</b>		
Les batteries ne doivent pas être suspendues par les poignées si poignées.		
<b>Soupapes</b>		
Chaque élément batterie est équipé de soupape pour permettre aux gaz de s'échapper et aussi assurer l'étanchéité.		
<b>Dégazage</b>		
Les batteries VRLA produisent de l'hydrogène qui, mélangé avec de l'air peut devenir explosif. Ne pas installer les batteries dans une enceinte étanche.		
<b>Recyclage</b>		
Les batteries VRLA YUASA en fin de vie, doivent être recyclées selon la législation nationale en vigueur.		

## Fiche Technique



## ISO 9001 - Système d'organisation qualité

ISO 14001 - Système d'organisation environnementale  
 EN 18001 - Système d'organisation hygiène et sécurité  
 EN 18001 - Systèmes d'organisation hygiène et sécurité  
 UNDERWRITERS LABORATORIES (UL)



## NORMES

IEC61056



TOUTES LES DONNÉES PEUVENT ÊTRE MODIFIÉES  
 SANS INFORMATION PRÉALABLE  
 Version N°: V.2 / Date de version: Mars 2010



YUASA BATTERIES  
 FRANCE  
 Zac des Chesnes Ouest  
 13 rue du Morelton  
 39070 Saint-Quentin  
 Fallavier

[www.yuasaeurope.com](http://www.yuasaeurope.com)

NP

Le coefficient de correction en température (donné ici comme linéaire, et seulement au-delà de 20°C alors que la batterie est utilisable à -20°C) est indiqué à -4mV par élément, soit -12mV/°C pour une batterie 6V et -24mV/°C pour une batterie 12V. Selon une autre doc Yuasa (manuel technique MT/NPV12 20/2008), la tension de charge par élément est de 2,47V/élément à 20°C soit 7,41 pour 6V et 14,82 pour 12V, mais elle est spécifiée en cyclage à 1 %. D'autres docs Yuasa (manuel technique) imposent une précision de 1 % au mode cyclage aussi.

## (2.5) Régulateur compensé Lucas

### B.S.A. Service Sheet No. 804 (cont.)

régulateur Lucas MCR2 des fifties  
(attention au facteur correctif de résistance  
du régulateur qui augmente la tension)

#### Test Data

##### CUTOUT

Cut-in voltage

Drop-off voltage

Reverse current

##### MCR.1

6.2—6.6 volts

3.5—5.3 volts

0.7—2.5 amperes

##### MCR.2

6.3—6.7 volts

4.5—5.0 volts

3.0—5.0 amperes

#### Regulator

#### SETTING IN OPEN CIRCUIT

10°C. 50°F.

8.0—8.4 volts

7.7—8.1 volts

20°C. 68°F.

7.8—8.2 volts

7.6—8.0 volts

30°C. 86°F.

7.6—8.0 volts

7.5—7.9 volts

40°C. 104°F.

7.4—7.9 volts

7.4—7.8 volts

Lucas, qu'il est politiquement correct de décrier, était pourtant un des rares à se préoccuper de la température et du courant batterie

## (2.6) compensation voiture

Depuis une dizaines d'années, les véhicules militaires terrestres US doivent prendre en compte la température. Depuis, le cartel PorshaudimercoBM, dans ses Grossberlines, place les batteries hors du capot moteur (sous le siège passager ou dans le coffre) et un câble bifilaire torsadé sort d'une au moins des électrodes, qui ressemble furieusement à une sonde de température. Pour le mécano de base, c'est simplement une liaison vers le « calculateur ». Depuis peu, je les vois sur des voitures de bas de gamme comme une Hyundai i10. Dans cette voiture, la tension suit en plus un algorithme curieux : la tension, mesurée à un régime supérieur à la conjonction comme 2000rpm, augmente avec le débit du radiateur de chauffage (consommation de 1 à 10A). La tension régulée suit la loi de compensation de batterie plomb-acide :  $-18\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ .

temp	Charge 1	Charge 4
11		14,48
14	14,28	14,34
27	14,2	

## (2.7) Résumé des exigences de la batterie plomb-acide

### (2.7.1) Exigences de tension

- La tension doit être adaptée à la température, tout écart réduit sa durée de vie. L'idéal est une compensation automatique en fonction de la température de la batterie.  
Tension par élément =  $0,00004T^2 - 0,006T + 2,510$
- Pour ne pas sulfater, la batterie doit être en mode cyclage ( $V > 7V$  /  $V > 14V$  à  $20^\circ$ )
- La tension dépend légèrement de la technologie (au repos) : classique=12,7V, AGM=12,8V, Gel=12,85V
- Les batteries au Gel ne doivent surtout pas atteindre la tension d'ébullition, d'où une tension de régulateur plus faible et donc une utilisation hors capacité max.
- La sous-charge entraîne la sulfatation de la batterie.
- La surcharge entraîne une corrosion : les plaques positives tombent en particules au fond, malgré le sac de retenue, et finissent par détruire l'élément par court-circuit partiel ou violent
- La surcharge à haute température entraîne des risques d'explosion par emballement thermique.
- La tolérance de tension est étroite de 1 à 3 % selon qu'on s'accorde une dégradation plus ou moins rapide, théoriquement 0 %.
- Toute batterie au plomb, même au gel, « évapore » de l'eau par électrolyse même avant que la charge de 100 % soit atteinte. La consommation est de 1 gramme d'eau par 0,111 Farad (2,97Ah) de surcharge.
- Le seul moyen d'éviter partiellement la stratification (concentration différente en haut et en bas des éléments, qui entraîne une corrosion en bas et une sulfatation en haut des plaques) est de surcharger légèrement, de 5 à 10 % et de créer ainsi des bulles qui homogénéisent l'électrolyte.
- Une surcharge un peu plus forte apporte une égalisation des charges des éléments (les éléments chargés vont tendre à maintenir leur tension, les éléments déchargés se chargeront alors).
- Déstratification par ébullition légère ( $> 14,34V$ )
- égalisation demandée par le fabricant à intervalles réguliers (récepteurs débranchés, la tension étant notablement plus élevée, jusqu'à 16V)
- une batterie au plomb utilisée seulement en floating ne se charge pas à fond, et finit par sulfater
- la tension doit être limitée pour rester compatible avec une durée de vie acceptable des lampes à incandescence, avec la généralisation des phares à LED (qui comprend automatiquement un limiteur de courant intégré), ce besoin diminue.

### (2.7.2) Exigences de courant

- Le courant de charge devrait être maîtrisé (automatique par construction de l'alternateur, à intégrer dans le régulateur pour les dynamos)
- Le courant de charge ne doit pas être pulsé. Or le fonctionnement par commutation (le seul envisageable par Lucas) entraîne une ondulation du courant (ripple current) qui devrait rester inférieure à 5 % de la capacité de la batterie. Plus la fréquence de commutation est faible, plus l'ondulation est importante pour la même valeur moyenne de la tension (à cause de la constante de temps de l'inducteur).
- Les chargeurs bon marché ont une ondulation à 100 % du courant et sont à proscrire.

### (2.7.3) Exigences d'entretien

- déstratification (14,34V/7,2V @20°) qui consomme un peu d'eau.
- Égalisation à intervalles réguliers : 16V, batterie déjà chargée, pas d'ondulation de courant (chargeur de base interdit), surveillance individuelle de la concentration d'acide pour chaque élément pour déterminer l'état de charge vrai.

### (3) Fer-Nickel

A la fin de la dernière guerre, la pénurie de plomb (utilisé en grande quantité pour les batteries de sous-marins et les munitions) a fait utiliser des batteries Fer/Nickel, nécessitant des tensions différentes. Cela n'a pas duré longtemps, et ces batteries n'existent plus (en neuf évidemment, les originales sont mortes depuis longtemps)

### (4) Cadmium-Nickel

Pas utilisées en moto

### (5) Lithium

C'est actuellement la grande confusion !

Les batteries lithium sont clairement prévues pour un usage charge séparée de la décharge, comme pour les appareils photo, les téléphones ou les voitures électriques.

Les batteries lithium n'autorisent pas la charge permanente, la charge doit s'arrêter lorsque le courant (en mode tension constante) diminue jusqu'à atteindre environ 3 % de C, précisé par le fabricant.

Elles sont actuellement totalement inadaptées pour l'usage moto malgré les pubs (des fabricants ? Ou des vendeurs?)

Leur grand intérêt, outre leur poids plume, est leur résistance interne faible, donc on peut les recharger avec un courant plus important et cela entraîne la capacité à débiter un courant plus important, eu égard à leur capacité : on peut donc utiliser une batterie de capacité totale bien plus faible pour débiter le courant du démarreur. La tension de charge de 14,6V max en mode cyclage bien mise en avant, a vite fait de faire oublier aux vendeurs qu'il faut arrêter à un moment le courant de charge.

Le premier argument mis en valeur (c'est pareil aux US) est la compétition, sauf qu'en compétition on n'a pas besoin de recharger la batterie et du coup, on peut même enlever l'alternateur. Les voitures électriques, elles aussi, se chargent et se déchargent alternativement.

Sa **faible résistance interne** permet d'utiliser une batterie de capacité plus faible que la batterie plomb à remplacer.

Sa résistance interne, par contre, est sensible à la température, au point de ne pouvoir démarrer la moto à 0°C.

La littérature sur les batteries lithium est abondante, contradictoire et confuse. Il semble que cette batterie supporte un « floating » (mode équivalent à l'utilisation classique des batteries plomb en auto/moto), mais à une tension inférieure à sa tension normale de charge et donc à charge incomplète. Voir batterie Exide-Sonnenschein. Par exemple, à une tension de 3,6V/élément, ce qui est une charge au **cinquième de la capacité** et la **tension du circuit sera de 12,00V**, c'est pas terrible !

#### (5.1) batteries SOLISE

« la batterie ne prend pas feu et n'explose pas » Solise n'est visiblement pas au courant des ennuis de Boeing, téléphones-malins et des ordinateurs portables !

Le chargeur fourni par Solise n'a que deux fils, il lui est donc impossible de surveiller le comportement individuel de chaque élément. Ce n'est guère mieux pour Yuasa en plomb, qui publie des coefficients en température et dont les chargeurs de batterie plomb ne compensent pas la température.

Pendant ce temps, les témoignages de problèmes d'utilisateurs de batteries lithium (pour qui compétition = forcément meilleur) s'accumulent, aux USA !





## Pourquoi utiliser une batterie moto lithium SOLISE ?



### Un poids plume

Le poids est divisé par 7, elle ne pèse que 650gr au lieu de 5Kg (batterie plomb 14Ah). Elle est utilisée en compétition pour alléger la moto.

### Elle s'adapte sur tous les modèles

Grâce à sa petite taille elle peut se loger dans tous les emplacements. Son système de connexion lui permet de s'adapter à tous les modèles borne plus à gauche ou droite etc.



### Un montage simple et rapide

Elle est prête à l'emploi, il suffit de la connecter et de l'utiliser. Pas besoin de remplir d'acide, de la laisser reposer ou encore de la recharger. Elle peut être mise dans n'importe quel sens.

### Une durée de vie importante

Elle a une durée de vie 5 fois supérieure que les meilleures batteries plomb.



### Un hiver tranquille sans entretien

A l'aide du connecteur on peut isoler la batterie cela prend 10 secondes sans outil. La batterie peut rester à l'extérieur car elle résiste à des températures de -30°C. De plus il n'est pas nécessaire de la recharger durant ces longues périodes car elle peut rester plus de deux ans sans être utilisée en conservant son énergie.

### Une sécurité optimale

La batterie, de par sa conception, ne prend pas feu et n'explose pas en cas de choc violent ou de percement contrairement aux batteries lithium ion qui peuvent s'enflammer ou aux batteries plomb remplies d'acide.



### Une recharge rapide

Après un démarrage normal la batterie met moins de 60 secondes pour se recharger.

### Une batterie écologique

Elle ne contient pas de métaux lourds comme le plomb ou le mercure qui sont responsables d'une multitude de pathologies. Elle est donc facilement recyclable. A savoir que le plomb est la première cause de pollution mondiale (suivant l'OMC 1,3 millions de décès chaque année [en savoir plus](#)). Il est nécessaire de protéger notre planète pour nos enfants.



## Boutique

[RECHERCHER](#)
[VOTRE PANIER](#)
[CONTINUER LES ACHATS](#)

### Chargeur de batterie lithium 12V 2A

(Code: CH1202)

**15,00 EUR** (15,00 €)

En Stock

Envoyer à un ami

**AJOUTER AU PANIER**

Tension de charge 14.5V  
Courant de charge 2A  
Protection contre les courts-circuits  
Protection contre les surcharges  
Protection contre les surtensions



### Articles complémentaires



Adaptateur connecteur moto pour chargeur

**13,00 EUR**

Copies d'écran du 22/08/2014

## (5.2) Fiche technique de la BMW HP4 Race



(c) 2017 - www.lerepairedesmotards.com - crédit photo : BMW

- Cadre principal monocoque en carbone n'accusant que 7,8 kilogrammes sur la balance.
- Partie arrière du cadre en carbone de type autoporteur, réglable sur trois hauteurs.
- Jantes en carbone à poids réduit d'environ 30 pour cent par rapport à des jantes en alliage léger forgé.
- Fourche inversée Öhlins type FGR 300.
- Combiné ressort/amortisseur Öhlins type TTX 36 GP.
- Étriers de frein Brembo monoblocs type GP4 PR associés à des disques de frein en acier T-Type-Racing d'un diamètre de 320 millimètres (épaisseur : 6,75 mm) à l'avant.
- Moteur de course au niveau des moteurs du Championnat du Monde débitant 158 kW (215 ch) à 13 900 tr/min et un couple maximal de 120 Newtons-mètres à 10 000 tr/min.
- Boîte de vitesses racing « close ratio » à rapports de démultiplication adaptés.
- **Système électrique à poids optimisé avec une batterie lithium-ion léger de 5 Ah.**
- Tableau de bord 2D et système d'acquisition de données 2D, enregistreur de données compris.
- Contrôle de traction dynamique DTC (programmable sur 15 niveaux, rapport par rapport).
- Frein moteur EBR (programmable sur 15 niveaux, rapport par rapport).
- Protection anti-wheeling (programmable rapport par rapport).
- Launch Control (fonction de départ automatisé).
- Pit lane limiter (limitation de la vitesse dans l'allée des stands).
- Éléments de carénage légers en carbone dotés de fixations rapides.
- Coloris BMW HP Motorsport.
- Fabrication manufacturée de 750 unités.

On ne sait encore pas comment fonctionne le système électrique ; mais ce type de pub va inciter encore plus de bricolos, et leurs marchands du temple, à monter des batteries lithium !

La moto semble destinée à un usage course : appellation « Race » et limite de production à 750 exemplaires, il se peut que :

- la batterie est chargée avant la course, et se décharge pendant
- la batterie sert uniquement au démarreur
- l'ABS, gros consommateur d'ampères mais d'utilisation sporadique doit être traité spécialement ; par exemple sur la batterie avec compensation calculée ?

Contrairement à la batterie plomb, la charge de la batterie lithium est peu sensible à la température

Tarun Huria univ Pise  
in : High fidelity electrical model with thermal  
dependence Lithium batteries

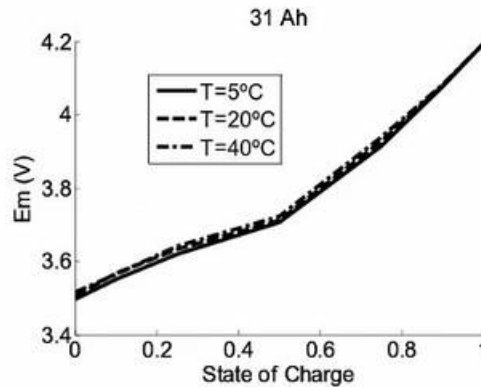
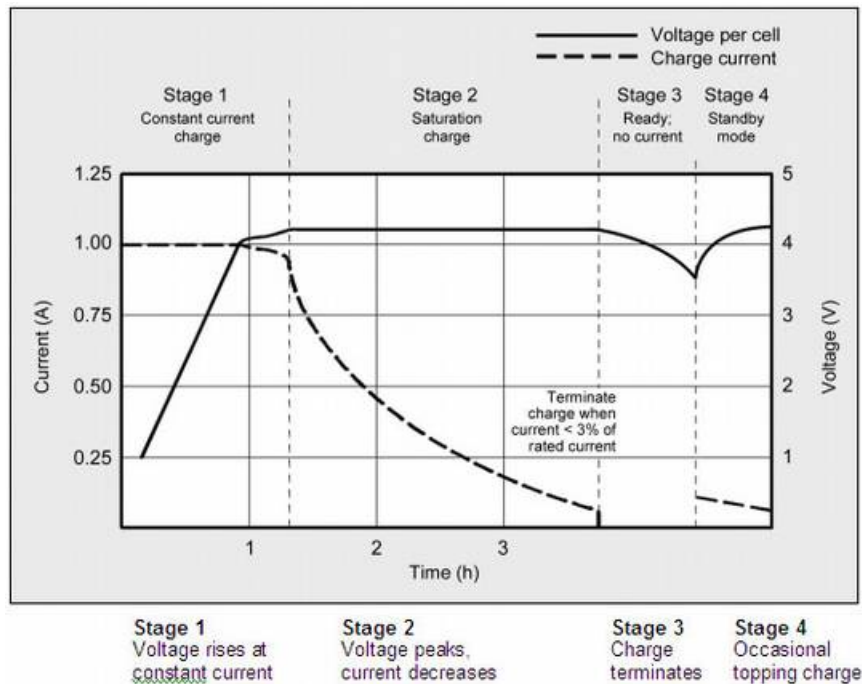


Figure 8. Electro-motive force ( $E_m$ ) as a function of  $T$  and SOC. Temperature dependence is minimal compared to SOC dependence.

### (5.3) Charge en alternat (charge et décharge séparés)



La tension pendant la charge est spécifiée par le fabricant (et donc normalement suivie par le chargeur), de l'ordre de 4,2V par cellule. À la fin de la charge (tension 4,2, courant 3 % du courant de charge, stage 2) le chargeur est déconnecté. Après un certain temps, la tension baisse naturellement pour atteindre la tension nominale de la cellule (stage 3), et ce, même en l'absence de tout courant débité. Si on branche un chargeur sans avoir réellement débité de courant, le chargeur suit ses spécifications (il voit une tension inférieure à 4,2V), et relance donc une charge jusqu'aux 3 % de consigne d'arrêt de charge, ce qui est ici une surcharge. La valeur de 3 % me semble être taillée pour tolérer un petit nombre de fois une recharge complémentaire (stage 4 : occasional topping charge), **mais un quidam obsédé par la charge parfaite de sa batterie**, et qui recharge fréquemment sa batterie (« tu vois bien qu'elle en avait besoin puisqu'elle se charge encore pendant 10 minutes ») va finir par détruire sa batterie par surcharge, peut-être avec parfois des conséquences extérieures, le mieux est, ici aussi, l'ennemi du bien. La seule charge à donf autorisée est possible quand un organe de surveillance mesure et mémorise la quantité de décharge vraie et est associé en permanence à la batterie (coulombmétrie).

#### (5.4) Charge en usage moto (charge et décharge simultanés)

Pour certains fabricants, les modes cyclage ou floating n'ont pas tout à fait le même sens qu'avec les batteries au plomb. Plomb, floating = tension plus faible, définie par le fabricant pour ne pas perdre la charge sans courant débité, lithium = tension permanente appliquée, non publiée par le fabricant, l'utilisateur prend ses risques (en fait, détruit plus ou moins rapidement sa batterie).

En fait « supporte le floating » signifie qu'elle se dégrade un peu moins vite, il est très difficile de savoir à quelle tension, on ne fait que compenser les pertes internes (très faibles) ce qui dépend du fabricant, de la température, de la cellule et de son vécu. Il n'y a guère de publications précises et justifiées sur la Toile. Dans une batterie, la cellule du milieu, même si totalement fabriquée comme ses sœurs, n'a pas le même vécu : sa température est différente puisqu'elle n'a pas les mêmes échanges avec l'air ambiant. Son usure est donc différente. La batterie au plomb évacue le surplus d'énergie de charge par « ébullition » de l'eau ce qui la rend beaucoup plus flexible, sauf la batterie gel.

## (5.5) Exide-Sonnenschein

Ce fabricant donne des indications sur l'utilisation « floating » de ses batteries :

Sa batterie est prétendument « plug & play » en remplacement des accus typiques au plomb. Youpie !

Si elle était de construction 3S (3 élément série) la tension de charge de 14,6V donnerait une charge à Des indications de la datasheet (charge à 14,6V et floating à 13,8V soit par élément 3,65V charge et 3,45V float, on déduit que la batterie est en fait une 4S. En effet, pour 3S, on aurait 4,86V charge et 4,6V float, valeurs absurdes et hautement explosives !

### Sonnenschein Lithium LC (Low Current)

Sonnenschein Lithium offers a simple 'plug-and-play' replacement for typical lead-acid battery applications.

The Lithium Ion modules offer 40Ah and 20Ah with a peak load capability of 80A and 60A respectively. Sonnenschein Lithium incorporates built-in automatic protection and does not require an external battery management system for optimum usage.

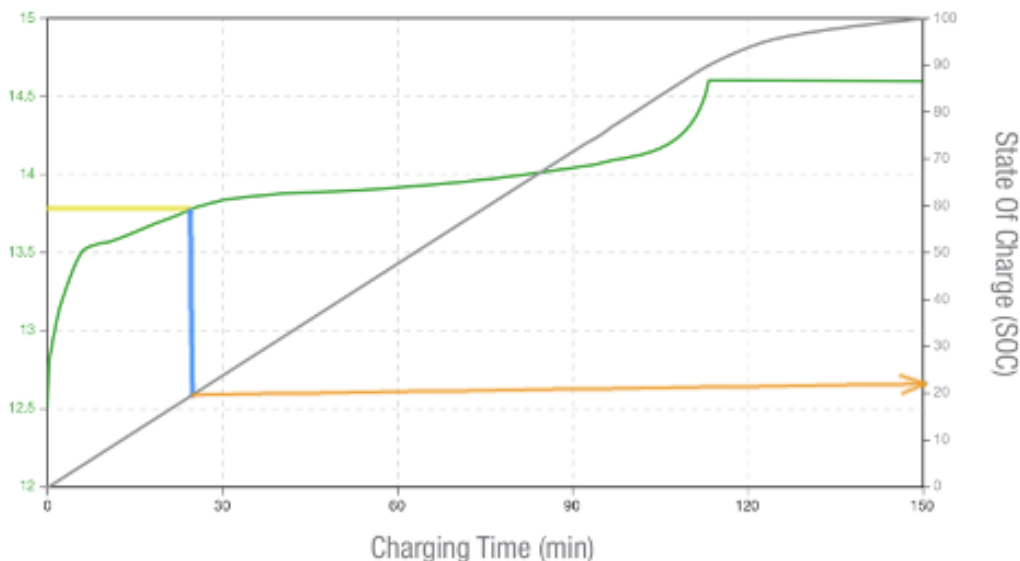


Overview

Features

Specifications	SL12 40LC	SL24 20LC
Nominal Module Voltage	12.8 V	25.6 V
Nominal Capacity (C/5, 23°C)	40 Ah	20 Ah
Weight (approximate) kg	6.5 kg	6.4 kg
Weight (approximate) lbs	14.3 lbs	14.1 lbs
Dimension incl. Terminals LxWxH (mm)	197 x 131 x 182	197 x 131 x 183
Dimension incl. Terminals LxWxH (inches)	7.76 x 5.12 x 7.17	7.76 x 5.12 x 7.20
BCI Group Number	U1	U1
Terminals, Female-Threaded	1/4-20	M6x1.0
Specific Energy	79 Wh/kg	80 Wh/kg
Energy Density	110 Wh/l	110 Wh/l
Max. Continuous Load Current	30 A	30 A
Standard Discharging @ 25°C		
Peak Load Current (30 sec.)	80 A	60 A
Cut-off Voltage	10 V	20 V
Standard Max. Charge Voltage	14.6 V	29.2 V
Charging Float Voltage	13.8 V	27.6 V
Recommended Current C/2	20A	10 A
Charge Time C/2 *	2.5 hrs	2.5 hrs
DC internal resistance (max)	15 mΩ	43 mΩ

\* Faster charge is possible, this is application specific



Arrêter la charge à 13,8V , tension de « floating », correspond à ne charger la batterie que 25 minutes, soit **à peine 20 % de la capacité**

ce qui réduit sérieusement la prétention plug & play !! pour l'application moto

courbe de charge, C/2, de Sonnenschein, où j'ai surchargé en jaune, bleu et orange le sens de lecture. On reconnaît bien, en dilatée, l'allure de la phase 1 (stage1) des charges d'accus lithium

quelques commentaires de patrons techniques de fabricants de batteries :

*Whereas lead-acid, NiCd and NiMH cells can, and are, designed to be able to convert some over-charge current into heat by a process called recombination : **Li-ion cells cannot. Any current forced into a fully-charged Li-ion damages it.***

*At minimum this reduces cell life. At the extreme maximum some unprotected cells have been known to burst and catch fire. Protection against failed voltage or current regulation should always be present in a Li-ion or lithium polymer charging scheme.*

*In float charging, current entry beyond full charge is prevented by choosing a charge voltage less than or equal to the voltage naturally produced by the cell at full charge – **which depends on the cell's exact electrochemistry and temperature.***



## (5.6) Thermique

C'est un aspect très important, mais peu pris en compte, voire impossible à appliquer en moto. Toutes les cellules, même si elles étaient nées parfaitement égales, devraient, pour le rester, être soumise à un même environnement thermique. C'est chose impossible en moto avec un courant d'air permanent sur la cellule de tête, et un isolement relatif des cellules au centre de la batterie, en voiture, c'est la température dans le capot-moteur. Dans le cas de la voiture électrique Tesla, le marketing flamboyant et agressif tendrait à nous faire croire qu'ils ont inventé une batterie révolutionnaire, certains (<http://hybridlife.org/index.php?threads/demontage-et-analyse-de-larchitecture-de-batterie-de-tesla-model-s-85.301/>) tendraient à démontrer qu'il auraient simplement assuré une bonne égalisation thermique par des caloducs : ce qui est en soi une excellente précaution qui n'est actuellement pas réalisée en auto/moto. Et le Marketing s'emploie à nous faire mélanger les sens de « batterie » et d'« accumulateur », chose facile en anglais où il n'y a qu'un seul mot : battery. « Creation of a new battery » peut se traduire par création de nouvelle batterie (avec des accumulateurs existants) ou de nouvel accumulateur ! Et les accumulateurs seraient des Panasonic et non des Tesla. A suivre pour les nouvelles générations !



Égalisation thermique dans la batterie Tesla

## (6) Conclusions

La batterie est la cause majoritaire des pannes en auto. La batterie quasi-exclusivement utilisée pour une moto est la batterie plomb-acide. Elle est assujettie à plusieurs exigences, jamais remplies en totalité, notamment la compensation en température et la diminution de l'ondulation résiduelle, la déstratification est juste prise en compte mais l'égalisation n'est jamais effectuée. Tout écart aux exigences se traduit par une diminution proportionnelle de la durée de vie, et les motards sont malheureusement conditionnés à trouver normal de changer leur batterie presque tous les ans alors que des solutions techniques sont largement possibles. La batterie au lithium n'est pas encore utilisable sur les motos sans changement (au moins) du régulateur et de concessions sur les performances et températures d'utilisation.

## Table des matières

La Batterie.....	1
(1)Panne de batterie !.....	1
(1.1)Statistiques de pannes.....	1
(1.2)Le Start / Stop.....	4
(2)Plomb-acide.....	5
(2.1)Couple électrochimique.....	5
(2.2)Usage.....	5
(2.2.1)Nature du métal.....	5
(2.2.2)Nature des séparateurs internes.....	5
(2.2.3)Tension à vide.....	6
(2.2.4)Nombre de cycles charge/décharge.....	7
(2.2.5)Tension de charge.....	9
(2.2.6)Mode de charge.....	13
(2.3)Choix de la tension en moto.....	14
(2.3.1)Courant de charge.....	15
(2.3.2)Charge par alternateur.....	21
Allure de la tension (pendant les phases de conduction de l'inducteur).....	23
(2.4)Docs fabricants d'accus au plomb.....	24
(2.5)Régulateur compensé Lucas.....	26
(2.6)compensation voiture.....	26
(2.7)Résumé des exigences de la batterie plomb-acide.....	27
(2.7.1)Exigences de tension.....	27
(2.7.2)Exigences de courant.....	27
(2.7.3)Exigences d'entretien.....	27
(3)Fer-Nickel.....	28
(4)Cadmium-Nickel.....	28
(5)Lithium.....	28
(5.1)batteries SOLISE.....	28
(5.2)Fiche technique de la BMW HP4 Race.....	31
(5.3)Charge en alternat (charge et décharge séparés).....	32
(5.4)Charge en usage moto (charge et décharge simultanés).....	33
(5.5)Exide-Sonnenschein.....	34
(5.6)Thermique.....	36
(6)Conclusions.....	37