

## 6. Les batteries au plomb ; mises en parallèle, en série...

Par Florian, HB9HLH

Malgré le fait qu'il existe d'autres technologies électrochimiques pour le stockage électrique (lithium-ion, nickel-métal hydrure, nickel-hydrogène, sodium-souffre, piles à combustible, etc.), les batteries au plomb représentent aujourd'hui la solution la plus courante et la plus pertinente. Elles représentaient plus de 75 % de la production totale mondiale en 2021.

### Petit rappel concernant la capacité d'une batterie.

La capacité (Q) de la batterie correspond la quantité de courant débité pendant un période donnée.

$$Q = I \times t$$

- Q en Ampère\*heure
- I en Ampère
- T en heure

Exemple : Quelle intensité peut fournir une batterie d'une capacité de 80 Ah ?

Pendant 10 h : 8 A. Pendant 30 h : 2,66 A

La force électromotrice E (f.é.m.) se mesure aux bornes de la batterie à circuit ouvert. C'est la tension à vide

- $E = U + R \times I$
- U : Tension de la batterie (débitant un courant I)
- R : Résistance interne de la batterie
- I : Courant fourni par la batterie à ce moment là

La résistance interne correspond à la somme de la résistance électrique des matières solides et de la résistance de l'électrolyte. Cette résistance est faible.

$$R \approx 0,003 \dots 0,01 [\Omega]$$

Elle dépend de la capacité. Si le nombre et la surface des plaques augmente, la surface d'échange augmente et la résistance interne diminue.

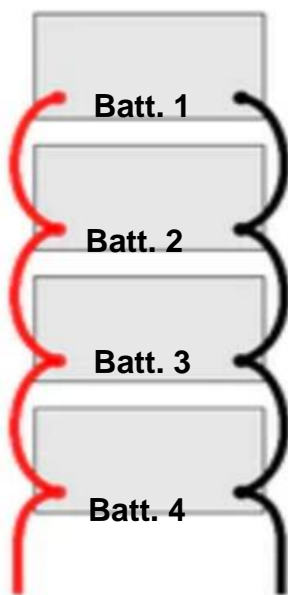
Elle varie aussi selon l'état de la charge. Durant la décharge, du sulfate de plomb se forme sur les plaques, les rendant moins conductrices, ce qui augmente aussi la résistance interne.

La baisse de la température augmente la viscosité de l'électrolyte, et engendre également une hausse de la résistance interne.

**Câblage en parallèle de plusieurs batteries.**

La façon dont un groupe de batteries est câblé, est très importante.

Lors du câblage d'un banc de batteries, l'une des erreurs les plus courantes consiste à connecter toutes les batteries en parallèle avant de connecter un côté du banc à l'installation électrique. (Note : à droite, la façon correcte de faire et à ci-dessous la « mauvaise » pratique))

**Exemple : câblage en parallèle de 4 batteries**

Souvenez-vous qu'un câble est une résistance. Plus le câble est long, plus la résistance est élevée. De plus, les cosses des câbles et les connexions de la batterie ajoutent encore de la résistance.

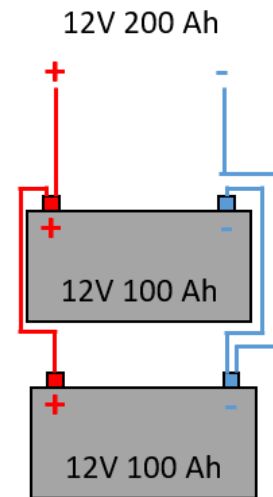
À titre indicatif, la résistance totale pour un toron de cuivre de 20 cm de long et 35 mm<sup>2</sup> de section avec les cosses du câble est d'environ 1,5mΩ. Avec une section de 16 mm<sup>2</sup> on aura 2,25mΩ.

On pourrait penser qu'une résistance aussi faible n'est pas importante, mais il faut savoir que la résistance interne d'une batterie est faible également. Elle est généralement comprise entre 3 et 10mΩ.

Par conséquent, la résistance des câbles de connexion a une très grande importance !

Ci-dessus un exemple (mauvais) de connexion en parallèle de 4 batteries.

**Le schéma équivalent en est donné à la page suivante.**



**BRANCHEMENT EN PARALLELE**  
Les intensités s'additionnent

Les résistances R1, R2, etc. sont les résistances des fils et des cosses.

$r$  = résistance interne de la batterie.

On admet que toutes ces valeurs sont exactes, ce qui en réalité ne sera jamais le cas. Surtout, les résistances internes, peuvent légèrement varier d'une batterie à l'autre.

Bien qu'imparfait, le principe de superposition des sources a été choisi pour déterminer les courants. Ce qui nous donne des valeurs (confirmées par des tests) assez proche de la réalité.

Que se passe-t-il lors de la décharge ou de la charge ?

A la décharge, sur un utilisateur qui consomme 20 ampères (**flèches rouges**), environ la moitié du courant est fourni par la batterie no 4, puis la batterie no 3 délivre le quart du courant et les batteries no 2 et 1 se partagent plus ou moins le reste.

Lors de la recharge, la no 4 va recevoir pratiquement la moitié (46,5%) du courant disponible, ce qui aura pour conséquence une recharge insuffisante des autres.

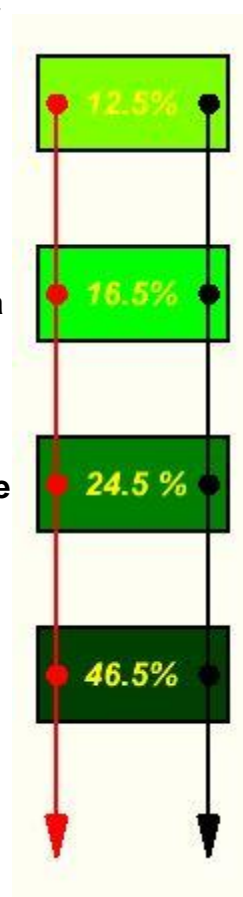
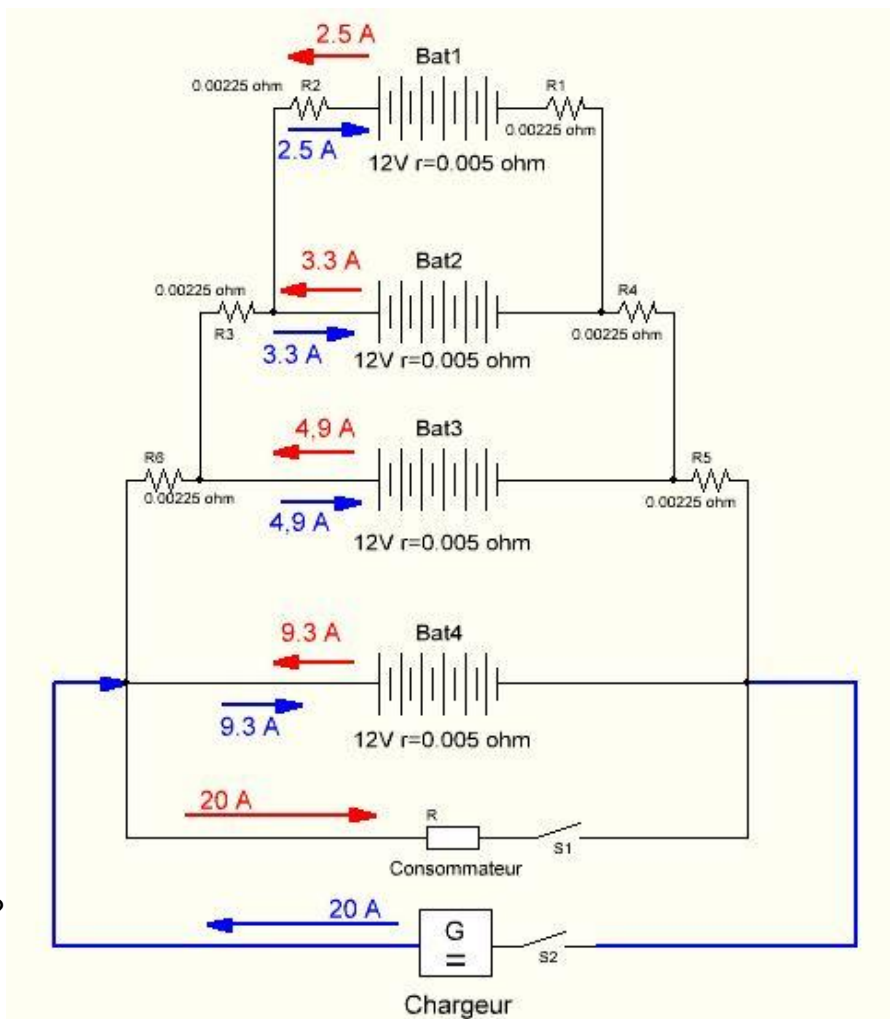
La batterie no 4 sera beaucoup plus sollicitée que les autres. Elle s'usera plus rapidement et aura une défaillance précoce.

### Leçon à retenir

**Ne branchez jamais des batteries en parallèle avec les départs sur le même élément.**

**Comment câbler correctement un banc de batteries ?**

Le courant choisira toujours le chemin de moindre résistance. Pour connecter correctement plusieurs batteries en parallèle, vous devrez donc faire en sorte que le trajet total du courant entrant et sortant de chaque batterie soit de même longueur ( $\rightarrow$  présente la même résistance en série).



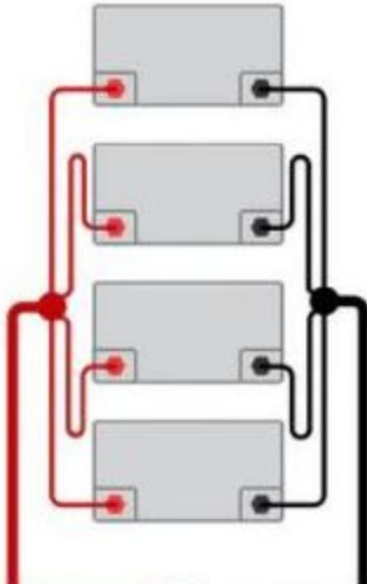
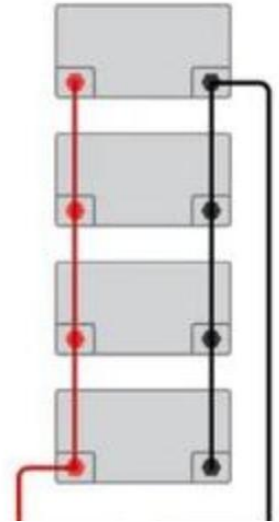
Il existe quatre manières d'y parvenir :

### La diagonale

Voir le schéma à droite.

**On connecte les batteries en diagonale.**

**Les 6 fils de pontage seront absolument identiques** (de mêmes longueurs).



### Les pôles communs

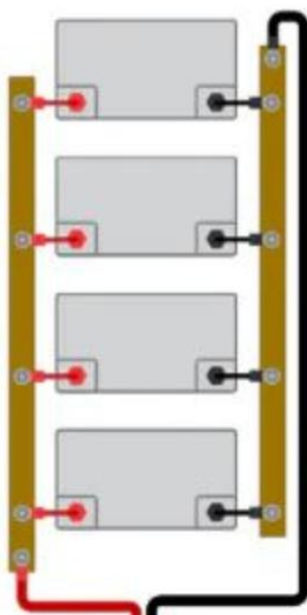
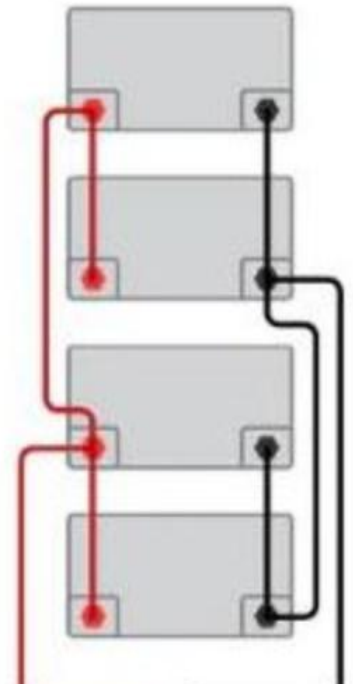
Voir le schéma ci-contre à gauche.

**On utilise de chaque côté une borne positive et une borne négative centrales.** Les longueurs des câbles entre les bornes et chacune des batteries doivent être identiques. Il faut aussi (bien sûr !) que tous les câbles aient la même section.

### Les points milieu

Voir le schéma à droite. →

**Les 4 câbles de pontage courts doivent être identiques.**  
Les deux câbles longs aussi.



### Les Barres bus

Voir le schéma ci-contre à gauche.

**Des barres de cuivre sont percées aux entraxes des batteries et boulonnées directement sur les pôles.**

Plutôt que de procéder à des mises en parallèle de batteries 12V, préférez si possible, la mise en série d'éléments 2V de grandes capacités.

Par exemple remplacer 4 batteries de 12 V 110 Ah par 6 éléments 2V 430Ah. Le poids sera identique et le montage plus simple.

Sources : [archive.wikiwix.com](http://archive.wikiwix.com)  
[fr.wikipedia.org/wiki/Principe\\_de\\_superposition](http://fr.wikipedia.org/wiki/Principe_de_superposition)

## Pourcentage de charge d'une batterie 12V

Le tableau des pourcentages de charge est très utile car il permet, avec un simple multimètre, de donner une mesure relativement précise du niveau de charge de la batterie. Ainsi cette mesure permet d'allonger la vie de la batterie car il est possible de savoir à quel moment la charger. Pour optimiser la durée de vie d'une batterie, il est conseillé de ne jamais la décharger à plus de 50% de sa capacité. Une décharge ne dépassant pas 20 à 30% est optimale.

Ce tableau indique aussi la température de congélation d'une batterie. On voit qu'une batterie chargée et bien entretenue ne peut pratiquement pas geler. Il est donc bien important, lorsqu'une batterie est entreposée pour l'hiver, de la maintenir chargée.

| Pourcentage de charge | Voltage au repos | Densité de l'électrolyte | Point de congélation |
|-----------------------|------------------|--------------------------|----------------------|
| 100%                  | 12,65 V          | 1,265                    | - 60°C               |
| 90%                   | 12,57 V          | 1,245                    | - 55°C               |
| 80%                   | 12,50 V          | 1,230                    | - 42°C               |
| 70%                   | 12,45 V          | 1,216                    | - 37°C               |
| 60%                   | 12,36 V          | 1,202                    | - 30°C               |
| 50%                   | 12,28 V          | 1,190                    | - 23°C               |
| 40%                   | 12,20 V          | 1,175                    | - 20°C               |
| 30%                   | 12,12 V          | 1,160                    | - 18°C               |
| 20%                   | 12,00 V          | 1,148                    | - 14°C               |
| 10%                   | 11,85 V          | 1,120                    | - 12°C               |
| 0%                    | 11,40 V          | 1,010                    | - 10°C               |

On voit que les différences de tension sont faibles. Il faut un bon multimètre (numérique !) pour faire une mesure valable. Les tensions indiquées ci-dessus sont mesurées sans courant à travers la batterie.

Source : ELECTRONA

**Batteries 12 volts montées en série**

Lorsque vous créez un banc de batteries avec une tension plus élevée, de 24 ou 48 V par exemple, vous devez brancher plusieurs batteries de 12 V en série.

Cependant, le fait de connecter des batteries en série pose un problème, à savoir que les batteries ne sont pas électriquement identiques.

Leurs résistances internes sont légèrement différentes. Ainsi, lors de la charge de batteries connectées en série, cette différence entre les résistances provoque une différence des tensions aux bornes de chaque batterie.

Ce « déséquilibre » augmentera avec le temps et entraînera une surcharge constante de l'une ou l'autre des batteries, tandis que les autres seront insuffisamment chargées.

Cela provoquera une usure (vieillesse) prématurée de certaines batteries de la série.

Pour vérifier si un déséquilibre des batteries se produit dans votre système, procédez comme suit :

Pour éviter un déséquilibre initial des batteries, vous devez d'abord charger complètement chacune des batteries avant de les connecter.

Procédure valable dans tous les cas de couplage :

- Chargez les batteries individuellement.
- Mesurez vers la fin de la phase de charge. C'est là que le chargeur fournit la pleine tension. Entre 14 et 15V, selon le type de batteries
- Une fois la charge terminée, mesurez la tension aux bornes de chaque batterie (chargeur débranché !).
- Comparez les tensions. Une différence de 0,1 V max. est acceptable.

S'il existe une différence notable entre ces tensions, c'est que le banc de batteries est déséquilibré.

Pour éviter un déséquilibre initial des batteries, assurez-vous de charger complètement chacune des batteries avant de les connecter en série (et/ou en parallèle).

Pour éviter tout déséquilibre ultérieur, qui peut se produire au fur et à mesure que les batteries vieillissent, utilisez un équilibreur de batteries.

**IMPORTANT :**

Veillez à ce que vos batteries soient identiques, achetées au même moment et qu'elles soient chargées avant une mise en série ou en parallèle.

Par identique on entend : la même marque, le même modèle, de la même technologie ainsi que mis en place sur la même installation.

Deux installations identiques n'entraîneront pas forcément le même vieillissement des batteries, car ce dernier dépend du mode d'utilisation.

L'équilibreur de batteries se connecte comme illustré à droite.

Il mesure la tension du banc de batteries ainsi que la tension individuelle de chaque batterie.

L'équilibreur s'active dès que le groupe de batteries est en charge et que la tension de charge dépasse 27,3V. Il commence alors à mesurer et à comparer les tensions des deux batteries.

Dès qu'il détecte une différence de tension plus élevée que 0,1 V entre les deux batteries, un voyant s'allume sur l'équilibreur qui commence à les équilibrer.

Pour ce faire, il décharge la batterie dont la tension est la plus forte en y prélevant un courant pouvant atteindre 0,7A, jusqu'à ce que les tensions des deux batteries soient identiques.

Si l'équilibrage n'a pas l'effet souhaité et que la différence entre les tensions dépasse 0,2V, c'est que le déséquilibre est trop important pour être corrigé.

Ce problème indique très probablement que l'une des batteries est défectueuse. L'équilibreur émet alors un avertissement sonore et active son relais d'alarme.

Pour un système à 24V, un seul équilibreur de batteries suffit.

Pour un système à 48 V, trois équilibreurs sont nécessaires : un entre chaque duo de batteries.

Sources : documentation de chez « Victron »

