

.../...

Ensuite, il faut trouver et monter un régulateur externe **AVEC** une sonde de tension externe qui permet :

- De limiter le courant maximum délivré aux batteries / cellules LFP car celles-ci ont une résistance interne ( $R_i$ ) ultra faible comparée aux batteries plomb et c'est cette différence de  $R_i$  qui va faire débiter l'alternateur à pleine charge, et là, tu pourras faire des merguez ou des brochettes directement sur l'alternateur, mais une seule fois... gênant !
- De régler ou programmer les points suivants :

1. tensions bulk, absorption et float (tout en sachant qu'il **n'y a pas de float ni d'absorption** sur une LFP, on changera ces paramètres pour avoir des valeurs inférieures et éviter de charger en permanence les cellules LFP, car elles n'aiment pas du tout ça.
2. Durée de chaque phase de charge (bulk, absorption et float)
3. Limitation du courant de charge maximum délivré par l'alternateur (pour éviter d'avoir une rôtière), très utile en fonction des cellules car une cellule de 20Ah ne se charge pas avec le même courant qu'une cellule de 100Ah.
4. Limitation du courant en fonction de la température de l'alternateur, donc une sonde posée dans ou sur l'alternateur, paramètre réglable évidemment.

Pour les point 1, 2.

#### **BULK :**

La tension (constante) de charge ne doit **pas** dépasser 13,8V. Le courant constant (bulk) sera fonction et de la capacité des cellules LFP à charger, et du courant (constant). Dès qu'on arrive à 13,8V, on **doit** arrêter la phase bulk.

#### **ABSORPTION :**

La tension est fixe (normal) mais le courant absorbé par les cellules baisse avec des batteries plomb. Avec les LFP, il faut limiter cette phase à 0-30 minutes, temps variable suivant l'intensité que va continuer à absorber les cellules. **Il faut donc manuellement (important !!) surveiller cette phase la première fois** pour régler le régulateur et surveiller régulièrement cette phase pour éviter tout déséquilibre des cellules d'une "batterie".

#### **FLOAT :**

Sur une batterie plomb, on maintient un courant d'entretien. Pour une batterie LFP, **PAS** de courant de maintien, on coupe tout. Donc, régler le régulateur externe à une tension float assez basse pour éviter de laisser en charge les cellules LFP. Voir en fonction des paramètres constructeur, ce doit souvent être la "tension nominale" de chaque cellule, donc aux alentours de 3,2V.

En fonction du courant de charge disponible (alternateur, chargeur, PS, il est **fortement préférable** d'avoir un BMS **par** batterie afin de surveiller, équilibrer (s'il le permet) et maintenir la santé des cellules de chaque batterie surtout si le courant de charge approche ou dépasse 0,5 à 1C, je pense surtout à une batterie de 20Ah pour le moteur par rapport à des batteries service qui peuvent dépasser les 90-100Ah, le courant de charge risque parfois d'être élevé et d'occasionner des déséquilibres...

TOUJOURS suivre les préconisations du constructeur lorsqu'il s'agit du positionnement des cellules (couchées, verticales ou pas) et des tensions et courant maxi, mini, des températures de travail ou de stockage et - si possible - éviter de trop approcher la tension maxi de charge des cellules. Une batterie LFP préfère toujours être dans un état de charge entre 80-90% et 20-30%, elle ne supporte pas d'être à 100% en permanence ni en dessous de 20%, la mort la guette rapidement.

**En cas d'hivernage, d'absence prolongée, de non utilisation**, si les cellules ou batteries sont chargées à 100%, il **FAUT** les décharger et les descendre à un niveau inférieur à 70%, l'idéal étant d'être à 50%. Comme la tension en régime de décharge ne varie que très peu, se servir d'un (bon) contrôleur de charge qui comptera les Coulomb lors de la décharge et indiquera réellement son état. Si nécessaire avant de partir et de laisser son bateau pour une longue absence ou hivernage, faire tourner le frigo, le guindeau, un gros consommateur, mais descendre le SOC à moins de 70%. Vous remarquerez que lorsque vous recevez vos cellules, celles-ci ne sont chargées qu'à 50% en moyenne. C'est le constructeur qui se charge de le faire après la première charge d'équilibrage et contrôle des paramètres. Une cellule ne doit jamais arriver chez vous complètement chargée.

>> **Au sujet du déséquilibre**, il est bon de vérifier, pour ceux qui utilisent intensivement leur bateau, l'équilibrage des batteries (4 cellules LFP) tous les 6 mois et de les équilibrer manuellement si nécessaire de la façon suivante :

**Nota** : Cette façon d'équilibrer est à faire lors de la réception des cellules et de leur première charge avant l'installation afin de partir avec des cellules équilibrées avant assemblage des batteries.

- Mettre toutes les cellules en **parallèle**.
- Connecter un chargeur prévu pour une tension unitaire moyenne de 3,5-3,6 volts, voir le manuel du constructeur de cellules.
- Charger lentement et si le chargeur est paramétrable, lui faire couper la charge à la tension voulue indiquée par le constructeur.
- Noter la tension atteinte.
- Arrêter la charge, débrancher du chargeur, laisser toutes les cellules en parallèle et revenir le lendemain ou laisser un minimum de 3-4 heures puis contrôler la tension aux bornes de l'assemblage pour voir si elle a baissé, terminer la charge si nécessaire. **NE JAMAIS** dépasser la tension maxi donnée par le constructeur, au contraire, rester en dessous, une tension maxi de charge, surtout pour la première charge peut être néfaste pour les cellules (production de dendrites de lithium) et n'augmentera pas la capacité de l'ensemble.
- Débrancher l'ensemble et configurer en série avec les divers accessoires optionnels ou indispensables à ce type de technologie afin d'avoir la tension voulue après avoir vérifié après une heure ou deux de repos débranchées que les cellules ont la **MÊME** tension..
- Mettre ensuite en parallèle (éventuellement) si on veut augmenter la capacité de la batterie, donc faire un branchement xSxP ou "x" est le nombre de cellules voulues pour la tension et la capacité.

C'est le moyen le plus fiable et le plus simple pour équilibrer les cellules entre elles.

Prévoir des sections de câble pour la charge et le circuit **primaire** d'alimentation d'une qualité et section suffisante vu les courants qui y circulent, la résistance interne du câble ne doit pas entrer en concurrence avec celle de la batterie LFP. Je pense principalement à

l'installation d'une batterie LFP au guindeau. Je préconise d'ailleurs d'avoir des "bus" ou barres d'alimentation positives et négatives au lieu de borniers et câbles. Des tuyaux de cuivre de plomberie aplatis sont une excellente solution peu chère. Penser que chaque câble doit avoir une section suffisante, des cosses de qualité et des serrages adaptés ainsi qu'une protection anticorrosion des surfaces de contact adaptée. Ne PAS mettre de graisse entre les contacts mais autour après branchement, contrôle et serrage définitif, je préconise la graisse silicone de plomberie translucide, peu chère et très efficace.

Penser à protéger efficacement les bornes des cellules, le moindre outil qui tombe dessus se transformera en barre incandescente.

Ne pas oublier de disposer les cellules soit dans un bac (très) renforcé latéralement, soit dans un bac avec un calage périphérique souple pour mieux y accéder mais toujours dans l'esprit qu'il ne faut surtout pas que ces cellules puissent gonfler sous l'effet de la chaleur, du travail demandé et des charge importantes. Il faut donc **cercler** soigneusement les cellules entre elles avec des cerclages plastique ou des cornières alu et des vis, ce en haut, au milieu et en bas de chaque batterie.

Tous les BMS et l'électronique optionnelle ou nécessaire doivent être protégées des chocs, humidité, eau et projections et on doit pouvoir marcher sur les éléments sans risque de casser ou déformer un composant additionnel.

Éviter si possible les batteries toutes faites si on ne sait pas de qui elles sont faites à l'intérieur. Dans tout cet exposé je parle toujours de cellules prismatiques unitaires à assembler ou de "packs" de quatre cellules pré-assemblées par le constructeur et garanties équilibrées par lui. Je pense aussi à des marques ou fabricants connus et réputés (CALB, WINSTON, SINOPOLY, THUNDERSKY, etc.). Les montages à base de cellules cylindriques autre que des cellules LTO sont à proscrire, on a pas la science, la technologie et la capacité de Tesla pour faire des assemblages de milliers de cellules sans avoir aucun défaut...

Penser aussi à la somme des connections, raccords, cosses, shunts et autres relais qui rajoutent une micro-résistance dans le circuit. Le régulateur externe lira la tension batterie au niveau des câbles, rarement au niveau de la batterie... > d'où l'intérêt d'une sonde de tension externe qui permet d'incorporer toutes ces micro-résistances et de compenser en partie les problèmes.

On parle d'intensités de charge (et de décharge) qui sont inconnues avec une batterie plomb, même si la batterie LFP n'a que 20Ah, elle peut donner tout ce qu'elle a sans problème (autre que de mourir)...

Même motif (et punition) pour les divers chargeurs solaires ou externes à l'alternateur, ils doivent avoir des câblages en conséquence, des réglages de phase de charge adaptés au tout LFP.

Éviter les sondes de température et régler les coefficients de Peukert à 0 mais laisser les cellules LFP dans un endroit si possible frais, JAMAIS juste à côté du moteur ou sous un capot mal isolé qui est au soleil car les LFP sont sensible à la température positive et négatives et moins tolérantes que les cellules plomb dans certains cas ...