

## LA DENSITÉ D'ÉNERGIE ET DE PUISSANCE DES BATTERIES

Intrinsèquement liée à l'autonomie de l'application, la quantité d'énergie disponible dans la batterie est notamment liée à la taille de celle-ci. L'installation de la batterie dans une application mobile étant fortement contrainte, les caractéristiques de **densité énergétique** et de **densité de puissance** sont à observer en premier lieu.

### 1- LEUR DÉFINITION

**La puissance** (Watt) nécessaire à la batterie est celle qui va permettre le fonctionnement combiné des différents actionneurs dans le cas d'usage le plus consommateur en énergie. Pour un composant électrique, on distingue la puissance nominale qui peut être délivrée en continu, de la puissance maximale qui est transitoire.

**L'énergie (Wh)** va déterminer l'autonomie en temps que la batterie va permettre en fonction des différentes consommations de puissance de l'application pour un cycle de travail défini entre deux phases de recharge.

Le critère de choix se portera sur l'une des deux variantes massique ou volumique de la densité, selon que la contrainte prépondérante relève d'un besoin de légèreté (cas de l'automobile où l'on veut offrir une autonomie maximale en limitant la résistance au roulement), de la stabilité de l'engin (répartition frontale ou latérale...), de l'encombrement etc.

Alors pour comparer il devient nécessaire de définir les grandeurs de densité suivantes :

Densité massique d'énergie (Wh/kg)	$D_{me} = E / m$
Densité volumique d'énergie (Wh/L)	$D_{ve} = E / V$
Densité massique de puissance continue (W/kg)	$D_{mp\_cont} = P_{cont} / m$
Densité volumique de puissance continue (W/L)	$D_{vp\_cont} = P_{cont} / V$
Densité massique de puissance maximale (W/kg)	$D_{mp\_max} = P_{max} / m$
Densité volumique de puissance maximale (W/L)	$D_{vp\_max} = P_{max} / V$

**E** : énergie de la batterie (Wh)

**m** : masse de la batterie (kg)

**V** : volume de la batterie (L)

**P<sub>cont</sub>** : puissance continue de la batterie (W)

**P<sub>max</sub>** : puissance maximale de la batterie (W)

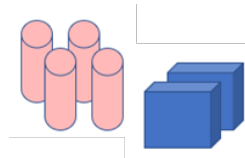
## 2- LES FACTEURS D'INFLUENCE

La densité d'énergie d'un pack batterie complet dépend de choix de conception, principalement :

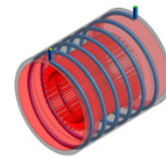
de la technologie **électro-chimique**,

*Plomb*    *Ni-Mh*  
*Li-ion NMC*    *Li-ion LMP*  
*Li-ion LTO*    *Li-ion LFP*  
*Ni-Cd*

du **format** de la cellule,



de la technologie de **refroidissement**,



ainsi que de la **compacité de l'assemblage interne** des modules, câbles, connecteurs qui découlent d'objectifs de tenue mécanique ou de sécurité électrique. Ces facteurs dégradent la **densité énergétique** électro-chimique que l'on peut espérer obtenir pour une cellule. Le comparatif à l'échelle de la cellule est de fait insuffisant pour établir un choix technologique.

**Quelques chiffres moyens de densité de stockeurs d'énergie électrique** à refroidissement liquide :

Les technologies actuellement disponibles sont nécessairement typées « énergie » ou « puissance », puisque leur électrochimie favorise soit l'échange électrique, soit le stockage électrique.

Densité d'énergie	Plomb	Ni-Mh	Li-ion NMC	Li-ion LFP	Li-ion LTO
Dve (Wh/L)	60	140	220	180	80
Dme (Wh/kg)	20	40	150	130	80

Densité de puissance de décharge	Plomb	Ni-Mh	Li-ion NMC	Li-ion LFP	Li-ion LTO
Dvp_cont (W/L)	60	280	220	180	320
Dvp_cont (W/L)	20	80	150	130	320
Dvp_cont (W/L)	300	1120	660	450	800
Dvp_cont (W/L)	100	320	450	325	800

## CONCLUSION

Dans une application à forte contrainte d'intégration mécanique de la batterie, le choix de technologie électro-chimique est à considérer selon :

- le besoin prépondérant de densité en volume ou en masse
- le besoin prépondérant d'énergie, de puissance continue ou de puissance maximale

La définition du meilleur compromis passe par la quantification de chacune de ces caractéristiques. D'autres critères sont par ailleurs à considérer dans le choix d'une fourniture de batterie : sécurité, prix, niveau de qualification, impact sociétal et environnemental etc.