

Master 2, Energetique, S1

Stockage de l'énergie et des
échanges énergétiques

Les méthodes de stockage de
l'énergie

Stockage de l'énergie

Le stockage de l'énergie consiste à placer une quantité d'énergie en un lieu donné pour une utilisation ultérieure (par extension il s'agit aussi du stockage de la matière qui "contient" cette énergie)

Pour la "production d'énergie", le stockage est essentiel : en réalité, ce qu'on appelle couramment et économiquement "production d'énergie" est :

- Soit la transformation d'un stock d'énergie potentielle (combustible fossile, eau stockée en hauteur, ...) en une énergie directement utilisable pour un travail (électricité, travail mécanique) ou un usage

thermique :

- Soit la transformation directe de flux d'énergie naturels, flux sur lesquels l'humain n'a aucun contrôle, ce sont les énergies renouvelables, souvent issues du rayonnement solaire.

Le stockage est la constitution d'un stock d'énergie potentielle à partir de flux d'énergie dont on n'a pas l'usage immédiat, pour en disposer plus tard quand la demande sera plus importante.

1. Pourquoi stocker de l'énergie ?

Le stockage de l'énergie est utilisé pour répondre à trois besoins principaux :

- Le besoin de se déplacer avec sa propre source d'énergie, c'est le besoin d'autonomie
- Le besoin de compenser le décalage temporel entre la demande d'énergie et la possibilité de production.
- Le besoin de compenser les fluctuations d'intensité du courant délivré sur le réseau électrique, par exemple dans le cas de cogénération.

Le stockage d'énergie est un enjeu vital pour les sociétés humaines et l'industrie.

Pour les états, l'indépendance énergétique est stratégique et économiquement essentielle. Pour les individus et les entreprises, l'énergie doit impérativement être disponible à la demande sans coupure inopinée. Toute rupture d'approvisionnement a un coût économique et social élevé et en termes de santé et de sécurité. Par exemple, une coupure de courant dans un hôpital peut avoir des conséquences

desastreuses, le pourquoi il est muni de plusieurs groupes électrogènes de secours et de stocks de carburant.

Le stockage d'énergie répond à trois motivations principales :

- Sécurité, sécurisation de l'approvisionnement en énergie d'un pays ou d'un groupe de pays.
- Ajustement de la production d'énergie en fonction de la demande
- Compensation de l'irrégularité de la production d'énergies intermittentes.

Le stockage électrochimique d'énergie électrique d'électricité ne peut pas être stockée directement. Il est donc indispensable de convertir l'énergie sous d'autres formes afin de la stocker.

L'utilisation de batteries permet de stocker l'énergie électrique sous forme électrochimique.

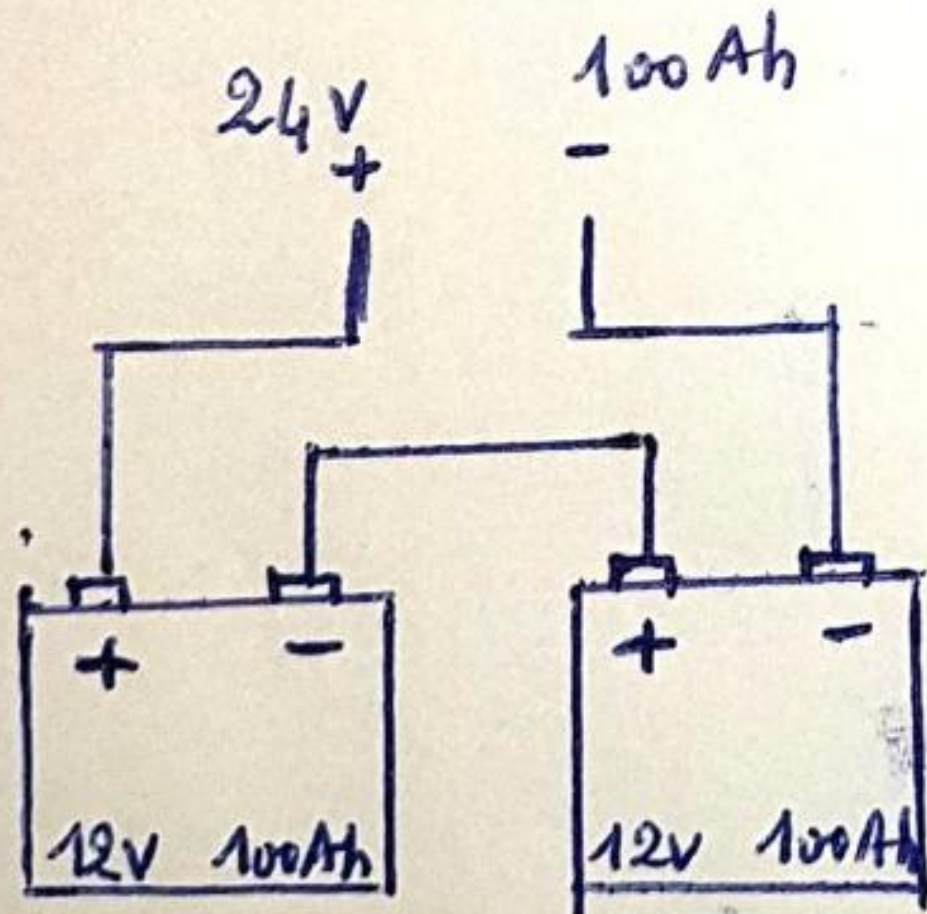
Les 3 grandeurs principales qui caractérisent les batteries sont :

- La Tension ou différence de potentiel aux bornes de la batterie. Elle s'exprime en volts (V)
- La Capacité de la batterie représente la quantité de charges électriques qu'elle peut stocker. Elle s'exprime en Coulombs (C) ou en Ampère-heure (Ah) : $1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$
La capacité est souvent rapportée à la masse (capacité massique) ou au volume (capacité volumique),
- La densité énergétique de la batterie est la quantité d'énergie stockée par unité de masse ou de volume. Elle s'exprime en Wh/kg ou en Wh/L .

Comparaison des différentes technologies utilisées dans les batteries :

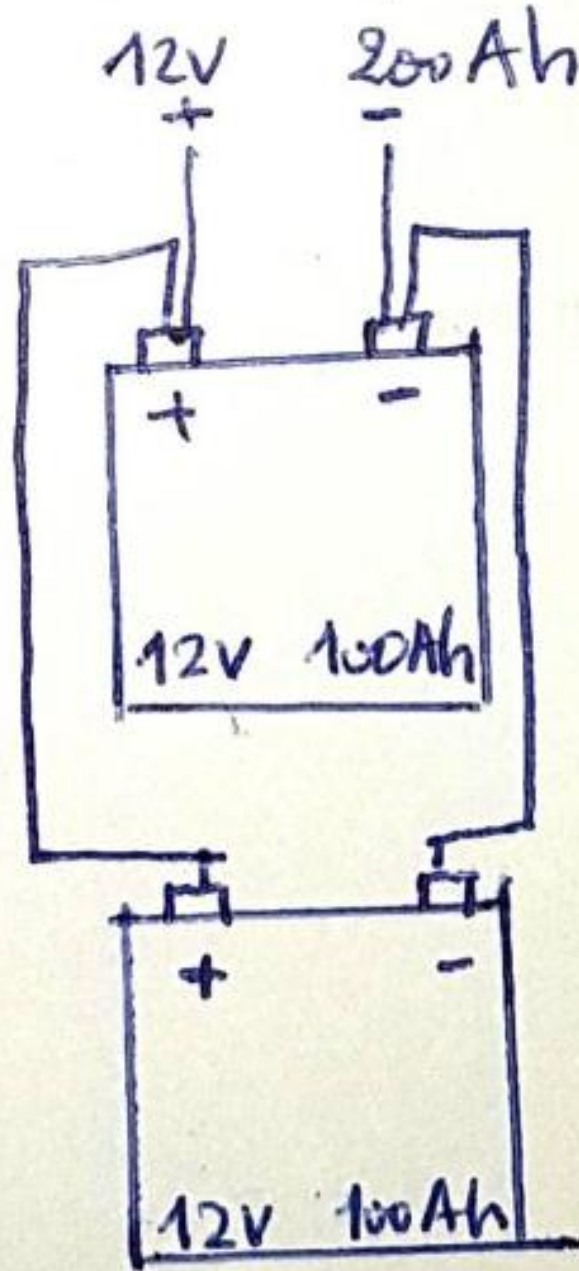
Type de batterie	Densité (Wh/kg)	Plage de puissance	Rendement	Utilisations
Plomb	50	100W à 10 MW	70 à 85%	Vehicules routiers, Vehicules electriques, site isolé non raccorde au reseau
Ni Cd Nickel-Cadmium	50	Quelques Watts	70 à 80%	Outilage portatif, rasoirs electriques
Ni MH Nickel Metal Hydrure	75	Quelques Watts	70 à 80%	Telephones portables, appareils photos, rasoirs electriques
Li-Ion Lithium-ion	300	100W à 10 MW	85 à 90%	Telephones portables, vehicules electriques, appareil photo, ordinateurs portables
Li-Pol Lithium-Polymere	120	100W à 10 MW	85 à 90%	Vehicules electriques legers, telephone portable
Na-S Sodium-Soufre	100 à 120	50KW à 10 MW	85 à 90%	Stockage d'energie integre à un systeme de production d'electricite

Capacité d'une association de batterie



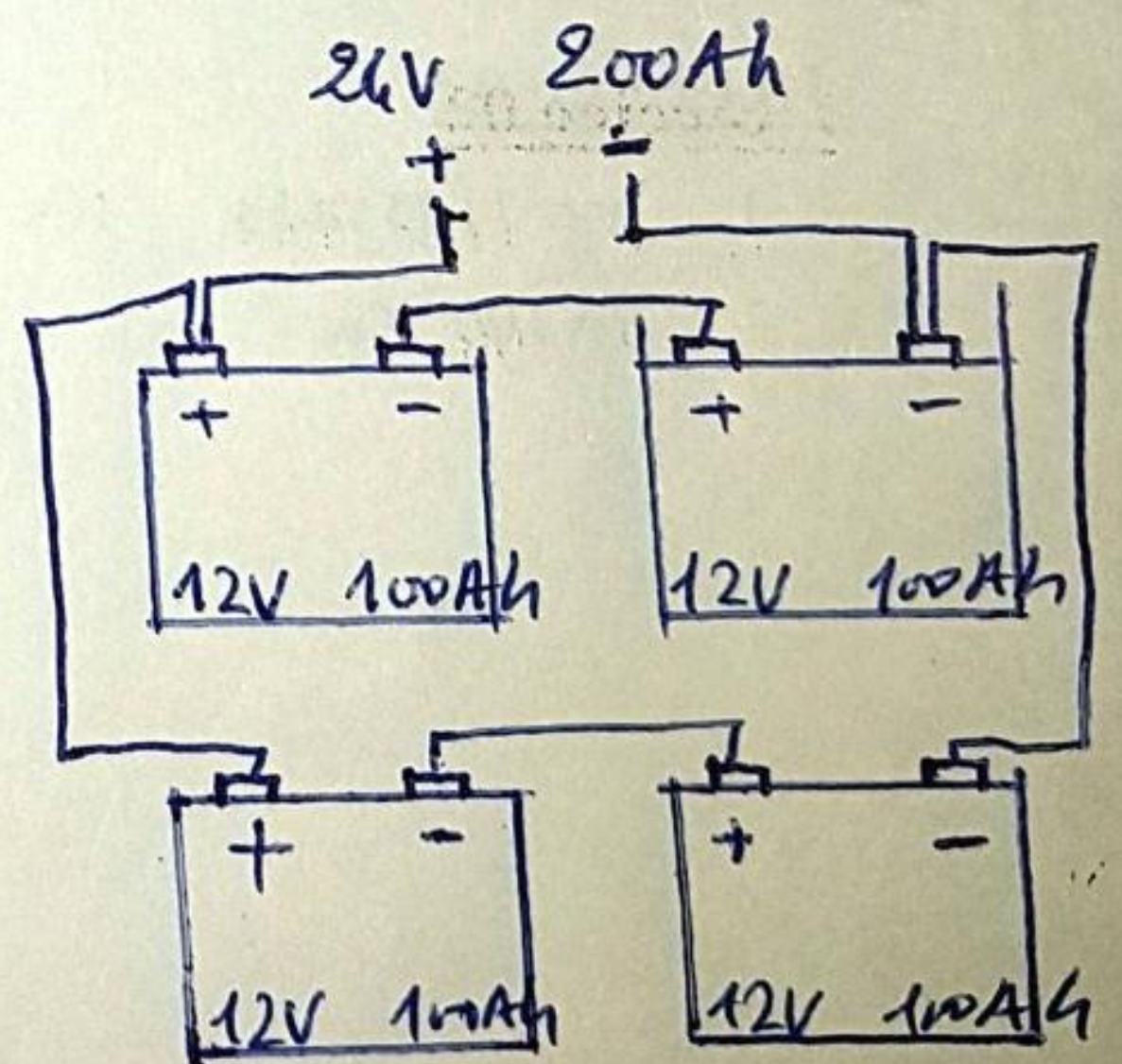
Branchement en serie

↳ tensions s'additionnent



Branchement en parallele

↳ intensités s'additionnent



Branchement en serie et en parallele

Synthèse

La capacité Q (ou quantité d'électricité) est

La capacité Q (ou quantité d'électricité) est le produit de l'intensité I du courant (en ampère) par le temps t si t est en secondes, Q en Coulombs (C)
 si t est en heures, Q est en ampère-heure (Ah)
 $1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$

$$Q = I \times t$$

La puissance consommée P (en W) est égale au produit de la tension U (en V) de la batterie par le courant I (en A) qu'elle délivre

$$P = U \times I$$

L'énergie E est égale au produit de la puissance P (en W) absorbée par le temps de fonctionnement t

$$E = P \cdot t$$

si t est en secondes, E est en joules (J)
 si t est en heures, E est en Watt-heure (Wh)
 E est égale au produit de U et de la capacité Q

$$E = U \times Q$$