Connaissances de base
Stockage électrochimique

Stockage électrochimique de courant au moyen d'accumulateurs

L'exploitabilité à grande échelle du courant électrique produit par des sources renouvelables dépend beaucoup de l'intégration de moyens de stockage efficaces, afin d'équilibrer les variations inévitables entre l'offre et la demande d'électricité. Tandis que le stockage électrochimique de courant est utilisé depuis longtemps pour les petites capacités de stockage, en particulier pour les applications mobiles (batteries de voiture, par exemple), le développement et l'intégration d'unités de stockage de grandes dimensions en est encore à ses débuts. Pour les applications typiques, les accumulateurs doivent être à faibles pertes, efficaces, économiques, offrir un nombre de cycles élevé et être stables sur le long terme.

Types d'accumulateurs

On recense de nombreux travaux de recherche & développement dans le domaine du stockage électrochimique de l'énergie. Les nouveaux concepts reposent par exemple sur les piles à haute température ainsi que sur la séparation du transducteur électrochimique et de l'accumulateur (pile à combustible, batterie redox-flow).

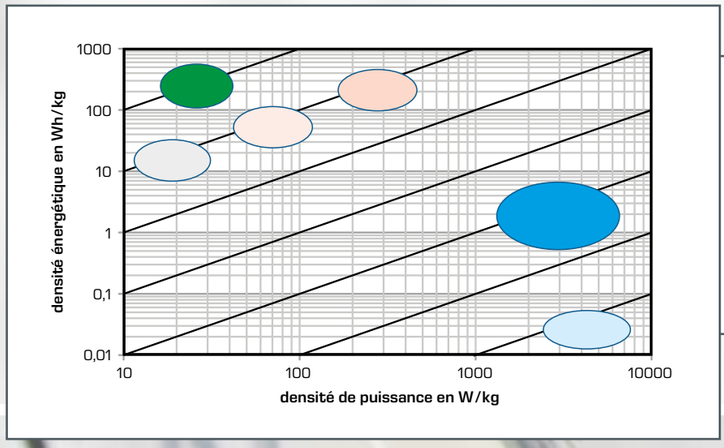
Les exigences relatives aux caractéristiques des accumulateurs varient en fonction de l'application à laquelle ils sont destinés. Ainsi, tandis que le poids spécifique d'un accumulateur est décisif dans le domaine de l'électromobilité, la rentabilité et la stabilité sur le long terme sont les critères primordiaux lorsqu'il s'agit d'intégrer des unités de stockage électrochimique de haute capacité dans les réseaux d'électricité modernes.

Voici les systèmes de stockage électrochimique de l'énergie ayant une présence significative sur le marché:

- batteries au plomb (Pb, sous forme de pile sèche ou liquide)
- nickel-cadmium (NiCd, sous forme de pile sèche ou liquide)
- nickel-hydrure de métal (NiMH, sous forme de pile sèche)
- ions lithium ($LiMn_2O_4$, $LiCoO_2$ ou $LiFePO_4$)

Densité énergétique et densité de puissance

Deux critères importants pour le stockage électrochimique sont la densité énergétique spécifique et la densité de puissance spécifique. Le diagramme de Ragone donne un aperçu de ces caractéristiques pour différents types de stockage. La densité de puissance en watts par kilogramme est reportée sur l'axe x. L'axe y donne quant à lui la densité énergétique en wattheure par kilogramme.

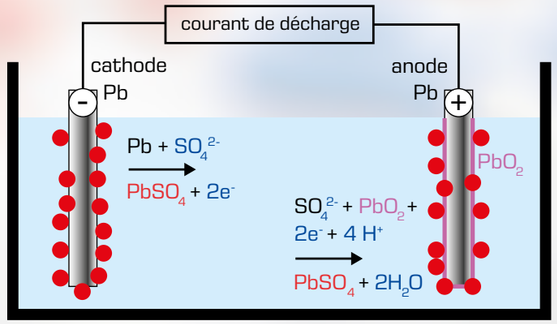


Stockage d'électricité dans l'accumulateur au plomb

Le chargement et le déchargement d'un accumulateur reposent sur la conversion de matières chimiques au niveau des deux électrodes. Pendant la charge, une tension appliquée de l'extérieur a pour effet d'augmenter l'énergie chimique. Lors de la décharge, l'énergie chimique est à nouveau rendue disponible sous forme d'énergie électrique.

On peut prendre l'exemple de l'accumulateur au plomb pour illustrer cela en détails. En plus de l'électrode positive et de l'électrode négative au plomb (Pb), les réactions d'oxydation et de réduction à la base du procédé nécessitent la présence d'un électrolyte (H_2SO_4).

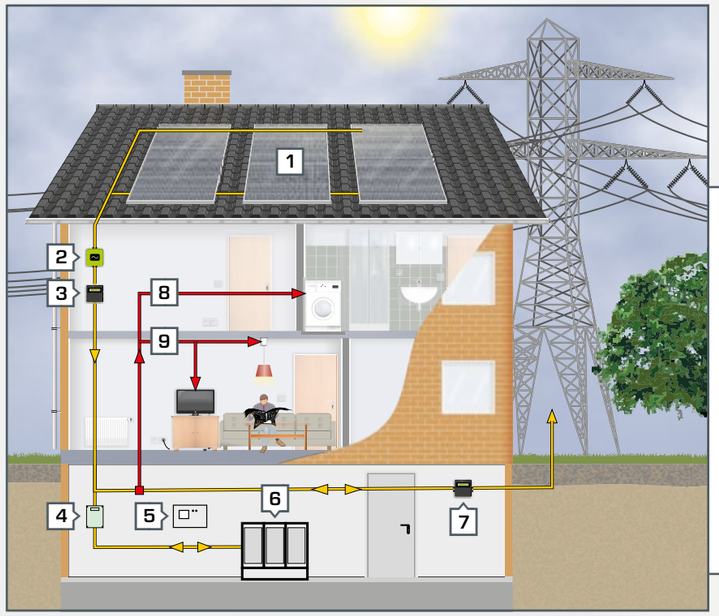
À l'état déchargé, une couche de sulfate de plomb se dépose sur les deux électrodes ($PbSO_4$). À l'état chargé, l'électrode positive est recouverte d'oxyde de plomb (PbO_2), tandis que l'électrode négative est constituée de plomb pur (poreux).



L'illustration montre les réactions partielles pendant la décharge d'un accumulateur au plomb.

Formule de la réaction complète:
$Pb + PbO_2 + 2\ H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$ + énergie électrique

Exemple d'une installation photovoltaïque couplée au réseau avec stockage par batterie



Même pour les installations photovoltaïques couplées au réseau, on prévoit de plus en plus un stockage par batteries de grandes dimensions. Cela permet d'augmenter l'auto-consommation et de réduire la quantité d'électricité prélevée sur le réseau.

1. modules photovoltaïques
2. onduleur
3. compteur de rendement
4. régulateur de charge de la batterie
5. commande de l'installation
6. stockage par batterie
7. compteur bidirectionnel
8. consommateurs commandés
9. consommateurs non commandés