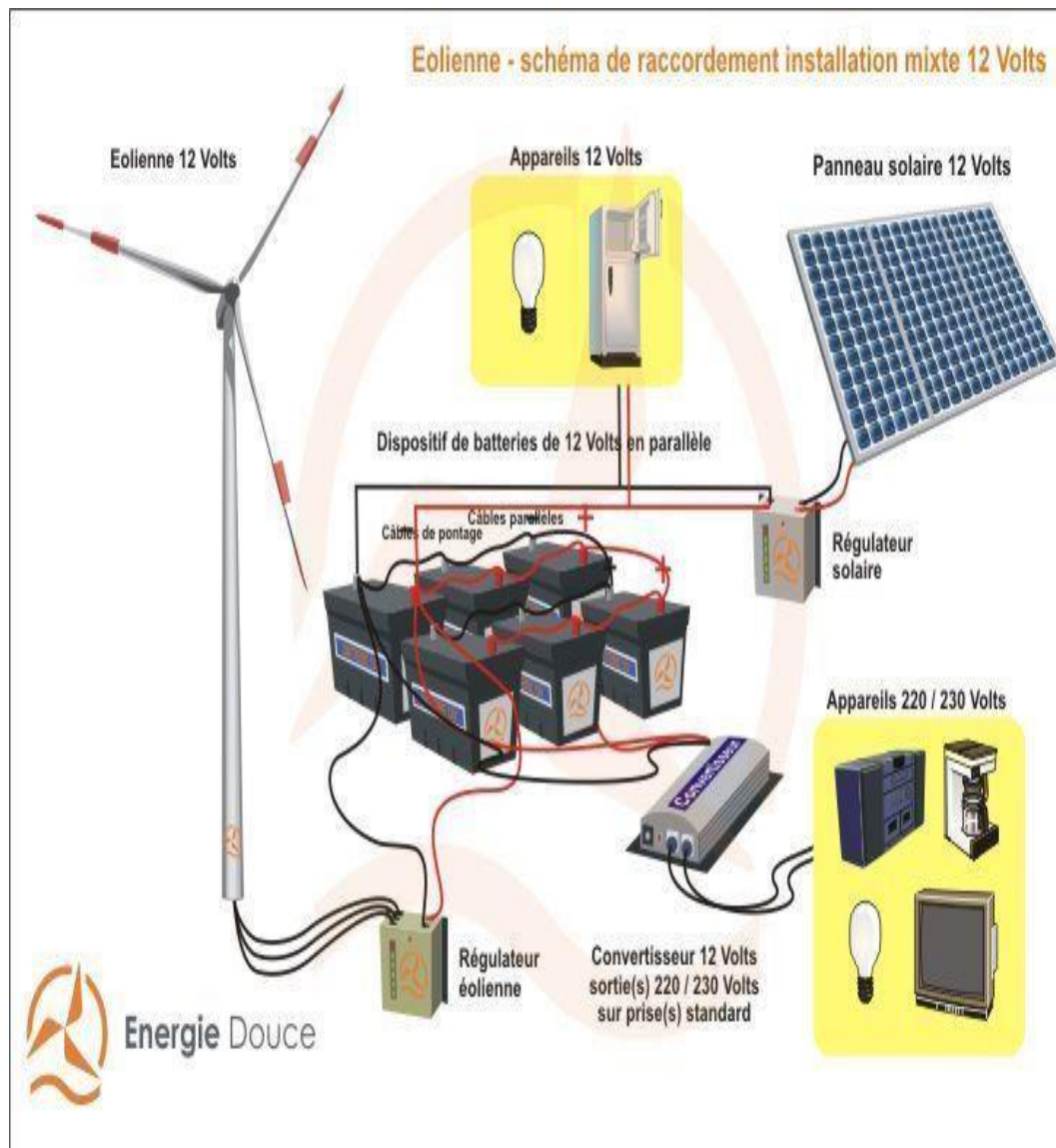


Chapitre 2

Stockage de l'Energie Electrique



1)- introduction

Le stockage de l'énergie consiste à mettre en réserve une quantité d'énergie provenant d'une source pour une utilisation ultérieure. Il est nécessaire pour valoriser avec efficacité les énergies renouvelables et propres lorsqu'elles sont intermittentes, telles que l'énergie éolienne et l'énergie solaire. Stocker de la chaleur ou de l'électricité permet ainsi de stabiliser les réseaux énergétiques et de lisser les irrégularités de production/consommation dans le contexte de développement des énergies renouvelables, particulièrement sur les sites insulaires ou isolés.

On s'intéresse ici principalement à l'opération consistant à créer un stock à partir d'énergie disponible, et non directement à la gestion des stocks (notamment des stocks d'énergies fossiles), ni au déstockage.

2) Définitions

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, matière fissile...) en une énergie directement utilisable pour un travail (électricité, travail mécanique) ou un usage thermique ;
- soit la transformation directe de flux d'énergie naturels, sur lesquels l'humain n'a aucun contrôle. Ainsi des énergies renouvelables, issues pour la plupart, directement ou indirectement (vent, hydraulique, biomasse, etc.), du rayonnement solaire. Leur production irrégulière rend souvent nécessaire un stockage permettant de pallier les irrégularités de production.

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

La nature stocke naturellement de l'énergie, par exemple avec la biomasse « neuve » (non fossile), le cycle climatique de la Terre (pluie, neige...), les marées... Certains stockages naturels n'ont lieu qu'à l'échelle des temps géologiques (formation du charbon, du pétrole et du gaz) ou résultent de phénomènes stellaires (nucléosynthèse des éléments radioactifs). Aujourd'hui, les stocks de combustibles fossiles s'épuisent, leur renouvellement étant infinitésimal à l'échelle de temps de la vie humaine, raison pour laquelle ces ressources sont considérées comme non renouvelables.

3)- POURQUOI STOCKER L'ENERGIE ELECTRIQUE ?

- ✓ **Pour pallier l'intermittence de la production d'électricité** vent, des marées et des vagues,
- ✓ **Pour lisser les pointes de consommation,**
- ✓ **Pour ne pas réduire le facteur de puissance :**
- ✓ **Améliorer et sécuriser la gestion du réseau électrique,**
- ✓ **Pour garantir la fourniture d'électricité aux consommateurs,**
- ✓ **Pour disposer d'électricité en l'absence de sources**

4)- COMMENT STOCKER L'ENERGIE ELECTRIQUE

- **Direct sans transformation :**
- **Par transformation en énergie mécanique,**
- **Par transformation en énergie chimique,**
- **Par transformation en énergie thermique.**

5)- Techniques de choix des technologies de stockage

Pour comparer les technologies de stockage et déterminer les plus pertinentes pour un

Module : **Energies et Environnement**

usage particulier, plusieurs facteurs techniques doivent être pris en compte. En particulier, pour le stockage stationnaire d'électricité :

- ❖ **La puissance disponible (en MW) et la capacité énergétique (en MWh)**
- ❖ **Le temps de réaction.**
- ❖ **L'efficacité énergétique**
- ❖ **La durée de vie**
- ❖ **Le rendement**
- ❖ **Le coût d'installation**

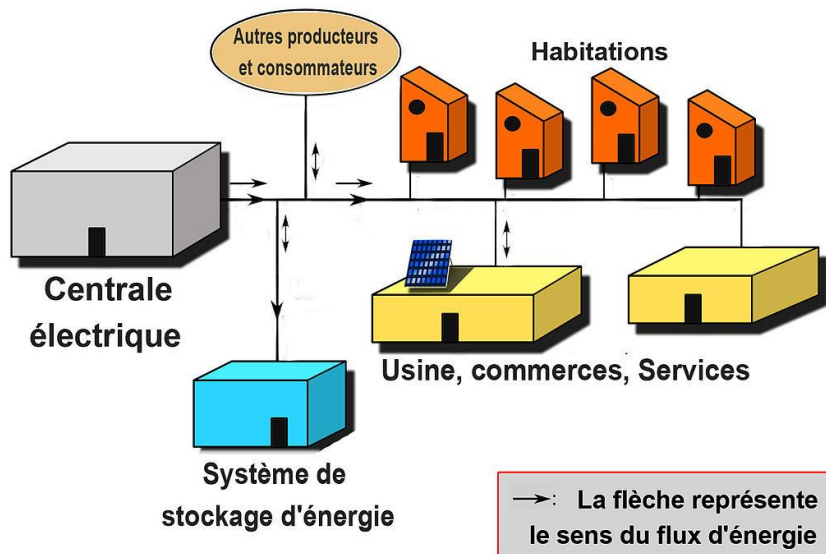


Schéma de principe simplifié d'un système intégré de stockage dans un réseau électrique, de type « Grid energy storage ».

6)- LES GRANDES FORMES DE STOCKAGE

Le stockage est directement lié à l'usage qu'on fait de l'énergie.

A)- *Stockage de combustible*

B)- *Stockage électrochimique*

C)- *Stockage de calories*

D)- *Stockage mécanique*

E)- *Stockage sous forme d'énergie potentielle de pesanteur*

Remarque : Un autre classement des techniques de stockage, plus simple, peut se faire en regroupant les quatre précédentes catégories en deux grandes catégories :

Techniques de *stockage à grande échelle*

Techniques de *stockage à moyenne et faible échelles*

7)- STOCKAGE SOUS FORME D'ENERGIE CHIMIQUE :

Module : **Energies et Environnement**

- Énergie chimique de la biomasse,
- Potentiel électrochimique (accumulateur électrique ou batterie),
- Gaz,
- Méthane,
- Hydrogène (gazeux ou liquide).

8)- STOCKAGE SOUS FORME D'ENERGIE MECANIQUE

- Stockage sous forme d'énergie potentielle :
 - Stockage hydraulique (les barrages),
 - Stockage air comprimé.
- Stockage sous forme d'énergie cinétique : stockage par volant d'inertie.

9)- STOCKAGE DE L'ENERGIE THERMIQUE :

- Le stockage par chaleur sensible,
- Le stockage par chaleur latente.

10)- SOUS FORME D'ENERGIE ELECTRIQUE :

Le stockage d'énergie présente un grand intérêt stratégique et économique dans les conditions du marché libéralisé d'électricité, parce qu'il contribue à la capacité de satisfaire les besoins énergétiques en temps réel et aussi à prévenir les coupures dans l'approvisionnement.

- Batterie électrique,
- Pile électrique,
- Stockage magnétique supraconducteur.

D'autres technologies émergent notamment pour le stockage d'électricité sous forme de chaleur.

11)- BATTERIE ELECTRIQUE :

La plupart de ces batteries sont peu chères, mais très polluantes. Il en existe différent types:

- La batterie au Plomb-acide, la plus utilisée: durée de vie de 5-20 ans, rendement de 70 % ,
- La batterie Nickel-Cadmium: durée de vie de 24 à 36 moi, rendement de 70 à 90 % ,
- La pile à combustible: durée de vie de quelques milliers d'heures, rendement de 30 % .

References

- «**Les systèmes de stockage d'énergie** », Feuille de route stratégique, Ademe, avril 2011
- B. Multon et J.M. Peter, « **Le stockage de l'énergie électrique. Moyens et applications** ». *Revue 3EI*, 1996, p. 59-64.
- A.MAAFA **Energie Et Environnement** 2020-2021 FST université de Constantine 1
- B. Multon et H.B. Ahmed, « **Le stockage stationnaire d'énergie électrique : pourquoi et comment ?** ». *revue 3EI*, 2007, p. 6-16.