

## Électricité : comment obtenir et utiliser efficacement l'énergie électrique ?

### Mots-clés

Electricité, production, conversion, stockage, distribution

### L'énergie

L'énergie n'est ni créée, ni détruite. L'énergie est seulement transférée. Pour produire de l'énergie électrique, il faut donc déjà en avoir.

L'énergie est notée  $E$ . Son unité est le joule (J).

On peut aussi l'exprimer en kilowattheure (kWh) :  $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$ .

### La puissance

La puissance caractérise la vitesse de production ou d'échange d'énergie. La puissance est notée  $P$ . Son unité est le watt (W).

### Lien entre l'énergie et la puissance

La puissance et l'énergie sont liées :  $P = E \Delta t$

Avec  $E$  l'énergie en joules (J),  $\Delta t$  durée en secondes (s),  $P$  puissance en watts (W).

### Production par alternateur

Hormis la production photovoltaïque et électrochimique, toute chaîne de conversion menant à la production d'énergie électrique a en dernier étage un convertisseur électromécanique, la plupart du temps un alternateur<sup>1</sup>. Ce type de dispositif produit une tension alternative en exploitant le phénomène d'induction électromagnétique.

Le rendement global d'une centrale thermique (qu'elle soit nucléaire ou à flamme), c'est-à-dire le rapport de l'énergie électrique fournie à l'énergie consommée pour la produire, se situe aux alentours de 30 à 40 %.

L'origine de l'énergie mécanique nécessaire au fonctionnement de l'alternateur est diverse.

### Énergie nucléaire

L'énergie thermique dégagée par des réactions nucléaires est utilisée pour produire de la vapeur d'eau qui est canalisée pour mettre en mouvement un alternateur. Ce type de centrale permet une production quasi-constante. Il est alors difficile de faire face à une sur- ou à une sous-utilisation de l'énergie.

### Énergie chimique

Le principe est le même que celui des centrales nucléaires, mis à part le fait que l'énergie thermique nécessaire à la production de vapeur est produite par combustion de combustibles carbonés, ce qui dégage du dioxyde de carbone, un des gaz à effet de serre. La production d'énergie est facilement contrôlable et s'adapte facilement aux besoins.

### Énergie cinétique hydraulique<sup>2</sup>

C'est l'énergie cinétique du mouvement de l'eau dans une conduite ou un cours d'eau qui maintient l'alternateur en mouvement. Largement utilisée depuis les origines de l'électricité, il constitue de la première énergie renouvelable. La production est prévisible mais ne s'adapte pas aux besoins.

Les hydroliennes<sup>3</sup> exploitent l'énergie cinétique des courants marins. La production est prévisible mais ne s'adapte pas aux besoins.

### Énergie cinétique d'origine éolienne

C'est l'énergie cinétique du vent qui est utilisée par l'alternateur. La production est intermittente et difficilement prévisible.

### **Production photovoltaïque**

#### Énergie solaire photovoltaïque

« Le terme « photovoltaïque » peut désigner le phénomène physique (l'effet photovoltaïque découvert par Alexandre Edmond Becquerel en 1839) ou la technologie associée. L'énergie

solaire photovoltaïque est l'énergie produite par la transformation d'une partie du rayonnement solaire au moyen d'une cellule photovoltaïque. Schématiquement, un photon dans des conditions énergétiques favorables peut mettre en mouvement un électron, produisant ainsi un courant électrique. Les cellules photovoltaïques sont fabriquées avec des matériaux principalement produits à partir de silicium. Ces matériaux semi-conducteurs émettent des électrons lorsqu'ils sont soumis à l'action de la lumière. Ceux-ci sont éjectés du matériau et ils circulent dans un circuit fermé, produisant ainsi de l'électricité. »

## **Stockage de l'énergie**

Pour pallier l'écart temporel entre la production d'électricité et son utilisation, il convient de prévoir des dispositifs de stockage. L'énergie électrique ne pouvant être stockée, il convient de la convertir auparavant. Trois conversions (en énergie chimique, potentielle ou électromagnétique) sont actuellement envisagées, dans des proportions très différentes.

### **Stockage d'énergie potentielle de pesanteur**

Une solution de stockage très rentable développée depuis longtemps est la station de transfert d'énergie par pompage (STEP). Aux heures creuses, l'eau d'un bassin aval est pompée et relevée vers un bassin en amont. Aux heures de pointe de consommation, l'eau est turbinée, transformant ainsi de l'énergie potentielle de pesanteur en énergie électrique.

### **Stockage chimique**

Celui-ci induit un certain nombre d'enjeux. Le secteur R&D travaille sur de nouvelles technologies. On peut notamment évoquer les recherches concernant la batterie Li-Air qui permettrait un stockage de l'ordre de 2 000 Wh.kg<sup>-1</sup> contre environ 200 Wh.kg<sup>-1</sup> pour les batteries Li-Ion très utilisées à l'heure actuelle (téléphone, véhicule électrique...). Cependant, d'autres facteurs restent problématiques dans l'utilisation de celles-ci (matières premières, recyclage... Voir « Pour aller plus loin »). L'hydrogène produit par électrolyse puis utilisé dans la pile à combustible constitue une autre voie de stockage chimique.

### **Stockage d'énergie magnétique**

Le SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage) permet de stocker l'énergie sous forme d'un champ magnétique créé par un courant continu circulant dans un supraconducteur. À l'heure actuelle, ce dispositif efficace mais très coûteux n'est utilisé que dans la haute technologie.

## **Distribution de l'énergie électrique : mise en place d'un réseau**

Pour minimiser les pertes en ligne, il est nécessaire de transporter l'électricité à intensité minimale donc à tension maximale. Cela pose des problèmes de sécurité évidents mais aussi des problèmes liés au risque d'arcage électrique<sup>4</sup>.

Un réseau électrique est constitué de zones ayant des niveaux de tensions différents (400 kV, 225 kV, 20 kV puis 400V).

Source « Le chemin de l'électricité », Régie du Syndicat Electrique Intercommunal du Pays Chartrain

Le passage d'un niveau de tension à l'autre se fait par des transformateurs. Un transformateur ne peut fonctionner qu'en régime alternatif. Les transformateurs utilisés dans la distribution possèdent des rendements supérieurs à 98 %.

4. À titre d'exemple, la tension disruptive de l'air sec étant de l'ordre de 36 kV.cm<sup>-1</sup>, et une ligne électrique de distribution à haute tension étant à 400 kV, un arc électrique peut se former avec un conducteur approché à une dizaine de centimètres de la ligne.