



*Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Énergies renouvelables ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.*

## *Le stockage électrochimique de l'énergie*

**Xavier PY**

*Professeur – Université de Perpignan Via Domitia*

Le stockage électrochimique est sans aucun doute très ancien puisque des vestiges en Irak pourraient nous porter à plus de 250 ans avant Jésus-Christ pour des piles utilisant pour électrode du fer, du cuivre et pour l'électrolyte du jus de fruits ou de l'eau salée faisant aussi office d'acide.

⇒ Il s'agit des fameuses batteries de Bagdad.

Alors c'est bien en effet le principe même du stockage électrochimique qui met en œuvre des réactions chimiques de deux substances.

⇒ L'une qui s'aide des électrons quand l'autre les accepte via un pont salin et des solutions salines, ce que l'on appelle des électrolytes capables de transporter ces électrons.

➤ Alors, le stockage électrochimique est sans doute un des plus populaires aujourd'hui avec une déclinaison extrêmement variée dans nos usages (de la batterie automobile indispensable au démarrage de nos véhicules à celle de nos téléphones portables ou de nos ordinateurs portables).

➤ Alors, ce sont ces mêmes batteries qui constituent aujourd'hui un enjeu majeur dans le développement des véhicules électriques, clefs du passage du tout pétrole aux énergies renouvelables intégrées à nos modes de transport.

- Alors, ces équipements, en particulier les plus compacts comme les téléphones ont connu en réalité de véritables révolutions technologiques ces dernières années dans la miniaturisation pour des capacités de plus en plus importantes et des durées de vie accrues.
- Dans le domaine particulier des énergies renouvelables, ces modes de stockage ne sont pas encore réellement parfaitement intégrés puisque l'on a souvent besoin de très fortes capacités et donc de batteries de tailles très importantes.
- ⇒ Alors certes, historiquement, les panneaux photovoltaïques sont très souvent couplés à des jeux de batterie d'accumulateurs stationnaires qui sont souvent à base de plomb et en utilisant l'acide sulfurique comme électrolyte.
- Une caractéristique essentielle est bien entendu la capacité mais pour beaucoup aussi le nombre de cycles de vie, donc le cycle de charge / décharge que peuvent supporter de telles batteries.
- ⇒ Alors si souvent, dans des conditions plus favorables, les durées de vie sont annoncées pour 8 à 10 ans, en réalité sur le terrain, notamment en Afrique et dans des conditions sévères, les durées de vie sont limitées à 4 à 5 ans.
- ⇒ Et faute de modes de reconditionnement et de recyclage, très souvent ces batteries finissent dans les buissons, un fort impact donc environnemental quand il s'agit de batteries notamment au plomb.
- Sur le plan purement économique, pour une durée de vie de 20 ans, le fait d'avoir à changer ces batteries tous les 4 à 5 ans bien entendu ça augmente le coût final de l'opération.
- Alors, c'est pour cela que certains spécialistes d'ailleurs au Burkina Faso, au ZIE, tentent de développer des centrales photovoltaïques sans stockage en développant des systèmes couplés à des groupes électrogènes biodiesel.
- Alors les études stratégiques de développement du stockage massif électrochimique pour les énergies renouvelables concernent surtout en réalité aujourd'hui les technologies des batteries redox flow ou batteries à flux.
- ⇒ Alors, ces batteries-là peuvent revendiquer plus de 10 000 cycles de charge / décharge contre quelques centaines pour les batteries au plomb et quelques milliers pour les nouvelles batteries au sodium.
- Alors, ces fameuses batteries à flux, en fait, ont des stockages de couple électrochimique (les fameux électrolytes), liquides à l'extérieur de la batterie elle-même et les électrolytes circulent à travers une cellule d'échange d'ions dans deux compartiments séparés par une membrane solide.

- ⇒ Alors, ce qui est intéressant, c'est que du fait même de la circulation de ces fluides, de ces électrolytes, on peut plus facilement gérer aussi la régulation en température de cette batterie.
- ⇒ À titre d'exemple, la ferme éolienne de Tomamae Villa au Japon offre une capacité de 4 MW pour 90 minutes depuis 2005 ou éventuellement 6 MW pendant 20 minutes donc des capacités déjà très importantes.
- La batterie vanadium redox flow en question est composée de 16 modules de 250 kW chacun et elle est sollicitée en continu pour compenser les fluctuations de la production du champ éolien.
- Donc un avantage aussi de ces systèmes-là c'est la modularité et donc quand ça marche donc à une taille comme ça, on peut considérer qu'on peut opérer à plus grosse taille.
- En ce qui concerne les batteries sodium pour le stockage toujours stationnaire, elles sont aussi en plein essor mais elles fonctionnent à plus haute température dans la gamme des 300 à 350°C.
- ⇒ Au Japon, la ferme éolienne de 51 MW de Rokkasho à Futamata est combinée ainsi à une installation sodium souple d'une puissance de 34 MW, ce qui est énorme, depuis 2008 et donc la nuit, lorsque la demande est faible, l'électricité éolienne est stockée et le jour, lors des périodes de pic de demande sur le réseau, la production éolienne couplée au stockage offre donc une puissance d'autant plus importante.
- Alors les efficacités de charge et décharge annoncées sont très importantes (entre 89 et 92 %), et par contre, le niveau de température entre 300 et 350°C et ainsi que la nature corrosive des constituants réservent naturellement ce type de technologie aux installations fixes de grande taille mais donc appliquées aux problématiques de réseaux qui sont les nôtres.
- Enfin, en ce qui concerne les batteries lithium ion avancées, elles reposent sur l'échange réversible de l'ion lithium entre deux électrodes.
- ⇒ Alors des batteries de capacité compatible avec les énergies renouvelables sont en phase de recherche et développement dans ce domaine et le projet européen STORE par exemple vise à développer une batterie de 1 MW pendant 3 heures sur l'île de Grandes Canaries.
- ⇒ Aujourd'hui, la plus grosse installation est en Chine à Zhongbai avec une capacité de 20 MW, extensibles à 36 MW.
- Alors, cette très grosse batterie lithium ions est couplée à la fois à une centrale éolienne de 100 MW et une centrale photovoltaïque, donc solaire, de 40 MW.

- Un autre aspect limitant de ces technologies, c'est le fait que les constituants qui se trouvent dans ces batteries comme le lithium peuvent être limités au niveau de la planète et donc il s'agit ici de répondre aussi à des enjeux de sécurité, des enjeux environnementaux et des enjeux éventuels de conflits d'usage potentiel sur ces ressources minérales.

Voilà, donc on rencontre ici pleinement le fait que le développement des énergies renouvelables ne coïncide pas forcément avec le développement durable et on doit veiller aussi à tous ces aspects-là.