

Nanotechnologies et transition énergétique

Contexte

La demande d'énergie mondiale devrait augmenter de 30 % d'ici 2040 et celle d'électricité de 70 %, selon l'Agence internationale de l'énergie¹. Or le changement climatique impose de recourir à davantage d'« énergies bas carbone » et de diminuer la part des énergies fossiles dans la consommation, ce qui aurait aussi l'intérêt de diminuer le fardeau économique de l'approvisionnement en pétrole et en gaz et de sécuriser la production.

Dans l'Union européenne, le « cadre pour le climat et l'énergie »², adopté en octobre 2014, et la feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050³ fixent trois grands objectifs pour 2030 :

- réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 40 % par rapport aux niveaux de 1990 ;
- porter la part des énergies renouvelables à au moins 27 % ;
- améliorer l'efficacité énergétique d'au moins 27 %.

En France, la loi de transition énergétique, publiée le 18 août 2015⁴, reprend ces objectifs, mais de nombreux décrets d'application manquent encore⁵. Concernant la fourniture d'électricité, l'Ademe a publié récemment une étude afin de « mettre en lumière les freins ainsi que les mesures à mettre en œuvre pour accompagner une politique de croissance massive (80 % ou plus) des énergies renouvelables électriques »⁶. Dans ce scénario, le développement de solutions de stockage de l'énergie de différentes tailles apparaît primordial.

Les nouvelles technologies de l'énergie

Dans une récente étude, l'Institut Fraunhofer pour les systèmes et l'innovation (ISI, Karlsruhe), pour le compte de la Commission électrotechnique internationale (CEI), conclut que les nanotechnologies vont beaucoup apporter au secteur de l'énergie, particulièrement au solaire et au stockage, constituant un pilier de la transition énergétique⁷.

➤ Solaire photovoltaïque

En plus des filières actuelles du silicium monocristallin ou polycristallin, les nanotechnologies pourraient permettre, par exemple, d'utiliser du silicium nanostructuré (nanofils), au meilleur rendement, et favoriseraient l'émergence de nouvelles filières photovoltaïques.

➤ Stockage d'énergie

- Piles à combustible : par exemple, dans les piles à membrane échangeuses de protons (PEMFC), la tenue mécanique en température et la résistance au gonflement de la membrane peuvent être améliorées par des nanoparticules de silice.
- Le stockage d'hydrogène sous forme d'hydrures de magnésium (MgH_2) solides et nanostructurés, en couplage avec un générateur d'hydrogène par électrolyse ou photolyse de l'eau, pourrait devenir compétitif. L'hydrogène peut ensuite alimenter des piles à combustible ou être transporté pour d'autres applications comme les centrales à cogénération⁸.
- Supercondensateurs : l'utilisation de nanomatériaux devrait augmenter leur capacité de stockage d'énergie
- Accumulateurs électrochimiques : la nanotexturation des matériaux d'électrode permet d'obtenir une meilleure capacité des batteries de type lithium-ion ou de mettre au point des technologies alternatives.

¹ <http://www.iea.org/>

² http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030/index_fr.htm

³ http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050/index_fr.htm

⁴ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-loi-de-transition-energetique,40895> ; <http://www.vie-publique.fr/actualite/panorama/texte-discussion/projet-loi-relatif-transition-energetique-pour-croissance-verte.html>

⁵ <http://www.lemoniteur.fr/article/loi-transition-energetique-le-calendrier-des-decrets-devoile-30059045>

⁶ <http://www.ademe.fr/mix-electrique-100-renouvelable-analyses-optimisations>

⁷ http://www.iec.ch/about/brochures/pdf/technology/IEC_TR_Nanotechnology_LR.pdf

⁸ <http://www.mcphy.com/>

Le schéma suivant résume plus généralement les apports existants (*en bleu*) ou potentiels (*en noir*) des nanotechnologies pour l'énergie bas carbone.

Sources d'énergie	Transformation	Distribution	Stockage	Utilisation
<p>Photovoltaïque cellules solaires optimisées</p> <p>Éolien Nanocomposites pour pales de turbine, revêtements anticorrosion...</p> <p>Géothermie Nano-composites et revêtements pour améliorer la conductivité thermique des tuyaux</p> <p>Nucléaire Meilleures propriétés mécaniques des matériaux de confinement du combustible</p> <p>Systèmes de production Nanorevêtements anticorrosion</p>	<p>Thermoélectricité Nanocomposites pour la production d'électricité à partir de chaleur</p> <p>Nanocatalyseurs pour la production d'hydrogène par électrolyse ou photolyse de l'eau</p>	<p>Nanocomposites pour l'isolation des câbles</p> <p>Nanocapteurs pour compteurs intelligents</p> <p>Échangeurs de chaleur nano-optimisés</p>	<p>Batteries Li-Ion optimisées par électrodes nanostructurées</p> <p>Supercondensateurs Nanomatériaux pour électrodes</p> <p>Stockage d'hydrogène dans matériaux nanoporeux ou sous forme d'hydrures solides nanostructurés</p> <p>Stockage de chaleur Nanomatériaux pour les bâtiments</p>	<p>Isolation de bâtiments et des processus industriels par des mousses et des aérogels nanostructurés</p> <p>Matériaux de construction (béton, préfabriqués, etc.), plus légers et résistants à base de nanocomposites</p> <p>Éclairage LED de nouvelle génération, surfaces éclairantes à base de <i>quantum dots</i></p>

Source : *Application of Nanotechnologies for the Energy Sector*, Hessian Ministry of Economy, Transport, Urban and Regional Development, 2008.

Liens utiles

D. Noël (coord.), *Les nanomatériaux et leurs applications pour l'énergie électrique*, Lavoisier, Coll. EDF R&D, 2014.

http://www.lavoisier.fr/pdf/fichiers/Noel_Nanomateriaux_Chap_1.pdf

EuroNanoForum 2015

<http://euronanoforum2015.eu/presentations/>, voir session 1

Energy Materials Industrial Research Initiative (EMIRI)

<https://emiri.eu/>

Guide des énergies renouvelables

<http://www.guidenr.fr/nanotechnologies.php>