

***Comment les nanotechnologies
peuvent-elles contribuer aux enjeux de la transition énergétique ?***

Pour ce débat, le collectif avait souhaité élargir son domaine d'intérêt au problème de l'énergie. En effet, les nanotechnologies interviennent dans de nombreux secteurs de la recherche et développement industriel et nos intervenants ont donc été invités à montrer les perspectives offertes par les nanomatériaux pour la transition énergétique.

Quarante personnes étaient présentes au débat qui avait dû être reporté du fait de la neige en février. Comme lors de nos précédents débats, l'accueil s'est effectué avec la projection d'un [diaporama](#) décrivant les activités de notre collectif tout en proposant quelques ouvrages pour ceux qui veulent en savoir plus. Ce diaporama est visible sur le site du collectif.

En introduction, [Paul Rigny](#)¹, membre de notre collectif, a rappelé le contexte de la transition énergétique : la demande mondiale en énergie s'accroît, les réserves pétrolières s'épuisent, la pollution devient insupportable... Les énergies renouvelables, comme l'éolien ou le solaire constituent une partie de la solution, leurs ressources sont inépuisables mais elles sont aussi intermittentes et imprévisibles et requièrent une surface d'exploitation très grande : pour 1000 Mégawatts, il faut 400 km² d'éolien, 80 km² de solaire par rapport à 5 km² en thermique et 1 km² en nucléaire. La révolution technique ne sera donc pas suffisante ! En plus de la maîtrise du stockage de l'énergie (batteries, hydrogène...), il faudra modifier nos comportements de vie et travailler sur les réseaux de distribution avec l'intervention du numérique.

Puis, [Hervé Arribart](#)², spécialiste des matériaux et membre de l'académie des technologies a présenté l'intérêt des nanomatériaux pour produire, stocker et économiser l'énergie.

Les batteries constituent un moyen de stockage électrochimique de l'électricité. Pour l'automobile électrique, on recherche en particulier une grande autonomie (donc une grande quantité d'énergie doit être stockée) et la fourniture d'une puissance suffisante pour permettre des accélérations. Ce sont les batteries lithium-ions qui sont développées et pour améliorer leurs performances, on intègre des nanomatériaux dans les électrodes.

La filière hydrogène est intéressante car elle consiste à créer de l'hydrogène à partir de l'eau, à le stocker et à l'utiliser en reformant de l'eau. Les nanomatériaux participent à la production d'hydrogène par photocatalyse et permettront de fabriquer des piles à combustible en réduisant le coût des catalyseurs.

Isolation des bâtiments : environ 40 % de la consommation d'énergie due au chauffage et à la climatisation, se fait dans les bâtiments. 15 % de l'énergie totale consommée pourrait être préservée avec une bonne isolation. Pour cela, il faut principalement travailler sur l'isolation des murs, le problème des vitrages étant techniquement résolu. C'est là qu'interviennent les matériaux nanoporeux qui vont permettre de diminuer la conduction de l'air ! Il s'agit des aérogels de silice qui malheureusement sont encore trop onéreux pour être installés partout.

Pour terminer, [Ludovic Torte](#)³, enseignant chercheur à Paris Sorbonne et au CEA est intervenu sur la place des capteurs photovoltaïques pour une transition énergétique réussie.

Il existe 2 types de capteurs solaires : les capteurs thermiques qui, par exemple, permettent de chauffer directement de l'eau et les capteurs photovoltaïques qui transforment l'énergie solaire en électricité. Ceux qui sont produits depuis plus de 50 ans maintenant utilisent le silicium ; ils ont un

2 Cliquer pour écouter l'[audio mp3](#) (24mn) et visionner le [pdf](#) (26 diapos)

3 Cliquer pour écouter l'[audio mp3](#) (35mn)et visionner le [pdf](#) (25 diapos présentées et 22 en compléments pour la discussion)

1 Cliquer pour écouter l'[audio mp3](#) (6mn) et visionner le [pdf](#) (5 diapos)

rendement de conversion assez faible et un coût environnemental plutôt élevé. Des cellules à base d'autres semi-conducteurs sont en cours de développement par exemple à l'Institut Photo Voltaïque Francilien (IPVF sur le plateau de Saclay) devraient être plus efficaces mais aussi plus chères.

D'autres technologies consistent à utiliser des matériaux organiques, en intégrant des colorants ou des pérovskites, ou en superposant uniquement des couches organiques, ce qui permet de fabriquer des cellules de grande surface et flexibles.

Dans tous les cas, l'utilisation de nanomatériaux ou le dépôt de nanocouches est nécessaire pour améliorer les performances de ces dispositifs. Les choix technologiques sont assez dépendants des applications recherchées.

Ludovic Tortech nous a rappelé que les rendements actuels des cellules photovoltaïques (en moyenne 10 %) rendent illusoire l'idée de fabriquer toute notre électricité ainsi et que, de plus, l'électricité ne représente que 25 % de l'énergie consommée. S'il est déjà bien difficile d'inclure une fraction significative de solaire et d'éolien dans la production d'électricité, le problème des 75 % d'énergie non électrique consommés par les transports, l'habitat, l'industrie est autrement redoutable. Il faut donc aussi travailler sur les 75 % restant !

Après ces présentations, **un débat** s'est instauré avec la salle⁴.

Quelques précisions ont été données concernant les rendements : les progrès sont très lents (diapo N° 9 de L. Tortech). La durée de vie des capteurs photovoltaïques à base de silicium est de 25 à 30 ans actuellement ; pour les cellules tout organique (qui utilisent les nanomatériaux), elle est de 10 ans ce qui est le seuil minimal pour la commercialisation. Leur coût est encore trop élevé par rapport à celui des capteurs à base de silicium. L'arséniure de gallium permet un rendement élevé mais son coût est prohibitif ; on l'utilise pour l'aérospatial.

L. Tortech nous a expliqué comment on fabrique un monocristal de silicium

(diapo 30 de sa présentation). Ce monocristal n'est pas à l'échelle nano !

Les matériaux nanostructurés sont très onéreux ; l'aérogel n'est pas commercialisé pour les bâtiments, par contre les vitres sont revêtues de couches minces d'épaisseurs nanométriques qui laissent passer la lumière mais pas la chaleur (technologie utilisée pour les doubles vitrages, obligatoire pour le neuf).

Le transport de l'électricité continue a être une importante difficulté, par exemple pour les centrales électriques marines. Le plus possible, il faut utiliser l'électricité produite sur place.

Des questions ont été posées à propos des vélos électriques. On a parlé aussi des filières à hydrogène pour l'automobile et le train, mais le problème est la production de quantités suffisantes d'hydrogène.

Finalement, même si Hervé Arribart a conclu que les nanomatériaux sont incontournables dans le développement de nouvelles filières énergétiques (photovoltaïque, hydrogène...), de moyens de stockage de l'électricité et de solutions d'isolation thermique des bâtiments, les nanomatériaux ne sont pas aujourd'hui la clé pour la transition énergétique.

La solution ne peut pas être uniquement technique, ni une question de bonne gestion industrielle (par exemple, il faudrait prendre en compte le cycle de vie des matériaux et pas seulement le coût carbone).

La réussite de la transition énergétique passe surtout par un changement de nos modes de vie.

Les choix et décisions politiques sont difficiles étant donné le nombre de paramètres à prendre en compte, non seulement les coûts, mais aussi l'acceptabilité sociale.

En conclusion au débat, Bernard Bartenlian, notre président nous a invité à une sobriété heureuse (cf. le petit livre de Pierre Rabhi).

⁴ Cliquer pour écouter l'[audio mp3](#) (29mn)