

## « Les recherches sur les énergies » par Michèle Leduc

*directrice de recherche au CNRS (Laboratoire Kastler-Brossel à l'ENS)*

*présidente de la Société Française de Physique ([sfp@sfpnet.org](mailto:sfp@sfpnet.org) et [leduc@lkb.ens.fr](mailto:leduc@lkb.ens.fr))*

Ce sont les physiciens qui ont inventé les concepts d'énergie cinétique et potentielle et aussi le principe de conservation de l'énergie. Celui-ci s'applique maintenant d'une façon cruciale à tous les mécanismes de transformation de l'énergie à la base de la production de l'électricité. Et l'on n'échappe pas au principe de Carnot indiquant que la forme la plus dégradée de l'énergie est la chaleur. Aujourd'hui la menace du réchauffement climatique concerne avant tout les choix économiques et la gestion des flux de l'énergie, aux mains de la classe politique. Mais les physiciens ont un rôle important à jouer, le premier étant d'informer le public sur les aspects scientifiques de ces questions et d'aider à combattre l'ignorance des responsables. En outre la recherche de base en physique doit apporter des éléments de solution aux problèmes posés d'une part par l'épuisement à moyen terme des ressources énergétiques usuelles, d'autre par l'influence des émissions de CO<sub>2</sub> sur le climat.

Pour le secteur du nucléaire, où la France bénéficie d'une compétence certaine, il faut mentionner que les recherches de base sont toujours nécessaires : ainsi le développement de la 4<sup>ème</sup> génération du nucléaire en est encore à un stade exploratoire, différentes filières du cycle du combustible restent à tester et à comparer ; pour les centrales actuelles, diverses solutions au problème des déchets sont toujours à l'étude (transmutation et enfouissement) ; enfin mentionnons que la fusion contrôlée pose de redoutables questions de physique (instabilités des plasmas chauds confinés, résistance des matériaux aux flux intenses de neutrons).

Pour l'électricité solaire photovoltaïque, les progrès attendus de la recherche revêtent une importance mondiale, car un tiers de l'humanité vit actuellement sans électricité. Les verrous technologiques concernent les rendements de la conversion du solaire en électricité et la durée de vie des modules, sans oublier les coûts de production. D'une part les cellules solaires au silicium cristallin « massif » utilisent un matériau disponible en abondance, mais l'étude des rendements montre l'importance des impuretés et des défauts cristallographiques. D'autre part les cellules en couches minces de matériaux organiques ou polymères ont des performances élevées, mais leurs propriétés chimiques et physiques exceptionnelles restent à comprendre.

L'utilisation d'énergie intermittente comme le solaire ou l'éolien pose d'autres questions aux chercheurs, en particulier le stockage de l'électricité. Le stockage a un double but : l'alimentation d'un réseau électrique ou l'utilisation pour les transports en combinaison avec d'autres sources d'énergie. L'échelle n'est pas la même dans les deux cas. L'amélioration des batteries doit viser à augmenter leur durée d'utilisation et diminuer leur poids par kWh produit. Ceci passe par des recherches sur les couples de matériaux pour le stockage chimique, voire l'invention de nouveaux procédés.

Les piles à combustible suscitent de grands espoirs. Elles fournissent de l'énergie électrique à partir du gaz naturel ou du méthanol, qui devraient être remplacés à terme par de l'hydrogène ou des biocarburants. Ces piles complexes et coûteuses devraient bénéficier de recherches sur les matériaux des membranes, catalyseurs, substrats et autres composants. L'hydrogène est un carburant « propre » considéré pour le transport mais son utilisation en grandes quantités pose d'autres problèmes ; la recherche porte d'une part sur les méthodes de production (à partir du gaz naturel, de l'eau ou de

substances biologiques), d'autre part sur le stockage du gaz (comprimé, ou liquéfié, ou absorbé dans des matériaux nanostructurés).

Remarquons que le transport et la distribution de l'électricité sont d'autres sujets de recherche d'importance capitale. En effet la perte en ligne est de 7% pour 1000 km, ce qui est un inconvénient non seulement pour l'interconnexion des réseaux européens, mais aussi à plus petite échelle pour le fonctionnement régional des sources d'énergie renouvelables, en général non localisées aux endroits où elles sont nécessaires. Un espoir existe de transporter de forts courants sans pertes électriques avec des fils supraconducteurs. Malgré les progrès remarquables des recherches récentes, la supraconductivité n'existe encore qu'à la température de l'azote liquide: la découverte de matériaux supraconducteurs à l'ambiante aurait une portée considérable pour la distribution de l'électricité.

Non directement reliées à la production mais plutôt à l'économie de l'énergie, notons enfin que les recherches sur les matériaux de construction (bétons, terres, verres) et les isolants pour l'habitat peuvent avoir un impact considérable. Cette brève présentation n'aborde qu'une partie des sujets qui peuvent passionner les physiciens désireux de contribuer par leurs travaux à lutter contre le réchauffement climatique. La climatologie elle-même fait largement appel à la physique, qui lui fournit des instruments pour la surveillance de l'atmosphère, des méthodes fines pour analyser des données passées ou présentes, et enfin le cadre théorique pour élaborer les modèles de climat à plus ou moins long terme.