

■ LES AUTEURS



Antoine FÉCANT est ingénieur de recherche et chef de projet à la Direction catalyse et séparation d'IFPEN (IFP Énergies nouvelles), à Solaize.

Hervé TOULHOAT est directeur adjoint de la Direction scientifique d'IFPEN, à Rueil-Malmaison.

En ces temps où les questions de transition énergétique, de réchauffement climatique et de préservation de l'environnement sont parmi les grandes préoccupations internationales, l'utilisation de l'énergie solaire apparaît à l'évidence comme une voie à développer. L'exploitation directe par l'homme de cette énergie revêt aujourd'hui deux principales formes : d'une part, les procédés photovoltaïques, où le rayonnement solaire est capté et transformé en électricité ; d'autre part, les procédés photothermiques, où ce rayonnement est transformé en chaleur, à l'exemple des chauffe-eau solaires domestiques, très répandus dans certains pays.

Une troisième forme d'exploitation directe de l'énergie solaire est prometteuse et fait l'objet de recherches actives : la transformation de cette énergie en énergie chimique, les photons du Soleil servant à déclencher des réactions chimiques qui produisent des carburants. Les végétaux en appliquent le principe depuis leurs débuts sur Terre, au moyen de la photosynthèse. Aussi qualifie-t-on parfois de photosynthèse artificielle la synthèse de carburants par des procédés photochimiques mis au point par l'homme.

Quel est l'intérêt de fabriquer de tels « carburants solaires » ? Quelques chiffres seront utiles pour le comprendre. Le flux d'énergie qui nous parvient de notre étoile est gigantesque. L'énergie solaire absorbée

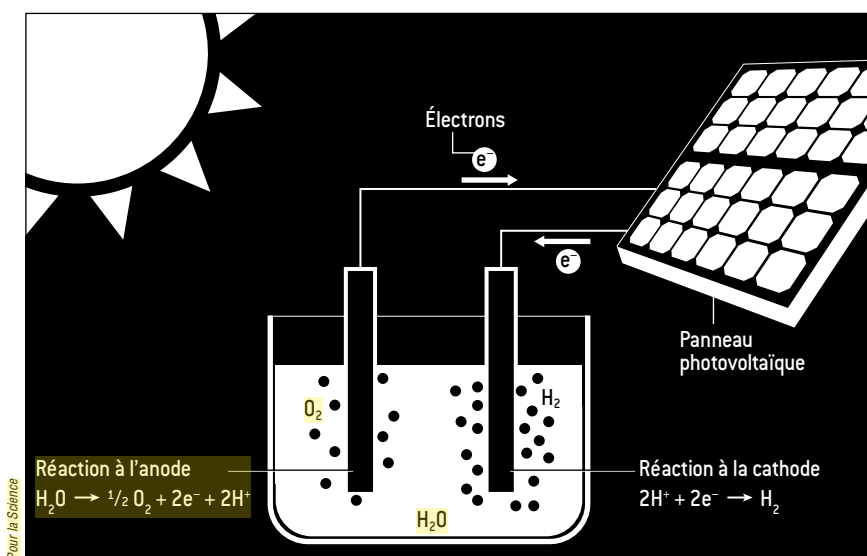
par la Terre est de l'ordre du milliard de térawattheures (1 TWh = 10^9 kilowattheures, ou kWh) par an. Ce chiffre est très supérieur à la consommation d'énergie de l'humanité, estimée à environ 150 000 TWh par an, dont près de 21 000 TWh sous forme d'électricité.

L'énergie solaire est certes abondante et renouvelable aux échelles de temps qui nous sont pertinentes, mais elle est dispersée : en moyenne, chaque mètre carré de la surface terrestre reçoit une puissance de 170 watts. Elle est en outre intermittente en raison des saisons, de l'alternance jour-nuit et des aléas météorologiques, et elle est inégalement répartie en latitude.

Une bonne forme de stockage de l'énergie

Pour pallier l'intermittence de l'énergie solaire, il faudrait stocker massivement l'énergie en laquelle on la transforme. Il s'agit là d'un défi qui se pose aussi pour l'énergie éolienne et qui mobilise beaucoup d'efforts de recherche et développement. Or les carburants constituent une forme de stockage chimique de l'énergie dont les avantages sont multiples. D'une part, ils sont facilement convertibles en énergie électrique, soit directement en alimentant des piles à combustible, soit indirectement en faisant tourner des turbines ou des moteurs à combustion interne. D'autre part, les carburants ont une très bonne densité de stockage (beaucoup d'énergie dans un petit volume et une faible masse), disposent d'un réseau de distribution bien développé et, pour ces deux raisons, conviennent aux utilisations mobiles – transports terrestre, aérien et maritime, informatique nomade, etc.

Comment fabriquer des carburants à partir du rayonnement solaire ? Nous nous limiterons ici aux stratégies non biologiques (quoique plus ou moins biomimétiques), à distinguer par exemple de la production de « biocarburants » à partir d'algues ou d'autres végétaux. Ces voies de photosynthèse artificielle mettent en œuvre l'eau (H_2O) et le dioxyde de carbone (CO_2), réactifs ayant de bas niveaux d'énergie, pour aboutir, en moissonnant l'énergie des photons solaires, à des produits de niveau d'énergie moyen plus élevé. Les produits de ces réactions photochimiques sont un carburant (ou plus précisément un combustible), à savoir de l'hydrogène (H_2) ou des composés organiques de formule $C_xH_yO_z$, et un comburant, le dioxygène (O_2).



UN PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE permet de produire de l'hydrogène (H_2) par électrolyse de l'eau : le panneau convertit le rayonnement solaire en électricité, laquelle assure, via deux électrodes plongées dans l'eau, la dissociation de l'eau en oxygène (O_2) et en hydrogène.