

FRE-NEWS

Bulletin d'actualité énergétique de la Fédération romande pour l'énergie (FRE)

N° 58 – le 30 janvier 2009

* * *

Numéro spécial recherche

Disponible à partir de 2013

Le réacteur de poche

De l'électricité ou de la chaleur pour 20'000 foyers, une autonomie de dix ans avant rechargement, trois kilos de déchets à retraiter: c'est Hyperion, le réacteur nucléaire de quartier développé par une société américaine, qui pourrait alimenter en énergie et en eau potable les endroits les plus reculés de la planète.

Pour préparer l'après pétrole, certains misent sur les sources d'énergie vertes, comme la géothermie, le solaire, l'hydraulique ou l'éolien. D'autres prennent une direction radicalement différente, aussi audacieuse qu'inattendue: le réacteur personnel. La société américaine Hyperion Power Generation est en train de mettre au point l'*Hyperion Power Module* (HPM), conçu par le physicien Otis Peterson, du Laboratoire national de Los Alamos (LANL).

Pour commercialiser cet ouvrage, encore à l'état de prototype, le LANL a cédé une licence exclusive à Hyperion dans le cadre d'un programme de transfert de technologies. Le projet a été présenté l'an passé dans l'incrédulité générale. Mais la jeune société confirme ses ambitions. John R. Deal, son PDG, qui vient d'en présenter le concept à l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), annonce la fabrication des premiers modules pour juin 2013.

Le combustible sera de l'hydruure d'uranium (UH₃), enrichi en uranium 235, seul fissile, à hauteur de 10%, le reste étant de l'uranium 238. Hyperion souscrit au programme GNEP (*global nuclear energy partneship*) de non-prolifération nucléaire. Reste l'épineuse question des résidus à retraiter. «Les déchets présents après 8 à 10 années de fonctionnement automatique auront le volume d'un ballon de football», précise John Deal, qui a reçu l'an dernier le prix national de meilleur projet de transfert de technologie.

Ce réacteur de poche devrait coûter près de 25 millions de dollars, exploitation, suivi et rechargement de combustible compris, et fonctionner plusieurs dizaines d'années. La société prévoit de construire trois usines dans le monde pour produire environ 4000 unités. Le réacteur loge dans un tube de 1,5 mètre de diamètre, qui est inséré dans un caisson étanche. Le tout pèse 20 tonnes. Enterré dans une zone de consommation, il dispose d'une puissance de 70 mégawatts thermiques et 27 MW électriques, qui lui permettent de produire de la chaleur ou quelque 190 millions de kilowattheures de courant, soit l'équivalent des besoins annuels de 20'000 foyers américains.

En bref

Le consortium formé par AREVA et Bechtel Power Corporation vient de signer un contrat pluriannuel avec UniStar Nuclear Energy afin de réaliser les études de conception d'un EPR (*Evolutionary Power*

Reactor) américain, issu du concept franco-allemand, qui sera situé à proximité de la centrale nucléaire de Calvert Cliffs, exploitée par Constellation Energy à Lusby (Maryland).

* * *

Nouvel espoir pour le photovoltaïque

Les promesses du silicium noir

Grâce à l'intuition d'un physicien de Harvard, un nouveau matériau appelé «silicium noir» pourrait révolutionner les technologies liées aux capteurs sensibles, telles les cellules photovoltaïques.

Selon des premières estimations, ce matériau serait jusqu'à 100 fois plus sensible à la lumière que le silicium classique utilisé dans les panneaux solaires actuels. Pour aboutir à ce résultat, le physicien Eric Mazur a soumis une plaquette de silicium (*wafers*) à un rayonnement laser de grande puissance pendant un laps de temps très court. Il a également appliqué de l'hexafluorure de soufre (SF₆), un gaz utilisé couramment dans l'industrie des semi-conducteurs pour réaliser des gravures.

À l'œil nu, le silicium est noir. Mais lorsque Mazur et ses chercheurs l'ont ausculté au microscope électronique, ils ont découvert que la surface était recouverte de pointes minuscules. Dans un premier temps, ils n'avaient aucune idée de ce qu'ils avaient découvert. Par la suite, il est apparu que ce nouveau matériau était capable d'absorber deux fois plus de lumière que le silicium traditionnel, en plus de détecter le rayonnement infrarouge.

L'Université d'Harvard a annoncé qu'elle avait autorisé une société du Massachusetts à exploiter les brevets du «silicium noir». Aussi, la première application commerciale à partir de ce matériau concernera vraisemblablement les systèmes de vision nocturne. La production de plaquettes de silicium noire pourrait voir le jour assez rapidement car le procédé n'implique pas de modifications importantes dans les processus industriels existants. Elles pourraient à terme faire progresser la productivité photovoltaïque dans des proportions considérables.

* * *

Un concurrent sérieux pour ITER

La fusion au laser

À la fin de l'année passée a été lancée l'étude de faisabilité du projet HIPER, qui vise à créer la fusion nucléaire en utilisant un laser de la taille d'un stade de football et, comme carburant, de l'eau de mer.

Le projet HIPER, (*High Power Laser for Energy Research*), est mené par 26 institutions de 10 pays. Il s'agit d'un système de fusion alternatif, présenté comme complémentaire au projet ITER, actuellement mené à Cadarache, en France. Si les deux projets visent le même objectif, à savoir reproduire sur Terre la réaction de fusion que l'on observe dans le soleil, ils suivent deux méthodes différentes.

La fusion se produit lorsque le deutérium et le tritium, deux isotopes d'hydrogène, fusionnent pour créer un noyau d'hélium en dégageant une importante quantité d'énergie. Alors qu'ITER confine le combustible sous forme d'un plasma de faible intensité et de très haute température dans un espace restreint au moyen d'un champ magnétique (confinement magnétique), HIPER cherche à provoquer la réaction à l'aide d'un laser à impulsion comprimant brusquement la matière (confinement inertiel).

Le laser comprime effectivement en un très bref instant le deutérium ou le tritium à une densité 30 fois supérieure à celle du plomb. Une seconde impulsion accroît la température de la pastille comprimée à plus de 100 millions de degrés Celsius, température nécessaire pour faire fusionner les noyaux d'hydrogène. Selon la théorie d'Einstein et sa fameuse équation $E = mc^2$, une petite quantité de masse serait alors perdue, et une colossale quantité d'énergie libérée.

HIPER tentera de provoquer la fusion en utilisant un immense laser, de la taille d'un stade de football. Deux grands lasers sont actuellement en cours d'achèvement en Californie et en France, à Bordeaux. La phase de recherche en cours entend parvenir à la «preuve de principe» de la fusion par laser. HIPER devra démontrer que le processus pourra générer davantage d'énergie qu'il en faut pour le déclencher.

L'étude de faisabilité sera suivie d'une période de prototypage, avant que soit réalisée la construction d'une unité de démonstration d'ici à la fin de la décennie prochaine. Les délais sont similaires à ceux du réacteur de Cadarache, en France. «Notre concept offre la sécurité énergétique parce que son carburant provient de l'eau de mer, c'est propre et sûr», explique le professeur Mike Dunne, chef du projet.

* * *

Les questions que vous nous posez

«Pourquoi oppose-t-on souvent l'énergie nucléaire au développement durable ?», nous demande un lecteur de notre bulletin.

Bonne question, qui témoigne de la difficulté sans cesse observée d'informer objectivement sur cette forme d'énergie. En fait, le nucléaire est durable à cause de la formidable densité énergétique du combustible: un seul réacteur moderne de type EPR permettrait de couvrir pendant 60 ans près de 25% des besoins du pays en électricité, soit la consommation de toute la Suisse romande.

Le nucléaire répond aux critères du développement durable sur d'autres points:

- l'uranium ne sert qu'à faire de l'énergie. Ce n'est pas une matière première que l'on soustrait à d'autres utilisations;
- la densité du combustible nucléaire est 1 à 2 millions de fois plus élevée que celle des énergies fossiles. Autrement dit, avec 1 kilo d'uranium, on produit autant de courant qu'avec 1 à 2 millions de kilos de combustibles fossiles, soit 6 millions de kilowattheures;
- le retraitement du combustible présente un intérêt considérable en termes de développement durable. Il permet de doubler ou tripler la quantité d'énergie que l'on peut tirer d'une même quantité d'uranium et de réduire le volume des déchets de haute activité qu'il faudra gérer. La surgénération, qui produit encore plus de plutonium fissile à partir de l'uranium 238 fertile, permettra de tirer des dizaines de fois plus d'énergie;
- Un facteur de durabilité incomparable du nucléaire réside dans le fait que son utilisation n'entraîne pratiquement pas d'émission de gaz à effet de serre (environ 3 grammes d'équivalent CO₂ par kWh, contre plusieurs centaines de grammes pour les combustibles fossiles). Le nucléaire participe à la protection des équilibres climatiques.

Rédaction: Jean-Pierre Bommer

Sources: *New York Times*, BBC, Cordis, FRE