

PTIE : place aux technologies propres !

Pour l'édition 2011 du Prix des techniques innovantes pour l'environnement (PTIE), la rédaction d'Environnement et Technique a sélectionné deux projets de recherche qui ont travaillé à l'élaboration de technologies plus propres. L'un s'est penché sur l'utilisation de déchets transformés comme matériaux de stockage d'énergie, l'autre a validé une voie de synthèse de dipeptides sans solvant.

Dorothee LAPERCHÉ

Utiliser des déchets transformés pour alimenter des centrales électrosolaires thermodynamique (cf encadré : « Concentrer pour augmenter l'efficacité ») ou pour optimiser des systèmes de stockage d'électricité par compression adiabatique d'air (cf encadré : « Stocker de l'énergie dans des conditions corrosives ») : les projets Sesco et Sacre ambitionnent d'ouvrir la voie à une nouvelle forme de valorisation.

« La quantité de matériaux nécessaires pour stocker de l'énergie dans les systèmes de type centrales électrosolaires thermodynamiques pourrait poser à terme des problèmes de conflits d'usage », pointe Xavier Py, chercheur CNRS, coordinateur du programme Sesco. Une centrale électrosolaire de 50 MWe, par exemple, requiert pour 7,5 heures de stockage près de 28 000 tonnes de sels fondus. Pour atteindre les objectifs du solaire à concentration affichés pour 2050⁽¹⁾, il faudrait alors mobiliser chaque année près de 30 fois la production mondiale de sels de

nitrate, selon le scientifique. Les céramiques obtenues après vitrification à haute température (1400 °C) de déchets dangereux, comme notamment l'amiante, pourraient alors constituer une alternative intéressante. Les scientifiques⁽²⁾ ont en effet constaté que ces dernières pouvaient constituer des matériaux de stockage efficaces.

« Le prix de nos déchets une fois inertés est de 8 euros la tonne »

Cendres volantes d'usines d'incinération d'ordures ménagères, de centrales au charbon ou laitiers de la sidérurgie : le gisement de matières premières s'avère prometteur. « Les matériaux de stockage obtenus peuvent être utilisés jusqu'à de très hautes températures, 1000 °C sans problème, et alors que leurs équivalents en matériaux nobles - les céramiques réfractaires - coûtent 8000 euros la tonne, le prix de nos déchets une fois inertés, est de 8 euros la tonne », ajoute Xavier Py. III



l L'inertage à 1400°C permet une mise en forme de matériau en sortie de coulée.

III Si cette technologie peut permettre l'ouverture de nouveaux marchés, la consommation d'énergie requise par la vitrification reste cependant à améliorer. Elle s'élève en effet à 5000 kJ/kg de matière (en tenant compte du rendement de 35 % de la consommation électrique).

Pour réduire la facture énergétique du procédé, les scientifiques envisagent d'hybrider le procédé avec la technologie du solaire à concentration. L'énergie solaire alimente alors le réacteur de vitrification au lieu de permettre la production de vapeur. L'équipe a également complété le dispositif avec un procédé de torche

Concentrer pour augmenter l'efficacité

Les centrales électrosolaires thermodynamiques transforment l'énergie du rayonnement solaire incident en énergie électrique. Leur particularité ? Pour minimiser les pertes, des miroirs sont placés devant un récepteur et concentrent sur celui-ci le rayonnement capté pour le transformer en chaleur, puis en vapeur, qui est alors turbinée.

plasma ou micro ondes (pour 10, 15 ou 20 % des besoins) pour pallier les intermittences.

« Plus l'usage du matériau permet de stocker de grosses quantités d'énergie, plus le retour énergétique sur investissement sera rapide : dans une centrale électrosolaire, une trentaine de jours suffiront à rembourser l'énergie nécessaire pour vitrifier les matériaux de stockage, assure le coordinateur du projet, sur des applications basse température comme l'habitat par exemple, les retours seront plus lent ».

L'avantage de l'inertage à 1400 °C : la mise en forme du matériau obtenu pour constituer des échangeurs de chaleur stockeurs peut se réaliser directement en sortie de coulée. Les chercheurs commencent à identifier des déchets qui correspondraient le mieux aux différentes applications. Les céramiques issues de cendres volantes de centrales au charbon seraient ainsi très prometteuses pour les centrales électrosolaires. Autre matériau intéressant : les laitiers sidérurgiques qui permettraient d'obtenir des matériaux de stockage dotés d'une meilleure conductivité thermique.

«Souvent, ces matériaux de stockage

pèchent un peu par leur conductivité thermique et cela limite les puissances de stockage/ déstockage », constate Xavier Py.

Pour doper cette dernière, les équipes de Sesco travaillent aujourd'hui sur trois pistes : l'ajout de matériaux conducteurs, jouer sur les vitesses de refroidissement lors de la vitrification et enfin le mélange de différents type de déchets pour modifier la composition finale du matériau. Considérées comme matériaux inertes en France, la circulation des céramiques ne devrait pas poser de problème sur le territoire. A l'étranger en revanche, les démarches pourraient être plus compliquées.

« Nous ne sommes pas dans l'optique d'exporter des céramiques, car nous ajouterions une empreinte énergétique importante : nous regarderons les pays dans lesquels nous pourrions implanter les procédés d'application, quels sont les déchets locaux et produirons sur place les matériaux de stockage », assure Xavier Py. L'équipe devrait lancer des prototypes semi-industriels d'ici 5 ans.

Plus d'infos : py@univ-perp.fr

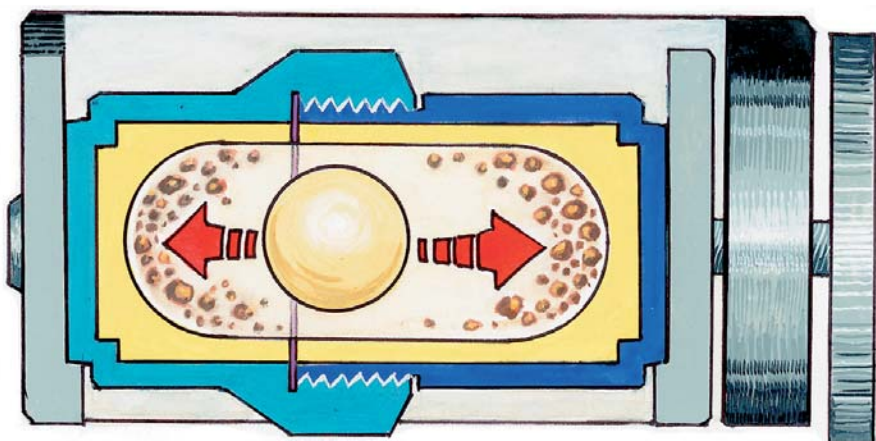
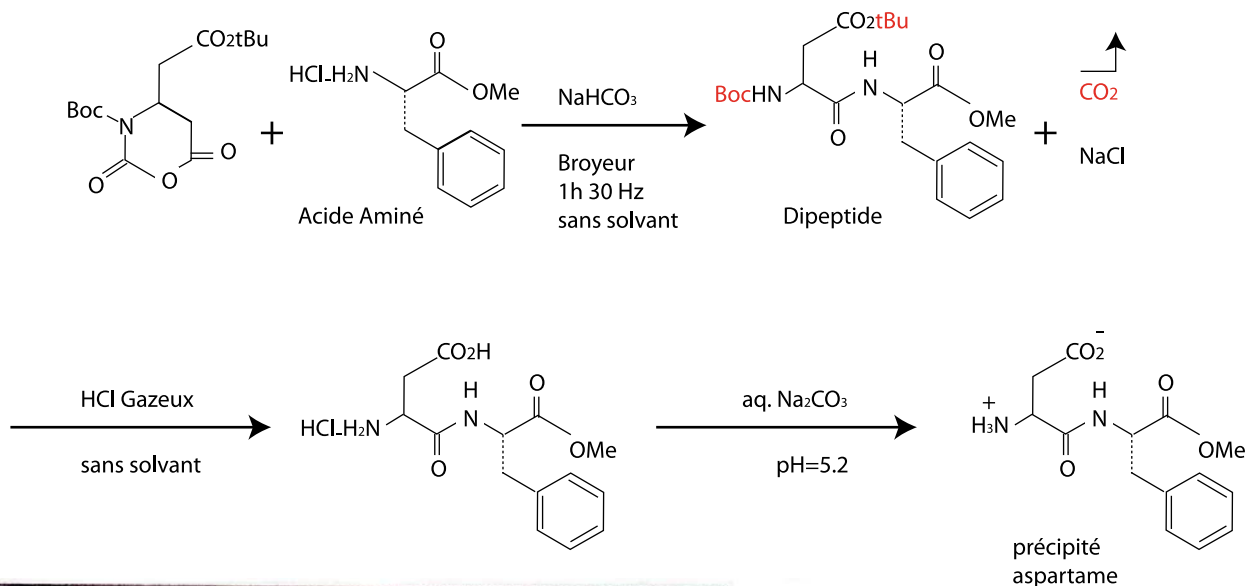
III

Stocker de l'énergie dans des conditions corrosives

« Quand vous comprimez de l'air, une partie de l'énergie est dégradée sous forme de chaleur, explique Xavier Py, si nous récupérons cette chaleur à la compression et que nous la reinjectons à la détente, nous augmentons le rendement jusqu'à 70 % : c'est la compression adiabatique ».

Le stockage n'est pas évident du fait des conditions, à 650 °C et en présence d'air sous pression. Du fait de leurs propriétés, les céramiques issues de la vitrification des déchets autorisent cette opération.

Les chercheurs de Montpellier ont démontré la possibilité de produire des peptides comme l'aspartame sans solvant



Réceptif de broyage à billes

Crédit : RETSCH

validé la synthèse d'un dipeptide d'intérêt commercial, l'aspartame (édulcorant) et d'un tripeptide sans solvant par broyage. Si cette réaction fonctionne avec des dipeptides, avec des longues molécules, la construction pourrait s'avérer cependant plus délicate. Ces derniers ont en effet tendance à se structurer, ce qui peut bloquer la synthèse du polypeptide. Cela reste encore à explorer.

« Nous avons montré que nous pouvons fabriquer 5 grammes d'un dipeptide, précise Frédéric Lamaty, nous sommes à la recherche d'un partenaire industriel pour une démonstration à plus grande échelle ». ■

Plus d'infos : frederic.lamaty@univ.montp2.fr

Notes :

1. Selon l'Agence Internationale de l'énergie, entre 630 et 1500 GWe à l'horizon 2050.
2. Ces recherches se divisent en différents projets : Sesco (déchets amiantés : les partenaires Promes, CEMHTI, Europlasma, Silimelt), Sacre (cendres volantes, les partenaires : LMS Polytechnique, EDF, Promes, L2EP, Geostock) et d'un contrat EDF (laitiers ArcelorMittal, Promes, EDF, ANRT).

III Fabriquer des peptides sans solvant

Alors que les solvants restent l'un des principaux facteurs de risques de pollution et pour la sécurité des employés dans l'industrie chimique, la possibilité d'effectuer une réaction sans solvant reste rarement prise en compte dans une synthèse chimique. Pourtant, « la synthèse sans solvant en chimie organique est possible de plusieurs façons : tout d'abord lorsque les réactifs sont liquides, ils font eux-mêmes office de solvants, ensuite il y a des méthodes d'activation par chauffage comme les micro-ondes ou mécanique comme le broyage, explique Frédéric Lamaty, coordinateur du projet de synthèse organique sans solvant à l'université de Montpellier 2,

les broyeurs à billes vont permettre de mélanger les réactifs et de les faire entrer en contact avec des niveaux d'énergie importants - même s'ils sont solides - pour provoquer des réactions chimiques ». Cette voie permet l'obtention de solides sous forme pure : les produits résultants ne nécessitent en effet pas de purification élaborée. Selon les méthodes, le coût énergétique n'est cependant pas comparable : le facteur de réduction d'énergie entre une activation micro-ondes et au broyeur s'avère être de 25.

Lors d'une synthèse chimique classique des peptides, ingrédients très présents dans l'industrie pharmaceutique, 1000 litres de solvant sont nécessaires pour synthétiser 1 kg de peptides. Les scientifiques ont