

**Au sommaire :****EVÉNEMENT - P.1**

Air intérieur :  
 mobilisations et réponses techniques

**ACTEURS - P.2/3**• **Développement industriel**

- Pragma Industries confirme ses ambitions sur les PAC  
 - NaturePlast repousse les limites des bioplastiques

• **Etudes**

- Géothermie à partir des mines..  
 - Mieux comprendre le comportement du mercure dans l'eau.

• **A suivre**

centre de compétences sur les technologies photovoltaïques, Totalgaz, Solvay, Allison Transmission, ...

**TENDANCES - P.4**

Stockage d'énergie : la place promise aux MCP

**TECHNOLOGIES - P.5/6/7**• **Eaux**

- Traitement d'eau sur verre recyclé activé  
 -3MW dessale l'eau à basse température

• **Energie**

- L'ombrage contrôlé par EHW  
 - Une solution IBC Solar pour grande toiture

• **Technologies propres**

- Produire biologiquement de la putrescine

• **Brevets****INFOS PRATIQUES - P.8**

# green news

## TECHNO

**Evénement**

### Air intérieur : mobilisations et réponses techniques

En publiant il y a quelques jours une nouvelle enquête sur la qualité de l'air intérieur (sur les colles de moquette), UFC-Que Choisir ne fait que confirmer l'importance de la problématique et la nécessité d'avancer techniquement pour la résoudre. Cet été l'OMS a publié une première série de lignes directrices sur l'air intérieur traitant des problèmes d'humidité et de moisissures. D'autres publications suivront sur les produits chimiques. La publication du Plan national Santé Environnement (PNSE 2) en juin a en outre confirmé l'engagement des autorités. Parmi les douze mesures phares du PNSE 2 figurent l'étiquetage sanitaire des produits, le développement des conseillers « Habitat Santé » et une expérimentation de surveillance de la qualité de l'air dans 300 crèches (lancée à la rentrée). Et ces actions sont largement complétées par d'autres engagements, notamment d'édicter d'ici mi-2010 des valeurs de gestion de la qualité de l'air, restreindre ou interdire certaines substances, vérifier l'inocuité des options technologiques nouvelles ou développer la formation professionnelle sur ce thème. Le marché n'a pas non plus attendu les alarmes médiatiques pour s'attaquer au problème. On note un bon nombre d'exemples de recherche de substances de substitution ou de solutions techniques pour s'affranchir des formaldéhydes, toluène et autres éthers de glycol. Les travaux de l'Inra sur le collage ou soudage du bois, soit par des colles naturelles à base de tanins ou par friction (cf GNT n°2) en sont deux exemples de pointe, auxquels on pourrait ajouter des colles ou des mousses sans solvant ni isocyanate. « *Plus aucun développement ne se fait dans le bâtiment sans se poser la question des répercussions sur*

*la qualité de l'air* », confirme Frédéric Kuznik, chercheur au Cethil de Lyon qui s'intéresse à l'usage des matériaux à changement de phase (cf Tendances p. 4). On sait aussi que la question du relargage de nanoparticules dans l'air doit se poser. Les travaux de Pylote (cf GNT n°25) sur l'étude de microparticules pouvant remplacer les nanoparticules dans des matériaux anti-bactériens sont un exemple de démarche responsable. Il faudra bien sûr être capable de caractériser les matériaux avant leur usage et sur site, et pour cela développer l'offre technique d'analyse, notamment portable qui reste faible. Alyxan (cf GNT n°25) avec son procédé d'analyse des COV par spectromètre de masse portable participe à ce mouvement tout comme l'école des Mines d'Alès avec sa méthode de prélèvement de COV (cf GNT n°3). Mais dans tous les cas, le problème de la qualité de l'air ambiant va nécessiter des solutions de gestion. L'évolution de la réglementation thermique, qui va entraîner des constructions plus hermétiques, risque d'accentuer le problème. Il faut donc développer les systèmes d'aération mais en double flux afin de limiter les pertes énergétiques. A ce jour, cette technologie n'est implantée que dans 1 % des logements. La réduction des ponts thermiques est un autre axe de travail pour réduire les formations de moisissures (la condensation ayant tendance à se focaliser sur les zones froides à proximité des ponts thermiques). Enfin, il peut être question de traiter l'air. Certains traitements, notamment une filtration particulière, parfois couplée à une photocatalyse ou à une ionisation de l'air, sont déjà proposés pour les systèmes d'aération ou en traitement direct de l'air ambiant.

GREEN NEWS Editions  
 Siège social : 320 avenue Berthelot 69008 LYON - RCS LYON 504 953 787

Service commercial :  
 9 - 11, rue Benoit Malon - 92156 SURESNES  
 Tél : 01 46 14 82 71 - Fax : 01 47 41 11 04  
 redaction@green-news-techno.fr

Directeur de la Publication :  
 Thierry Clicquot de Mentque - thierry.clicquot@green-news-techno.fr

Rédactrice en chef :  
 Cécile Clicquot de Mentque - cecile.clicquot@green-news-techno.fr  
 Tél : 02 35 32 65 39 - 5, clos Fleuri - 76113 SAHURS

Maquette : Damien ROCHETTE - Magnana - www.magnana.com

40 numéros par an, diffusé exclusivement par abonnement. Abonnement 1 destinataire : 755,54 € TTC\* - Abonnement 4 destinataires : 1 276,25 € TTC\* - 18,50 € HT le numéro. ISSN en cours - Dépôt légal à parution. © Green News Techno - Reproduction interdite pour tous pays sauf autorisation expresse de l'éditeur - \*Tarifs 2009 - TVA : 2,10 %



## Développement industriel

### Pragma Industries confirme ses ambitions sur les PAC

Quand en 2006, la start-up Pragma Industries est distinguée d'une mention spéciale par la Fondation Altran, on s'attend à un démarrage en flèche de l'entreprise tant son approche technologique en rupture dans la construction des piles à combustibles est prometteuse. La réalité économique a été plus dure et avant de pouvoir bénéficier d'un soutien financier de grande ampleur (ce qui vient d'être le cas en partie le cas avec une levée de fonds de 400 000 € cet été – cf GNT n°25), la PME a du prendre pied dans la communauté technique et scientifique des piles à combustibles et en quelques sortes faire la preuve de ses compétences dans le domaine. Pendant un peu plus de deux ans, Pragma Industries a ainsi travaillé au développement et à la commercialisation d'outils de pointe pour le marché de la recherche sur les piles à combustible. « *Aujourd'hui nous avons fait la preuve de notre capacité à développer des produits commercialisables et acquis une crédibilité technique et scientifique tout en permettant à nos premiers investisseurs de constater les premiers résultats financiers de notre activité* », explique Pierre Forté, l'un des fondateurs. Il compte maintenant à nouveau consacrer toute sa force de développement (cinq personnes en R&D) sur sa technologie novatrice de production de piles à combustible. Le coeur de celle-ci est un matériau composite (un assemblage de film polyester flexible, d'un alliage métallique et d'une couche assurant l'hydrophobie et la porosité). L'innovation vient du fait qu'il sert à la fois de « couche de diffusion » (la zone de diffusion de l'hydrogène et de l'oxygène sur les deux électrodes), mais aussi de substitut à la plaque bipolaire qui transmet le courant d'une pile unitaire à une autre (une pile à combustible étant constituée d'un assemblage de piles unitaires). Les plaques bipolaires présentent en effet de nombreux inconvénients. Elles sont complexes à produire et donc coûteuses, rigides et n'ont une conductivité que dans leur épaisseur, obligeant à des configurations de PAC empilées. Au contraire, la nouvelle couche de diffusion a une propriété de conduction mais dans le plan. Il est ainsi possible d'envisager de connecter des cellules juxtaposées. La couche de diffusion s'applique sur un coeur de cellule classique (électrodes et électrolytes) d'une cellule placée sur un support souple et traverse ce support pour couvrir l'électrode opposée de la cellule adjacente. A ce jour, Pragma Industries a déjà validé cette technologie de pile plate et vend sa couche de diffusion à Paxi-tech pour des applications de micropiles (de 0 à 100 kW). Mais l'objectif de Pragma Industries est d'exploiter cette propriété de souplesse totale de la pile pour proposer des configurations de piles enroulées. Des couches structurantes, devant par exemple permettre d'assurer l'isolation lors de l'enroulement mais aussi la circulation des flux, ont été définies avec les techniques d'assemblage. Reste maintenant à assembler ces deux briques technologiques pour disposer d'un prototype complet de pile à combustible enroulée. « *Nous nous donnons jusqu'à la fin de l'année pour présenter un prototype enroulé fonctionnel au marché et à de nouveaux investisseurs pour la phase d'industrialisation* », prévient Pierre Forté. Cette étape va aussi servir à dé-

montrer l'intérêt économique de l'approche de Pragma, puisque non seulement elle évite le coût des plaques bipolaires, mais elle permet une production totalement automatisée avec des techniques déjà bien maîtrisées de laminage à chaud (« roll to roll »). Pragma Industries est donc en train d'investir dans du matériel de prototypage, l'idée étant de définir rapidement les caractéristiques de la machine outil afin de pouvoir démarrer la production d'une pré-série fin 2010 ou début 2011. Dans un premier temps, les piles enroulées pourraient produire de 100 watts à 1 kW, avec en perspective un objectif de 10 kW.

☑ **Pragma Industries**, tél. : 05 59 51 27 55.

### NaturePlast repousse les limites des bioplastiques

Il y a cinq ans quand il a commencé à s'intéresser aux bioplastiques, Thomas Lefèvre s'est vite aperçu que sur ce marché en émergence, il n'y avait personne en Europe capable d'être intermédiaire entre les producteurs de matières et les potentiels utilisateurs. « *Il n'y avait personne pour les accompagner dans cette démarche de substitution au niveau du choix de la matière, des additifs nécessaires pour compenser les faiblesses intrinsèques des polymères végétaux ou des réglages du process* », explique Thomas Lefèvre. D'où un travail de veille technologique engagé à cette époque pour identifier tous les fournisseurs potentiels et devenir un spécialiste du négoce dans les bioplastiques avec une quinzaine de fournisseurs dans les matières polymères brutes et autant dans les additifs potentiels, soit l'équivalent de 150 références techniques. Fort de cette base de données équivalent, NaturePlast, la société créée il y a trois ans, est en mesure d'imaginer et valider des formulations polymères/additifs les plus adaptées aux exigences techniques d'une future application. « *Plus on a d'ingrédients disponibles, plus on peut faire de recettes* », souligne l'entrepreneur normand. C'est d'ailleurs pour cela que l'activité de négoce s'enrichit de plus en plus d'un volet accompagnement dans le process. « *Nous affirmons aujourd'hui beaucoup plus notre vocation de bureau d'études spécialisé dans les bioplastiques* », souligne Thomas Lefèvre. Les développements à l'étude dans les entreprises, notamment les spécialistes de l'extrusion ou de l'injection qui veulent anticiper une demande de leurs propres clients, sont tous des cas particuliers. Au-delà de l'amélioration de la « processabilité » par certains additifs, la même formulation sur deux machines identiques va parfois nécessiter des réglages différents, en température, en débit, en dosage. Certaines géométries de pièces vont aussi s'avérer beaucoup plus difficiles à gérer que d'autres. C'est pourquoi NaturePlast a complété ses compétences en chimie des polymères en s'alliant l'expertise process de centres de plasturgie, et notamment de l'Isipa d'Alençon. Un carnet d'adresses fourni sur les expertises en recherche académique lui-permet aussi de faire appel à d'autres spécialistes pour des sujets plus pointus, tels que par exemple les interfaces entre matrice biosourcée et renforts végétaux. « *Notre objectif est d'inscrire notre développement dans le parc d'équipements actuel, mais aussi de trouver des solutions dans des délais acceptables pour les industriels* ». NaturePlast dispose pour cela en permanence de 50 000 à 100 000 € d'échantillons en stock



qui représentent 80 % des références les plus utilisées et pour chacune, des données techniques approfondies.

Si NaturePlast s'est ainsi positionnée indéniablement sur un marché d'avenir, il est cependant clair que le contexte des dix-huit derniers mois n'a pas été le plus favorable. Une incertitude sur la production mondiale de PLA (le bioplastique le plus utilisé), suivie d'une chute du cours du pétrole et de la crise économique ont ralenti les initiatives. D'où aussi l'importance pour NaturePlast de participer plus globalement à un effort de formation du marché. L'entreprise dispose d'un numéro d'enregistrement pour la formation professionnelle et s'appête à lancer avec l'Isipa un module de formation de trois jours sur les bioplastiques. Conjugée à un effort d'accompagnement des projets d'entreprise, cette activité devrait contribuer à asseoir les bases d'un déploiement plus solide des bioplastiques. Quelques premières réalisations significatives au plan technique de la part de certains clients de NaturePlast sont d'ailleurs attendues dans les prochains mois.

☑ **NaturePlast**, tél. : 02 31 83 50 87. [www.natureplast.eu](http://www.natureplast.eu)

## Etudes

### Géothermie à partir des mines..

Les puits de mines sur le point d'être fermés pourraient être mis à profit pour fournir de l'énergie géothermique en s'affranchissant de tous les gros travaux de forage. C'est du moins la conclusion d'une étude publiée cet été dans le « Journal Renewable Energy » par des chercheurs de l'université d'Oviedo en Espagne. Ils ont ainsi développé une méthode permettant d'estimer la quantité de chaleur qu'un tunnel pourrait potentiellement fournir. Cette méthode semi-empirique (une part mathématique seulement) nécessite cependant de pouvoir avoir accès aux tunnels avant la fin de l'exploitation pour relever quelques données sur la ventilation et les propriétés des roches et définir les meilleurs circuits. L'idée est alors de faire

courir des tubes transportant de l'eau à 7°C en entrée qui pourrait ressortir à 12 °C, dans un puits dont la température des roches serait de 30 °C. Ces données ont été établies sur la base d'un essai réalisé sur un puit long de deux kilomètres dans les Asturies, les conditions trouvées étant assez communes à de nombreuses mines dans le monde, assurent les chercheurs.

☑ **Rafael Rodriguez**, [rrodrifer@uniovi.es](mailto:rrodrifer@uniovi.es)

### Mieux comprendre le comportement du mercure dans l'eau

Une chercheuse de la Duke University, à Durham aux Etats-Unis, a présenté au mois d'août à l'American Chemical Society les résultats de ses travaux sur le comportement du mercure dans l'eau et les sédiments, montrant le rôle joué par les matières organiques dans la formation de méthylmercure, substance persistante, accumulable par les organismes vivants et hautement toxique pour le système nerveux. Les nanoparticules de sulfure de mercure qui se forment en présence de sulfure et de matière organique s'avèrent plus solubles que des grosses particules de mercure et sont donc accessibles aux bactéries pour la phase de « méthylation » opérée par les microorganismes. Dans ce processus de combinaison du mercure et des sulfures, la matière organique empêche que les particules de mercure s'agglomèrent entre elles et deviennent plus grosses et insolubles, ce qui les rendrait alors indisponibles pour la transformation microbienne. Les travaux expérimentaux d'Amrika Deonarine ont aussi montré que ces réactions prenaient aussi place dans les environnements d'eau froide avec très peu d'oxygène, notamment dans les zones de sédiments. Ces conditions anaérobies peuvent aussi se retrouver dans des systèmes de traitement d'eaux et d'effluents usés. Cette meilleure connaissance des réactions de transformation du mercure implique donc une nouvelle approche dans la mesure de celui-ci dans les milieux naturels et dans l'analyse des risques.

☑ **Duke University**, [amrika.deonarine@duke.edu](mailto:amrika.deonarine@duke.edu)

## A SUIVRE

• D'ici la fin de l'année ou début 2010, un **centre de compétences sur les technologies photovoltaïques** ouvrira à Loos-en-Gohelle près de Lens (Pas-de-Calais). Le principe est de démontrer grandeur nature les capacités des technologies photovoltaïques. **Une dizaine de technologies seront testées**, fixes ou avec suiveur solaire, sur un terrain de 25 000 m<sup>2</sup> sur le site du 11/19, ancien site minier reconverti en pôle d'innovation. L'objectif est d'accumuler des données techniques et scientifiques à mettre à disposition des entreprises et des chercheurs. 1 M€ est consacré à ce projet financé essentiellement par l'Etat dans le cadre du plan de relance.

• **Totalgaz** a signé un accord de partenariat avec la **société Biro**, jeune société fondée en 2006 qui a conçu un **moteur hybride électrique/thermique GPL-c**, baptisé MC2-Hybride. Le partenariat a pour objectif d'accompagner Biro vers la production de ce moteur et de véhicules hybrides, le prototype ayant été présenté au dernier salon de Genève. Rappelons que Biro a été lauréat de concours Lépine et du prix de la Chambre de commerce et d'industrie de Paris.

• Le groupe chimique européen **Solvay** participe à travers sa filiale Solvay North American Investment à la deuxième **augmentation de capital de Plextronics**, une entreprise de Pittsburg qui a développé un savoir-faire en impression de **cellules solaires organiques**

(marque Plexcore PV) et l'OLED (Plexcore OC). 14 M\$ ont été investis dans ce deuxième tour de table dont 12 M\$ par Solvay. Ce nouveau financement doit servir à renforcer sa recherche et ses programmes de production pilotes pour aller plus rapidement vers la commercialisation de sa technologie. Depuis le mois d'août, une dizaine de modules solaires produits avec cette technique d'encre est en test à NREL (National Renewable Energy Laboratory).

• **Allison Transmission**, premier fournisseur mondial de transmissions automatiques et développeur de systèmes de **propulsion hybrides** à usage militaire et pour des bus urbains, vient de recevoir une subvention de 62,8 M\$ du Département à l'énergie américain dans

le cadre du Plan de relance afin de soutenir le développement et la production d'un système de propulsion hybride compétitif pour des camions à usage commercial. Depuis 2003, Allison Transmission a déjà produit 2300 systèmes hybrides pour des bus.

• Comme il l'avait annoncé en septembre 2008, **DuPont** va augmenter de 50 % sa **production de films Tedlar**, notamment utilisés dans la production de **panneaux photovoltaïques**. Ce film est utilisé pour ses propriétés de barrière à l'humidité et de résistance aux intempéries, ainsi qu'aux UV. 120 M\$ ont été investis pour cette première phase d'expansion. Les travaux sont déjà en cours sur l'un des sites de production, à Fayetteville aux Etats-Unis.

## Stockage d'énergie : la place promise aux MCP

*Les contraintes croissantes sur les consommations énergétiques remettent au goût du jour les matériaux à changement de phase (MCP), capables de stocker et restituer de l'énergie thermique. Les travaux se sont multipliés ces dernières années.*

Après quelques travaux menés dans les années 80 sur les matériaux à changement de phase et leur intégration dans des matrices du bâtiment, le sujet est resté au plan mondial en « stand-by ». Jusqu'aux années 2000. C'est ainsi qu'on a vu arriver depuis sur le marché des offres de matériaux de la part de DuPont (produit Energain) et BASF (gamme Micronal). L'objectif de ces matériaux est d'apporter au bâtiment une inertie thermique supplémentaire en étant capable d'écarter de 3 à 4°C les températures intérieures. Le principe est simple : le matériau (encapsulé) se liquéfie à partir d'une certaine température en absorbant de l'énergie et relargue cette énergie quand la température est plus basse en se cristallisant. Avec des obligations élevées en isolation, les bâtiments peuvent subir des surchauffes en périodes chaudes, d'où l'intérêt d'absorber une partie de cette chaleur sans recourir à la climatisation.

Bien que les communications sur les applications soient régulières (la dernière en date étant l'équipement du toit du Palais de Tokyo avec Energain), cette technologie reste émergente du fait de sa complexité. Se pose par exemple la question des températures de transition. Celle de fusion est supérieure de quelques degrés à celle de cristallisation et l'écart est parfois très important. Au-delà de 21-22°C, un matériau de type Energain va stocker de l'énergie, mais la restituera (se déchargera) qu'en dessous de 19°C ou 18°C... Or dans certaines régions, la température de nuit ne descend pas en dessous de 20°C. « *Les applications et les manières d'inclure le matériau vont dépendre de la situation géographique* », confirme Frédéric Jay, le directeur de Cristopia, l'une des seules entreprises françaises spécialisée dans le stockage d'énergie et les matériaux à changement de phase. Le choix du ou des matériau (x) doit donc se faire en tenant compte des objectifs à atteindre. « *On peut imaginer des parois avec des matériaux travaillant à des températures différentes pour répondre aux différents cas saisonniers* », poursuit l'expert de Cristopia qui mène des études en ce sens. L'autre question est celle de la vitesse de restitution. « *Le phénomène de fusion est souvent plus rapide que la solidification* », note Frédéric Kuznik, en charge de la question du stockage de l'énergie au Cethil. Cette propriété peut être intrinsèque au MCP ou liée à son intégration. Il peut ainsi être judicieux de coupler l'usage d'un MCP avec un système de ventilation de nuit (projet Envhy, cf GNT n°12), pouvant accélérer la restitution de l'énergie. Cela implique aussi un choix de parois ou de matrice facilitant l'échange thermique. « *On voit des démarches pour intégrer directement des MCP dans du graphite pour améliorer la conductivité* », commente Frédéric Kuznik et Cristopia travaille sur une paroi en bois. Un prototype est à l'essai avec différents matériaux à changement de phase (acides gras, sels hydratés). Un autre projet de Cristopia, mené avec le Cethil, le CSTB et l'Ecole des Mines de Paris, est une brique de verre contenant des acides gras. Le coefficient d'échange est bon, le support verre résistant aux acides et le produit translucide a un intérêt architectural. Les pistes

d'intégration des MCP dans le bâtiment sont donc très nombreuses, et « *un très grand nombre de matériaux reste à étudier et caractériser* », confirme Frédéric Jay. « *Depuis 2000, le nombre de publications de recherche a explosé dans ce domaine* », commente aussi F. Kuznik. Mais il ne faut pas imaginer utiliser partout les MCP. « *La cible principale reste les bâtiments à faible inertie, dits à structure légère, notamment les bâtiments du tertiaire, là où le gain sera le meilleur* », souligne Frédéric Kuznik.

Outre la régulation thermique des bâtiments (surtout en confort d'été mais à l'étude pour la consommation d'hiver), d'autres applications sont prometteuses. L'un des axes majeurs est le stockage de l'énergie solaire. Le développement de Kaplan Energy avec le Cethil (cf GNT n°13), introduisant des briques de matériaux à changement de phase dans un chauffe-eau, est un exemple. Les matériaux (MCP de 50°C à 75°C) permettent de stocker plusieurs jours de la chaleur produite en surplus par les capteurs. Cristopia et ses partenaires ont eux mené le projet Stocsol dont les résultats sont attendus pour la fin d'année. Il s'agit là-aussi de stocker l'énergie solaire produite en excès mais pour des applications de chauffage. « *Nous avons choisi un matériau fonctionnant à 55°C, mais il semblerait que pour l'inter-saison, cette température de transition soit un peu élevée. Nous devons donc sans doute poursuivre nos investigations* », explique Frédéric Jay. Au Cethil, on pense aussi au stockage de chaleur en face arrière des panneaux photovoltaïques pour éviter les surchauffes, ou simplement dans des radiateurs pour améliorer leur inertie.

Mais c'est surtout l'industrie qui pourrait bénéficier des matériaux à changement de phase. Le québécois Novanergy (groupe Enerstat) a ainsi développé une batterie thermique aux MCP pour récupérer la chaleur fatale de process (offre présentée en France fin 2008). C'est aussi un axe de travail pour Cristopia dès 80°C. Un programme de recherche, baptisé EnergyWall en Belgique, travaille même sur des matériaux aux températures de transition de 400°C à 800°C. Mais c'est également au froid qu'il faut penser, d'autant que ce champ d'application est déjà mûre. Cristopia commercialise des systèmes à base de sels hydratés jusqu'à -33°C. « *Il y a un vrai intérêt au regard des émissions de CO<sub>2</sub> puisque grâce au stockage du froid, on peut lisser la consommation énergétique sur la nuit* », explique Frédéric Jay qui regrette la méconnaissance des bureaux d'études pour cette approche. On peut diviser par deux la taille d'un groupe froid (économie d'investissement) et consommer 50 % de l'électricité la nuit (moins chère et moins émettrice de CO<sub>2</sub>). Notons que dans le domaine du froid, d'autres applications de niches sont étudiées, par exemple en couplage avec des procédés de froid radiatif, pour permettre dans des pays chauds le stockage du froid accumulé la nuit par des « corps noirs » (matériaux qui ont capacité d'émettre plus d'énergie qu'ils n'en absorbent) et sa restitution le jour. La société Iterrae a retenu ce principe développé avec le concours du laboratoire Promes pour les MCP.



## Eaux

### Traitement d'eau sur verre recyclé activé

Peu connue en France, la technique des filtres à verre utilisés pour remplacer des filtres à sable peut pourtant se prévaloir de très nombreuses références en Europe, en aquaculture, en piscines, en traitement d'effluents industriels (eaux de peinture de sites Ford, eaux de rejets d'une usine Carlsberg..) et en traitement d'eau potable. Développée dans le cadre d'un projet Life Environnement par l'écossais Dryden Aqua, la technologie AFM (Active Filter Media) est ainsi diffusée depuis 2005 en Europe et depuis l'an dernier en France. C'est Ocean Projects, concepteur d'aquariums publics, qui se charge aujourd'hui de faire connaître le produit sur le territoire national. « Dans notre activité où la qualité de l'eau est primordiale, il faut recourir à des équipements de traitement d'eau très sophistiqués. Nous avons donc toujours cherché des solutions permettant d'éviter d'introduire des bactéries dans l'eau », explique Jean-Louis Malfoy, le directeur de l'entreprise. D'où l'intérêt pour la technologie de Dryden Aqua. Le filtre à verre, constitué de grains de verre qui ont été activés électriquement, affiche en effet de meilleures propriétés d'adsorption que les grains de sable (grâce à sa charge négative), mais aussi des propriétés oxydantes et catalytiques. En effet l'oxygène de l'eau au contact des grains activés se dissocie en radicaux libres très oxydants et aux propriétés bactéricides qui dégradent la matière organique piégée et les microorganismes. Il n'y a ainsi pas de formation de biofilms dans le filtre, d'autant plus qu'une zone glissante se crée autour du grain empêchant toute accroche. Ceci a plusieurs conséquences très intéressantes pour l'exploitation. D'une part, les rétrolavages du filtre sont beaucoup plus espacés qu'avec un filtre à sable qui se colmate. On estime chez Ocean Projects l'économie en eau de rinçage à 50 %, le rétro lavage servant uniquement à éliminer les résidus minéraux. Cette économie d'eau est à mettre en parallèle avec des économies d'énergie. Moins de rétro lavages mais aussi moins de pertes de charge dans le filtre se traduisent par 5 à 15 % de consommation d'électricité en moins. Mais c'est bien sûr avant tout la fiabilité de la filtration qui y gagne : il n'existe plus de risques de chemins préférentiels dans le filtre ou d'entraînement de microorganismes. Mieux, la filtration (qui s'opère sur trois couches de granulométries différentes) est plus efficace avec une moindre consommation d'additifs de conditionnement (floculants), les caractéristiques physiques du verre facilitant cette floculation. Dans le secteur des piscines, la moindre contamination de l'eau permet également de réduire l'usage de désinfectants (80 % de chlore en moins) et donc les risques de production de sous-produits chlorés (trichloramines) dangereux pour la santé. « Concrètement sur une installation de traitement d'eau de piscine collective, cela signifie l'absence d'un déchloraminateur », précise Jean-Louis Malfoy qui compte déjà dans ses références plusieurs piscines en France. Le procédé AFM a enfin un atout en terme de cycle de vie du matériau : sa durée de vie semble sans limite (alors qu'un filtre à sable se remplace tous les trois à cinq ans) et il est produit à partir de verre recyclé (vert ou brun) broyé et aux arêtes ébavurées. Aujourd'hui Dryden Aqua produit 20 000 tonnes/an de ce

matériau. Outre son marché d'origine (aquariums), Ocean Projects cible avec l'AFM le secteur des piscines (déjà prospecté) mais aussi celui plus traditionnel du traitement des eaux usées ou production d'eau potable. Pour l'eau potable, en dépit d'un agrément en Grande-Bretagne répondant aux exigences de la Directive Eau potable européenne, la PME de Boulogne devra attendre un avis positif du Ministère de la Santé. En revanche, des contacts sont en train d'être pris avec des ingénieristes pour l'application en traitement tertiaire d'effluents usés. Jean-Louis Malfoy souhaite développer des partenariats techniques et ne pas être seulement un négociant de l'AFM afin que le procédé soit utilisé dans les bonnes conditions, notamment de vitesse de débit, pour être totalement efficace.

☑ Ocean Projects, tél. : 03 91 90 44 23. [www.opalaqua.com](http://www.opalaqua.com)

### 3MW dessale l'eau à basse température

Pendant près de dix ans, le fondateur de 3MW (Third Millenium Water Company) a travaillé sur un nouveau moyen de dessaler l'eau de mer à moindre coût énergétique, afin d'offrir au marché, notamment aux pays en voie de développement, une solution robuste et peu coûteuse de production d'eau potable. Le résultat est le procédé MEDC (Multi-Effect drying & condensation) aujourd'hui en phase d'industrialisation. La pré-série industrielle est prévue pour novembre et permettra l'implantation de quelques unités pilotes aux Comores, à l'île Maurice, en Egypte et sur une île au large du Mozambique pour l'étape de validation. Le principe mis en œuvre est simple mais astucieux. Il repose sur la récupération des thermies lors de la condensation de l'eau sur la face froide d'une plaque pour les transmettre à la face chaude de cette même plaque, servant à l'évaporation de l'eau de mer. S'ajoute au système un échangeur intermédiaire (après évaporation et avant condensation) pour surchauffer légèrement la vapeur et faciliter sa condensation par différentiel de température. Cette surchauffe peut s'opérer en recourant à des panneaux solaires thermiques. La plaque présente une surface extrêmement mouillante qui facilite le ruissellement de l'eau et sa répartition sur l'échangeur. En haut de l'échangeur, la température avoisine 80 °C et n'est plus que de 35 °C en bas. 50 % de l'eau est ainsi évaporée dans ce délai de ruissellement mais les conditions de formation de tartre (haute température et forte concentration en sels) ne sont jamais réunies, garantissant une durée de vie élevée au système. La ventilation forcée dans le réacteur (pour entraîner la vapeur vers l'échangeur de surchauffe) est alimentée par panneaux photovoltaïques. 0,2 kWh seulement sont nécessaires par mètre cube et environ 10 m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques plans (une autre source de chaleur d'appoint peut être envisagée). Un module d'un mètre cube est constitué de 25 plaques espacées de 6 mm formant ainsi un bloc de la forme d'une porte de 20 cm d'épaisseur. Toutes les capacités de production sont possibles économiquement, des petites (quelques dizaines de m<sup>3</sup>/jour) aux plus grandes (10 000 m<sup>3</sup>/jour à 100 000 m<sup>3</sup>/j), le procédé étant à la fois moins cher à l'investissement et au fonctionnement que les techniques d'osmose inverse ou de distillation. Notons que la technique peut aussi s'appliquer à des eaux polluées relativement claires (pollutions métalliques, fluor etc.). Après valida-



tion sur les pilotes de pré-série, 3MW qui a déjà levé 500 000 € fin 2008 et s'apprête à lever 400 000 € supplémentaires en septembre, devra mobiliser à partir du printemps 2010 près de 4 M€ pour la phase d'industrialisation. Des partenariats seront aussi recherchés pour la commercialisation et les installations de sites. Le chiffre d'affaires estimé pour 2015 est de 50 M€.

■ **3MW**, tél. : 01 56 88 16 16.

## L'ombrage contrôlé par EHW

Cet été, la jeune entreprise EHW Research a réalisé une première évaluation sur le terrain de sa technologie Smart Power Box destinée à pallier les impacts négatifs des ombrages sur la production d'électricité photovoltaïque. Quatre unités ont été déployées sur des sites variés pour confirmer l'intérêt et la fiabilité de la technologie. Celle-ci consiste en un boîtier placé entre les panneaux et l'onduleur et auquel est relié en étoile chacun des panneaux photovoltaïques. En général, les panneaux sont reliés en série, avec une entrée unique dans l'onduleur. Mais cette configuration a pour principal défaut de subir les aléas de l'ombrage partiel, 10 % de couverture des panneaux par l'ombre pouvant entraîner une baisse de 50 % du rendement électrique. « En cas d'ombrage, la résistance électrique du panneau augmente et celle-ci devient la résistance de l'ensemble du système en série » explique simplement Harald Hauf, le fondateur de l'entreprise. On pourrait envisager un montage en parallèle des panneaux, mais au-delà des difficultés à trouver un onduleur pour chaque panneau (micro-onduleur) ou un onduleur commun acceptant des faibles tensions, les différences de tension entre panneaux (liées à la température ou aux caractéristiques électriques intrinsèques de chaque panneau qui peuvent différer de 3 %) entraînent aussi des pertes de rendement et un fonctionnement non optimal de l'onduleur.

La solution Smart Power Box vient donc résoudre ce casse-tête. L'idée est d'ajuster les connexions entre panneaux en fonction de ces critères de résistance et de tension. « Les panneaux qui ont la même intensité de courant sont placés en série et les panneaux dont les tensions sont identiques sont placés en parallèle », confirme Harald Hauf. Mais l'intérêt de cette approche qui repose sur un algorithme sophistiqué est surtout d'être évolutive et dynamique. Au fur et à mesure des changements de conditions d'exposition des panneaux dans la journée et donc de l'orientation du soleil et des ombres, les connexions se réorganisent pour toujours tirer le maximum de l'ensemble des panneaux. Le système de configuration dynamique pourrait même aller jusqu'à éliminer provisoirement un panneau de la configuration générale s'il « tire trop les autres vers le bas ». Ainsi, la Smart Power Box peut récupérer plus de 80 % des pertes dues à ces différents déséquilibres (appelés aussi Mismatches), modifiant fortement les calculs du retour sur investissement d'une installation PV. EHW Research vise en particulier le secteur domestique, le plus confronté à ces problématiques d'ombrage par le fait même de leur implantation sur des logements (cheminée, voisinage, arbres...).

Curieusement, bien que le problème de l'ombrage soit bien connu des professionnels, cette option de gestion n'a fait l'ob-

jet d'aucun autre développement en Europe. Seuls quelques concurrents américains et israéliens s'affichent aujourd'hui (cf Innovations Intersolar, GNT N°20), mais les solutions proposées impliquent de choisir des onduleurs adaptés à ces solutions ou elles-mêmes génératrices de perte énergétique. Harald Hauf rappelle au contraire que le Smart Power Box s'insère dans une installation existante sans modification de l'onduleur et qu'elle n'est source d'aucune perte. « Même quand il n'y a pas d'ombrage, on a constaté un gain de puissance ». Et cerise sur le gâteau, en cas d'incendie du bâtiment, une coupure d'alimentation générale du bâtiment suffit à déconnecter tous les panneaux et éviter les risques pour la sécurité civile liés aux fortes tensions. Fort de ces résultats, EHW est donc prêt à attaquer la phase d'industrialisation, en s'appuyant sur un partenariat local, ATR Robotique pour l'assemblage des boîtiers. Parallèlement, la jeune entreprise poursuit un autre développement. Il s'agit du Solar Catch Pot, un concentrateur passif. Harald Hauf s'attaque avec ce produit au problème du coût des panneaux photovoltaïques, dû à 70 à 80 % au coût de la surface active. Le principe est donc de concentrer le rayonnement lumineux, mais plutôt que d'utiliser une surface parabolique qui suivrait le soleil, EHW a imaginé une forme de miroir ondulé statique, optimisant sur la journée la concentration du rayonnement. « Nos facteurs de concentration sont moins importants et évolutifs sur la journée, mais en moyenne, on aura un gain de rendement sur la journée d'un facteur cinq avec un procédé robuste », précise Harald Hauf. Ce développement d'une forme optimale a fait appel aux compétences et moyens numériques du département SNC (Système naval complexe) de l'Ecole d'ingénieurs de Toulon. Le système devrait être industrialisé courant 2010.

Avec ces deux innovations importantes, EHW doit aujourd'hui renforcer ses moyens financiers pour accompagner la phase industrielle et commerciale. L'entreprise vient de recevoir le soutien du concours de la création d'entreprise innovante (cf GNT n°24), bénéficie aussi d'une aide Oséo mais travaille sur une levée de fonds plus importante qui devrait être de l'ordre d'un peu moins d'un million d'euros.

■ **EHW Research**, tél. : 04 94 71 73 38 .

## Une solution IBC Solar pour grande toiture

Développé par la société Integrasol à Carcassonne, le système Interfix BacSun proposé depuis mai par l'intégrateur IBC Solar cible des grandes toitures industrielles et agricoles, sur charpente métalliques ou bois. Il s'agit d'un ensemble comprenant un bac acier, des profilés de fixation et les panneaux photovoltaïques. Le bac acier est produit en fonction des modules solaires choisis et des profilés de fixation, à la fois pour l'écartement des ondulations et pour les caractéristiques de tenue mécanique et rigidité. « Le bac acier fait partie prenante de la solution photovoltaïque et ne peut pas remplir seul les fonctions de toiture. C'est l'ensemble du système qui est optimisé pour répondre aux exigences techniques de toiture (normes de couverture) », précise-t-on chez IBC Solar. Ce système intégré assure aussi une étanchéité à partir de 5° de pente et reste simple à poser.

■ **IBC Solar**, tél. : 04 79 65 47 23.



## Technologies propres

### Produire biologiquement de la putrescine

Dans la course mondiale aux biotechnologies blanches, les sud-coréens viennent de marquer un point avec le développement d'une bactérie de type E.Coli dont le métabolisme a été modifié pour produire de la putrescine à partir de ressources renouvelables. La putrescine est une diamine qui constitue un intermédiaire très important pour la pharmacie, l'agrochimie et la chimie. Elle est notamment couramment utilisée pour la synthèse de nylon -4,6, mais présente l'inconvénient de nécessiter à la fois des ressources pétrochimiques pour sa production et d'être produite selon un procédé à la fois polluant et coûteux. Une voie biotechnologie ouvre donc des perspectives intéressantes pour ce produit dont la demande mondiale est aujourd'hui de 10 000 tonnes mais est amenée à croître. La

modification de la souche E-Coli s'est faite par ingénierie métabolique. L'équipe est d'abord parvenu à affaiblir et éliminer les voies métaboliques qui entraînent en compétition avec la production de putrescine ainsi que celle causant la dégradation de la putrescine. Ils ont aussi amplifié l'action de l'enzyme Spec C qui convertit l'ornithine (un acide aminé) en putrescine et travaillé sur l'excrétion de la putrescine et sa concentration. Le résultat est ainsi une souche pouvant produire 24,2 g de putrescine par litre. Les chercheurs ont aussi constaté une très forte tolérance de la nouvelle souche à la putrescine alors que traditionnellement, la substance représentait une toxicité pour les cellules. Ce qui explique aussi que cette voie de production n'avait guère été explorée auparavant. Les travaux des chercheurs du KAIST ont été publiés dans le journal *Biotechnology and Bioengineering*. Ils pourraient ouvrir sur d'autres pistes de biosynthèse.

✉ **Pr Sang Yup Lee**, E-mail : leesy@kaist.ac.kr  
tél. : 00 82 42 350 39 30.

## BREVETS

### Air

**Four verrier à bas NOx à haut transfert de chaleur**

n° 2927327 – Saint-Gobain Glass rep. par Saint-Gobain Recherche – 14 août 2009

**Système aéraulique d'assainissement pour la réhabilitation durable des bâtiments anciens comportant des murs humides**

n° 2927341 – Marc Noël – 14 août 2009

**Dispositif et procédé de dépollution EGR pour véhicule automobile**

n° 2927369 – Renault SAS – 14 août 2009

### Déchets

**Procédé et équipement pour l'oxydation de matières organiques**

n° 2927326 – INPT rep. par Cabinet Lavoix – 14 août 2009  
*Procédé applicable aux déchets, effluents et boues d'épuration.*

**Procédé utilisé pour augmenter la biomasse et l'activité métabolique de microorganismes par la régulation combinée du potentiel d'oxydoréduction et de l'oxygène dissous durant le processus de fermentation**

n° 2927634 – L'air Liquide – 21 août 2009

### Eaux

**Dispositif de traitement de liquide par rayonnements ultraviolets**

n° 2927324 – RC-Lux rep. par Cabinet

Hecke – 14 août 2009  
voir aussi GNT n°7

**Procédé de traitement d'eau à filtration séquentielle**

n° 2927325 – OTV sa rep. par Cabinet Patrice Vidon – 14 août 2009

**Procédé de traitement d'eau par système membranaire de type nanofiltration ou osmose inverse, permettant des taux de conversion élevés grâce à l'élimination de la matière organique**

n° 2927622 – OTV sa rep. par Cabinet Patrice Vidon – 21 août 2009

### Energie

**Système de production d'hydrogène à bord d'un véhicule automobile utilisant notamment la déshydrogénation de composés organiques**

n° 2927323 – Renault SAS rep. par Casalunga et Josse – 14 août 2009

**Membrane de séparation pour installation d'électrolyse**

n° 2927635 – Snecma Propulsion solide rep. par Cabinet Beau de Loménie – 21 août 2009

**Installation éolienne sur deux supports non spécifiques**

n° 2927671 – Pierre Benhaïem – 21 août 2009

*Les supports non spécifiques d'accroche peuvent être deux reliefs de milieu naturel, deux bâtiments en zone urbaine etc..*

**Dispositif permettant de rendre autonome grâce au solaire, les appareils électriques pour l'entretien des piscines**

n° 2927346 – Hubert Magar – 14 août 2009

**Eolienne à voiles tendues coniques**

n° 2927375 – Rudolf Kalman – 14 août 2009

**Dispositif d'éclairage intelligent, économique et froid pour tout type de route et terrain, sur terre ou mer, au moyen de diodes électroluminescentes**

n° 2927405 – Fabien Sellner – 14 août 2009

**Dispositif et procédé de refroidissement d'une pile à combustible de véhicule automobile.**

n° 2927470 – Renault SAS rep. par Casalunga et Josse – 14 août 2009

**Système hybride de stockage d'énergie électrique à électrodes bipolaires**

n° 2927472 – CEA rep. par Brevaux – 14 août 2009

**Composition de mousse de chaux pour isolation thermique**

n° 2927623 – Imérys TC rep. par Germain et Maureau – 21 août 2009

**Brûleur au bioéthanol**

n° 2927691 – Enerprod rep. par Laurent et Charras – 21 août 2009

**Serre de séchage solaire à plancher chauffé grâce à l'énergie solaire**

n° 2927693 – Egis Eau rep. par Bredema – 21 août 2009

**Procédé d'estimation de la consommation d'énergie d'un véhicule le long d'un itinéraire**

n° 2927718 – PSA Peugeot Citroën – 21 août 2009

## Produits et technologies propres

**Emulsion aqueuse comportant un liant ayant au moins un composé issu de ressources renouvelables, peinture ou enduit comportant une telle émulsion**

n° 2927265 & 333 – COLAS rep. par Cabinet Harle et Phelip – 14 août 2009

**Procédé de fabrication d'un enrobé coulé à froid mis en œuvre en forte épaisseur**

n° 2927328 – Colas rep. par Cabinet Harle et Phelip – 14 août 2009

**Procédé de commande d'une installation de déshydratation au moyen de zéolithes**

n° 2927408 – Millerrail rep. par Cabinet Boettcher – 14 août 2009

**Poudre fine de polyamide issu de matières renouvelables et procédé de fabrication d'une telle poudre**

n° 2927626 – Arkema France – 21 août 2009

**Composition adhésive thermofusible biodégradable**

n° 2927629 – Bostik SA rep. par Cabinet Hirsch et associés – 21 août 2009



## Chantiers

La société allemande **Concentrix** vient de débiter une coopération avec l'**Université de Californie** à San Diego pour installer une **unité pilote** de son procédé de solaire photovoltaïque à concentration. C'est le dernier module, C-75, qui est testé. Les premiers résultats montrent une amélioration des performances de 25 % par rapport aux versions précédentes. Le module de 28,8 m<sup>2</sup> peut générer une puissance de près de 6 kW et atteindre même 7 kW sous certaines conditions d'ensoleillement exceptionnelles.

**Frey Nouvelles Energies** vient d'annoncer la mise en service et la construction de **deux centrales photovoltaïques**. La première sera opérationnelle en septembre à Privas sur un centre commercial de la Compagnie Frey. Cette unité d'une surface de 6500 m<sup>2</sup> met en œuvre des cellules amorphes, pour une puissance totale de 108 kWc. Le deuxième **projet de très ampleur concerne la société EO2** (producteur et distributeur de granulés bois) qui va équiper les toits de ses bâtiments à Pontex-les-Forges dans les Landes de panneaux cristallins. L'installation totalisera 10 608 m<sup>2</sup> de panneaux. La livraison est prévue fin 2009.

**Ericsson et Telecom Italia** testent depuis cet été sur un site de L'Aquila une solution **d'alimentation électrique solaire pour une antenne relais**. La solution Eco-Smart consiste en une structure support de forme elliptique, recouverte de panneaux solaires qui enveloppent l'antenne. Cette structure peut s'adapter à n'importe quel type de station de base.

## Achats durables

**GPV Groupe**, acteur majeur du marché de la correspondance postale, annonce une **certification** de sa gamme d'**enveloppes Premier** destinée aux métiers graphiques. Les enveloppes blanches obtiennent la certification FSC et les pochettes en Kraft Adour le label PEFC.

**Arjowiggins Graphic** lance le **Maine 1 Green**, une nouvelle **gamme de papier** produit à partir de **60 % de pâte recyclée** et 40 % de pâte de fibre vierge certifiée FSC pour répondre au marché de l'étiquetage alimentaire. Il est parfaitement blanc et répond

aux exigences réglementaires du contact alimentaire, tout en permettant de réduire l'impact environnemental de l'emballage (35 % d'utilisation d'eau en moins, 20 % d'électricité en moins).

## Documents

L'AFE, **association française de l'éclairage**, vient d'éditer un dossier sur « l'efficacité énergétique en éclairage public ». Il fournit des éléments concrets pour recherche l'optimisation des installations en fonction des obligations d'éclairage et des contraintes techniques des équipements. Un point est également fait sur **l'éclairage public à Led**, à travers une étude comparative d'efficacité énergétique sur cinq installations utilisant les lampes les plus efficaces qui sont comparées avec les cinq solutions Led potentielles.

Edition par la société LUX, tél. : 01 45 05 72 86. prix : 14,90 € HT.

Le **Cluster Alsace Energivie** publie son premier annuaire. Il recense une cinquantaine d'intervenants de la région dans tous les secteurs de l'énergie renouvelable.

[www.energivie.eu](http://www.energivie.eu)

## Nominations

Le **pôle de compétitivité Astech** Paris Région a renouvelé son conseil d'administration. Son nouveau Président est **Alain Coutrot**, Directeur adjoint Recherche & Technologie du groupe Safran.

**Isofoton** vient de nommer **Juan Pedro Naranjo** comme directeur des ventes en Europe pour renforcer le développement de l'entreprise espagnole à l'export.

## Formation

**Centrale Lyon** lancera en octobre une nouvelle formation baptisée « Nanoscale Engineering ». Ce Master en deux ans dispensée en anglais s'adresse aux titulaires d'une licence de physique, chimie ou biologie.

[www.master-nanoscale.org](http://www.master-nanoscale.org)

## Appels à communications

**Novatech** – 7<sup>ème</sup> conférence internationale sur les techniques et stratégies durables pour la gestion **des eaux urbaines par temps de pluie**

27 juin – 1<sup>er</sup> juillet 2010

Communications à présenter avant le 10 octobre.

Tél. : 04 72 43 83 68.

[www.novatech.graie.org](http://www.novatech.graie.org)

## Appel à projets

La **Région Centre** a lancé un appel à projets sur le thème de la **valorisation non alimentaire de la biomasse**. Trois champs d'application sont possibles : agro-combustibles, agro-molécules et agro-matériaux. Les agro-carburants sont exclus du champ de l'appel à projets.

Date limite de dépôt des dossiers : 15 septembre

contact : [julie.dardaine@regioncentre.fr](mailto:julie.dardaine@regioncentre.fr)

## Agenda

**Efficacité énergétique des systèmes motorisés EEMODS 2009**

Colloque organisé par le Cetim et l'Ademe  
14 au 17 septembre - Nantes  
[registration@eemods09.fr](mailto:registration@eemods09.fr)

**Colloque final du projet Concert'eau**

Projet Life de trois ans porté par le groupe-ment Ecobag visant à élaborer une démarche collaborative de gestion de l'eau au service d'une agriculture durable. Les solutions retenues favorisent la protection de l'eau et des milieux aquatiques.

Tél. : 05 34 63 78 30.  
[ecobag@ecobag.org](mailto:ecobag@ecobag.org)

**Fistexpo 2009**

salon de l'industrie et des technologies du Grand Est  
Espace thématique Environnement et énergies  
29 septembre au 1<sup>er</sup> octobre  
Strasbourg  
[www.fistexpo.com](http://www.fistexpo.com)

**Pollution et risques associés : quelle communication adopter ?**

Conférence organisée par l'UCIE  
2 octobre – Paris La Défense  
[www.webs-event.com/ucie2009](http://www.webs-event.com/ucie2009)

**1<sup>er</sup> congrès européen sur les pathologies environnementales**

Colloque organisé par l'Union régionale des médecins libéraux de Haute-Normandie  
9 et 10 octobre - Rouen  
[www.ecepe2009.eu](http://www.ecepe2009.eu)

**Forum Energies Réseaux**

Energie et VRD  
14 et 15 octobre - Marseille  
[www.3salons.com](http://www.3salons.com)

**2<sup>èmes</sup> rencontres nationales de la recherche sur les sites et sols pollués**

Organisées par l'Ademe  
Paris - 20 – 21 octobre  
[evelyne.perreon@ademe.fr](mailto:evelyne.perreon@ademe.fr)

**Abonnez-vous** sur  
[www.green-news-techno.com](http://www.green-news-techno.com)



Pour 1 destinataire : 740 € HT  
Pour 4 destinataires\*\* : 1 250 € HT

Abonnement pour une année, **40 numéros**  
(l'abonnement débutera à partir du N°6)

Green News Techno étant une lettre professionnelle, le prix de votre abonnement est déductible du budget formation de votre entreprise. TVA à 2,10 %

\*\*4 destinataires d'une même entreprise.