

**Au sommaire :****EVÉNEMENT - P.1**

Le recyclage des batteries et piles stagnent mais...

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

- Loira défie technologiquement le monde de l'eau
- 4Mtec appuie sa croissance sur l'environnement

• **Stratégie technologique**

- Validation industrielle du Turboplasma
- Des programmes coopératifs pour les LED et les cellules solaires

• **A suivre**

Ademe, Fonds d'investissements de Bretagne, Aviccia, Smart, BASF, ...

**TENDANCES - P.4**

Les mycorhizes :

un outil environnemental encore mal connu

**TECHNOLOGIES - P.5/6/7**• **Technologies propres**

- Biophys-solutions améliore le pouvoir solvant de l'eau

• **Déchets**

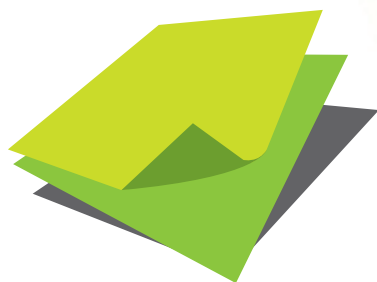
- Nouvelle voie de valorisation pour la bagasse

• **Sols pollués**

- Les promesses de la nicotianamine comme piège à métaux lourds

• **Energie**

- Outil de suivi des unités photovoltaïques
- Quand le soleil fait glacer l'eau
- L'éolienne Windspire disponible en Europe

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

# green news

## TECHNO

**Événement****Le recyclage des batteries et piles stagnent mais...**

L'EBRA, l'association européenne des recycleurs de piles et batteries, vient de publier son bilan 2008. Et celui-ci est médiocre dans la mesure où la collecte sélective des piles et batteries à des fins de recyclage n'a augmenté que de 1 % par rapport à 2007. Avec les 27 600 tonnes recyclées par les membres de l'Ebra, la plupart des membres de l'Union européenne sont bien loin de remplir leurs obligations. En moyenne, on atteint un ratio de 14,5 % par rapport au tonnage mis sur le marché, mais ce chiffre cache de grosses disparités. Sept pays atteignent ou dépassent le seuil des 25 % exigé par la Directive européenne pour 2012 (dont la France à 25 %). A côté de cela, des pays récemment intégrés à l'Europe (Pologne, Slovaquie, Slovénie, République Tchèque, Roumanie..) n'ont quasiment aucune filière de recyclage (1 à 2 % de recyclage), et plus grave, des pays plus mûres sont également dans des situations délicates. C'est le cas de la Grande-Bretagne (5 %), de l'Italie (1%), de l'Espagne (5 %), de la Finlande (2 %) mais aussi de l'Irlande (13 %), de la Grèce (11 %), et du Danemark (12,5 %). On notera cependant qu'un tonnage supplémentaire, estimé à 8000 tonnes, est aussi collecté mais n'est pas traité par les membres de l'Ebra. « Pour certains pays dont l'Italie, la destination finale est clairement l'enfouissement. Pour d'autres, il existe des filières métallurgiques qui absorbent du tonnage dans leur production. Ces activités ne sont cependant pas membres de l'Ebra, notamment du fait du manque de traçabilité et de garanties sur le procédé », précise Emmanuel Beaurepaire, secrétaire général de

l'Ebra. Cela dit, même en tenant compte d'une partie de ce tonnage supplémentaire, un effort de collecte sera à faire pour atteindre les objectifs de 2012, mais aussi celui de 2016 fixé à 45 %. Cela signifie aussi la nécessité d'anticiper sur les besoins de capacités industrielles. Les données 2008 sont pour cela un bon indicateur des priorités. Car si le tonnage global est stable, toutes les catégories d'accumulateurs enregistre une forte hausse (+ 44 % en moyenne), alors que la collecte des piles recule. En particulier, on note l'explosion des volumes de batteries Lithium-ion (+318 %). Pour l'instant, les volumes restent raisonnables (1300 tonnes sur l'Europe) et absorbables par quelques industriels ayant démarré une activité (dont Umicore, Xstrata, Snam, Eurodieuze...). Mais si la progression de la collecte se confirme, prévisible si on suit la croissance exponentielle de ce type d'accumulateur, très vite de nouvelles capacités de recyclage vont s'avérer nécessaires. Il faudra aussi tenir compte du développement annoncé des véhicules électriques. On ne compte plus en effet les annonces de lancement de projets de production de batteries lithium-ion en France et en Europe dont les effets se feront sentir à terme. Corollairement, l'autre enjeu technique sera la capacité des procédés de recyclage à s'adapter aux évolutions rapides des technologies Lithium-ion. C'est d'ailleurs l'un des arguments de Recupyl qui avait annoncé il y a quelques mois (cf GNT n°1) sa volonté de rapidement se développer sur ce créneau avec son procédé hydrométallurgique.

**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

### Loïra défie technologiquement le monde de l'eau

Bien que le secteur de l'eau soit dominé en France par quelques grands groupes, quelques entrepreneurs ont encore la volonté de se différencier par des approches nouvelles. Jacques Debuire est de ceux-là, avec sa société Loïra lancée en 2007. Son ambition est de redonner « l'envie de l'eau » aux citoyens et pour cela, de ne faire aucun compromis avec l'environnement sur le traitement d'eau (eau potable ou eaux usées). Cette approche s'exprime à travers sa démarche de conception des unités de traitement et à travers une volonté d'innovation technologique, qui lui ont valu de trouver cet été un soutien financier d'un million d'euros auprès du réseau Finaréa. Quelle que soit la technologie de traitement (les fondateurs de Loïra ont des dizaines d'années d'expériences), Loïra s'attache à mettre en place des solutions pragmatiques, adaptées au terrain en matière de complexité, mais aussi robustes et peu énergivores. « Nous sélectionnons nos procédés et nos équipementiers sur ces critères de durabilité et de consommation énergétique », explique Jacques Debuire. Plus original, la conception est systématiquement étudiée par un ergonome pour optimiser l'exploitation et faciliter la maintenance. Tout cela concourt à un bilan d'exploitation bien plus intéressant même si un effort d'investissement est à consentir. Cette réflexion sur la durabilité des solutions a surtout amené Loïra à anticiper les besoins futurs en traitement de l'eau. Et l'un de ces défis sera l'abattement des xénobiotiques, ces substances antibiotiques, anticancéreuses ou hormonales, dont on sait qu'elles perturbent le monde du vivant. Mais cette incontournable future exigence ne pourra être remplie qu'en traitement tertiaire, sur des eaux totalement dépourvues de matières en suspension. « D'où l'importance dès aujourd'hui de promouvoir les techniques membranaires, seule véritable approche capable de garantir le zéro MES », affirme Jacques Debuire qui rappelle que sur des filières classiques (boues activées et clarification), 95 % des stations d'épuration ont au moins un départ accidentel de boues par an (vent, bactéries filamenteuses...). « Mieux, avec des membranes on pourrait rechercher les capacités épuratrices de ces bactéries filamenteuses plutôt que les redouter », émet comme idée Jacques Debuire. Les appels d'offres spécifiant les procédés membranaires n'étant que très rares, la jeune entreprise toulousaine propose donc systématiquement une variante membranaire, dans l'optique d'anticiper ces évolutions réglementaires. Loïra est d'ailleurs déjà prête pour l'étape de traitement des xénobiotiques. Elle a déposé un brevet international mettant en œuvre des UV à une fréquence et dans une configuration particulières, qui garantit un abattement total de tous ces polluants. Des essais probants sur effluents réels sur pilote semi-industriel sont en cours et les résultats complets seront connus en fin d'année. A ce jour, aucun des projets de traitement d'eaux résiduaires urbaines menés par Loïra avec une technique membranaire ou unités de production d'eau potable n'ont retenu ce traitement d'abattement des perturbateurs endocriniens, mais Jacques Debuire sent que les hôpitaux ou les industries pharmaceutiques et chimiques sont déjà à l'écoute. Plutôt que raccorder

un hôpital à une Step urbaine, on pourrait traiter les effluents à risque à proximité de leur source, d'autant plus que les techniques d'épuration membranaires sont compactes.

La préservation des ressources en eau passera aussi pour Loïra dans des propositions pour l'assainissement non collectif. L'entreprise dispose d'un brevet pour une unité autonome membranaire qui permet la réutilisation de l'eau à des fins non sanitaires. « Cela vient compléter les démarches de récupération d'eau de pluie, qui sont souvent insuffisantes dans les régions les moins humides », note ce spécialiste. Parallèlement, Loïra travaille sur le dessalement d'eau de mer et devrait déposer en 2010 un brevet pour un procédé peu énergivore et peu complexe pour l'exploitation. « Dans le même esprit, nous avons la volonté de proposer aux pays les moins riches des solutions robustes, peu coûteuses et évolutives, pour l'assainissement », ajoute le Directeur de Loïra. Enfin pour boucler la filière de l'eau, on notera un troisième brevet déjà déposé sur le traitement des boues par voie solaire. Son originalité : enterrer la zone de séchage pour pouvoir profiter non seulement de la chaleur du soleil sous la serre pendant la journée mais aussi de la chaleur accumulée par le sol et restituée la nuit. Une solution qui a en outre l'avantage d'être plus facile à intégrer au plan paysager, autre préoccupation permanente de Loïra.

Loïra, tél. : 05 61 61 01 01.

### 4MTec appuie sa croissance sur l'environnement

Avec un chiffre d'affaires de 1,7 M€ pour son dernier exercice achevé en juin, en croissance de 126 %, le bureau d'études 4MTec spécialisé en électronique et mécanique affiche une santé florissante qu'il doit notamment à la sensibilité du marché pour les questions environnementales et énergétiques. Il n'est effectivement pas difficile d'imaginer les besoins en régulation de diverses problématiques, en vue par exemple d'économiser des ressources (gestion d'irrigation ou d'arrosage). Ce qui est cependant moins perceptible est l'importance du choix de cette électronique et de son intégration au plan mécanique. Même si 4Mtec répond en R&D à toute problématique industrielle, le bureau d'études s'est fait une spécialité des systèmes intégrant des Leds qui sont assez représentatifs des enjeux. « Choisir une Led de puissance de très bonne qualité ne suffit à garantir les bonnes performances en consommation d'énergie », souligne Miroslav Sviezeny, le fondateur de l'entreprise. Une électronique mal définie peut fortement augmenter la consommation d'énergie et faire perdre une partie de son intérêt au produit final. Idem pour l'intégration mécanique qui est primordiale pour la maintenance ou pour garantir l'évolutivité du produit. C'est ce double regard sur l'électronique et la mécanique qu'offre donc 4MTec quand il accompagne ses clients de leur idée ou besoin de départ, jusqu'au suivi de la fabrication. L'un des contrats phare de 4Mtec a été cette année celui de l'entreprise Windela qui a confié au bureau d'étude la conception de sa nouvelle gamme de vasques à base de diodes électroluminescentes. « Nous avons travaillé sur l'aspect intégration mécanique pour ce projet », souligne Miroslav Sviezeny. Mais d'autres projets comprennent les deux aspects, rarement réunis au sein d'une



même entreprise. C'est le cas d'un projet de système d'éclairage décoratif et portable avec Novolux. « *L'entreprise avait un problème d'autonomie et de puissance avec son projet. Par une bonne gestion électronique, on a pu optimiser la gestion des batteries et augmenter cette autonomie* », illustre le directeur de 4Mtec. D'autres projets très variés d'éclairage à Leds, notamment en industrie, sont également en cours, preuve que le marché est effectivement porteur. Pour 2010, notamment grâce au contrat sur les lampadaires économes en énergie, 4Mtec prévoit au minimum de doubler son chiffre d'affaires.

☑ **4Mtec**, tél. : 01 49 85 17 75.

## Stratégie technologique

### Validation industrielle du Turboplasma

Europlasma vient d'annoncer deux étapes importantes dans la validation technique et industrielle de sa technologie Turboplasma, présentée pour la première fois fin 2007 à l'occasion d'un salon Pollutec. Cette offre technologique permet par l'usage d'une torche à plasma de traiter les gaz de synthèse issu de la gazéification de la biomasse. Les procédés de gazéification produisent en effet des gaz chargés en goudrons qui empêchent une utilisation directe dans les moteurs et autres groupes électrogènes. Le Turboplasma est un étage à haute température qui détruit ces goudrons mais aussi enrichit le syngaz en CO et hydrogène. Le problème de l'encrassement des moteurs est résolu sans production d'autres déchets (contrairement à des techniques de lavage) et le rendement énergétique global est augmenté de plus de trois points. Eneria, distributeur exclusif des moteurs et groupes Caterpillar, a monté depuis 2005 une plate-forme de démonstration de gazéification et production d'électricité sur le site de Moissannes dans la Haute-Vienne (projet à l'origine retenu dans le cadre d'un appel à projets Biomasse CRE). Début 2009, un accord tri-

partite a été conclu avec Europlasma, Eneria et Caterpillar pour tester sur ce site la technologie Turboplasma. Une version simplifiée du système a été livrée et testée en juillet, permettant une destruction des goudrons de l'ordre de 98 %, validant la compatibilité du gaz de synthèse obtenu avec les moteurs à gaz Caterpillar. Cette première étape sera complétée par un projet ANR (programme Bioénergies 09) à partir de novembre prochain pour la construction du Turboplasma à l'échelle 1/10<sup>ème</sup>, afin de faire sauter les derniers verrous techniques. Tout cela devrait renforcer Europlasma sur le marché de la production d'énergie à partir de biomasse ou de déchets, domaine sur lequel plusieurs projets ont été annoncés depuis deux ans (dont l'unité de Morcenx de 12 MW)

☑ **Europlasma**, tél. : 05 56 49 70 00.

### Des programmes coopératifs pour les LED et les cellules solaires

Le centre de recherche indépendant belge sur les nanotechnologies, IMEC, a engagé deux programmes dits d'affiliation industrielle (IAP – des projets de recherche coopératifs ouverts) dans le domaine de l'énergie. Le premier, sur les cellules silicium photovoltaïques, implique notamment Schott Solar AG et vient de se voir renforcé par de nouveaux partenariats avec Memc Electronic Materials Inc., Leybold Optics Dresden GmbH, Roth & Rau et Mallinckrodt Baker BV. Avec le soutien de gouvernement flamand, une ligne pilote semi-industrielle va être montée pour permettre aux partenaires de tester de nouvelles méthodes de production pour les futures générations de cellules. Le deuxième programme récent, lancé cet été, a pour thème le nitrure de Gallium sur silicium, une technologie utilisée pour ses propriétés optiques pour l'éclairage solide (LED), les convertisseurs solaires ou les véhicules hybrides électriques. L'objectif est d'abaisser le coût de cette technologie en produisant des supports de large diamètre.

☑ **IMEC**, [www.imec.be](http://www.imec.be)

## A SUIVRE

- **L'Ademe** participe au projet européen **EETI Excellence énergétique dans l'industrie hôtelière**. L'objectif de ce projet est d'élaborer une boîte à outils d'aide à la décision, adaptée aux hôtels de petite et moyenne taille. 25 hôtels dans quatre régions (dont la région Rhône-Alpes) seront pilotes pour tester cet outil. Un questionnaire est en ligne sur le site de l'Ademe, [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr).
- Les **Fonds d'Investissement de Bretagne** et Bretagne jeune entreprise associés au fonds belge StoneFund3 NV viennent de boucler une levée de fonds de **4,2 M€** (dont 2,5 M€ par augmentation de capital) pour la **société ODISLOR**,

basée à Guingamp (22). Cette opération est destinée à financer les développements d'Odisor dans ses deux domaines d'activité principaux, les communications sans fils mais surtout les solutions solaires photovoltaïques clés en main.

- En visite il y a quelques jours sur les sites d'Odeillo (four solaire) et de Thémis (centrale solaire), **Chantal Jouanno** a confirmé les engagements de l'Etat en matière de recherche dans les énergies renouvelables et en particulier dans le solaire. Les **investissements en recherche** devrait atteindre **470 M€** par an (contre 70 M€ en 2006). Des fonds devraient être affectés avant la fin de l'année et un appel à projets devrait être lancé prochainement.

- **Aviccia** (ex-Avenir Soleil) vient de lever **2 M€** auprès d'Axa Private Equity. Créée en mars 2008, cette entreprise est spécialisée dans les centrales solaires sur toiture de grande dimension. Ces fonds doivent notamment servir à des **développements technologiques vers une activité de producteur d'énergie**.
- Mi-novembre, la nouvelle **Smart Fortwo Electric Drive** sera mise en **production** sur les chaînes de montage de Hambach en **Moselle**. Elle est équipée d'une batterie lithium-ion à haut rendement, logée entre les essieux, libérant ainsi de l'espace intérieur. Elle est dotée d'un moteur de 30 kW, le tout lui offrant une autonomie de 115

km par recharge. Le véhicule sera proposé en leasing dans quelques villes européennes et lancé pour le grand public à partir de 2012.

- **BASF** s'intéresse aux systèmes de **refroidissement par effet magnétocalorique**. Le groupe allemand à travers sa filiale BASF Future Business s'est associé à Delta Electronics pour travailler sur le sujet et développer de nouveaux matériaux et des prototypes d'unités les utilisant. BASF a notamment déjà commencé des tests de production pré-industrielle de matériaux spéciaux mais économiquement réalisables qui montrent un effet magnétocalorique à des températures relativement basses.

## Les mycorhizes : un outil environnemental encore mal connu

*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.*

Ithec à Toulouse et Iftech à Angers dans l'agronomie, Valorhiz dans la gestion des sites dégradés : ils sont encore très peu nombreux à faire valoir l'intérêt environnemental des mycorhizes. Et pourtant, ces champignons sont un moyen efficace de stimuler naturellement la croissance des plantes, en limitant les intrants chimiques et l'irrigation. Une mycorhize est une symbiose créée entre un champignon et les racines de plantes. Cette association est bénéfique aux deux organismes : le champignon se nourrit du sucre de la plante et en retour, stimule le développement racinaire et sert de « prolongateur » pour aller chercher loin dans le sol les éléments minéraux et l'eau dont la plante a besoin. Mieux, la mycorhize mobilise le phosphore bloqué pour qu'il devienne assimilable par la plante. Indirectement, ces actions participent à une meilleure protection des plantes. « Mieux nourrie, ses défenses naturelles sont plus actives. En outre, la mycorhize occupe l'espace autour des racines, limitant l'accessibilité pour les agents pathogènes », explique Jean-Marc Sanchez, responsable commercial de la société Ithec. La mycorhize sert aussi d'alerte au stress hydrique. « Une information de stress hydrique est envoyée plus tôt à la plante qui va fermer ses stomates et mieux limiter l'évapo-transpiration », ajoute Christian Hecker, le fondateur d'Iftech. Ces propriétés intéressantes pour l'agronomie, premier domaine d'application, le sont aussi quand l'objectif est la reconquête de sites dégradés. C'est l'axe choisi par la jeune entreprise montpelliéraine Valorhiz mais également étudié par l'IRD (Institut de Recherche pour le développement). Les sols visés sont arides, pauvres ou même pollués (mines, carrières, friches industrielles). L'objectif est alors la biostabilisation des sols et des polluants, par une limitation de l'érosion du sol, et de l'envol ou de la lixiviation des polluants, en plus de la reconquête végétale et du paysage en limitant la mortalité des plants. La croissance des plantes serait à la fois due au pouvoir d'exploration des mycorhizes, mais également à un effet de fixation des métaux, limitant leur transfert dans la plante. « On a constaté une baisse d'absorption des métaux dans le cytoplasme », confirme Hassan Boukcim. Pas question cependant de parler de dépollution par les mycorhizes. Comme l'explique Anissa Lounès, chercheuse à l'Université du Littoral Côte d'Opale, il n'existe aucune étude sur la participation directe des mycorhizes à la dégradation de polluants. D'où les travaux engagés par son laboratoire sur la dégradation des HAP par les mycorhizes. « A ce jour, on s'en tient à un effet indirect : par le développement racinaire plus important, on favorise le foisonnement de la flore tellurique, pouvant ainsi aboutir à une dégradation plus rapide », note la chercheuse. Cela dit, Anissa Lounès rejoint Hassan Boukcim dans son idée que la dépollution ne peut pas être l'objectif. « D'autres champignons ou bactéries ont des potentiels de dégradation bien plus importants que les mycorhizes », souligne l'expert de Valorhiz.

Ces réflexions mettent en tout cas en évidence la complexité entourant les mycorhizes. Tous les experts du secteur souli-

gnent d'ailleurs que les mycorhizes sont un « outil technique ». La première étape est la capacité des entreprises à cultiver les souches et proposer des produits de qualité régulière, stable et à l'efficacité garantie. Ithec s'appuie ainsi sur le groupe biotechnologique Lallemand qu'il a intégré en 2006, capable de produire des spores pures en conditions aseptiques. La société d'Angers Iftech bénéficiant du savoir faire d'un ancien expert de l'Inra a développé son propre procédé, choisissant d'élaborer un mélange d'agents (spores, vésicules, mycélium) dans un milieu contrôlé. « L'expertise vient aussi du choix de la souche à utiliser en fonction de l'application », souligne Christian Hecker chez Iftech. Mais aussi sa concentration, son mode de mise en œuvre. Ithec et Iftech développent ainsi des formes différentes d'inoculation : poudres, granulés, suspensions, liquides, pâtes.. « S'il y a quelques utilisations standards, beaucoup de cas sont particuliers. Nous avons une fonction de conseil pour adapter la solution en fonction des plantes, de leur agencement, du sol, des conditions climatiques », explique le dirigeant d'Iftech. « Nous cherchons aussi à rester au plus près des pratiques des utilisateurs », note Jean-Marc Sanchez. Pour la gestion et la revégétalisation des sites dégradés, ce travail préalable est d'autant plus important. « Si des échecs ont été notés auparavant avec les mycorhizes, c'est par négligence de l'écosystème dans son ensemble et notamment la prise en compte de la qualité du sol », résume Hassan Boukcim qui insiste sur la nécessité d'un véritable « ingénierie écologique ». Ce qui implique donc une approche tenant compte de l'activité biologique des bactéries et champignons du sol pouvant agir en synergie ou non avec la mycorhize. Si le milieu racinaire favorise le développement de la flore tellurique, on peut aussi rechercher des solutions mycorhizes-bactéries réellement synergiques. A ce jour, les sociétés proposent plutôt des formulations contenant des éléments nutritifs mais plusieurs étudient ces synergies avec beaucoup d'intérêt. « Nous sommes en train de fabriquer de nouvelles formulations alliant bactéries et mycorhizes pour favoriser l'installation de la mycorhize par la décomposition d'éléments dans le sol », note Christian Hecker. C'est aussi un axe de travail important de chercheurs de l'IRD qui ont déposé plusieurs brevets sur les bactéries auxiliaires de mycorhization. L'un d'eux couvre une formulation à base d'inoculum mycorhizien et de poudre de termitière contenant des bactéries connues pour favoriser la formation mycorhizienne. « Cette solution permet de diviser par cent la quantité d'inoculum utilisée : un litre d'inoculum suffit pour 1000 plants mycorhizés au lieu de 10, ce qui réduit évidemment le coût de l'approche », note Robin Duponnois, chercheur du LSTM (laboratoire des symbioses tropicales et méditerranéennes). Il semble ainsi clair que cette approche répond à des objectifs de gestion environnementale du milieu végétal. Les obstacles liés à la production des inoculums sont en outre aujourd'hui levés et les volumes pourraient être rapidement très importants. Reste donc à confirmer sur le terrain.





## Technologies propres

### Biophys-solutions améliore le pouvoir solvant de l'eau

La formulation de principes actifs en phase aqueuse est loin d'être chose facile. Plus de 80 % des molécules issues de la chimie combinatoire sont insolubles et de nombreuses substances naturelles ont elles-aussi une faible solubilité dans l'eau. Pourtant, l'enjeu est important au plan environnemental (moins de solvants chimiques, recherche de molécules naturelles), mais aussi économique du fait du risque d'interdiction ou de restriction pesant à terme sur certaines substances chimiques ou d'augmentation des coûts des solvants. D'où le grand intérêt des travaux menés par Philippe Vallée qui s'apprête d'ici quelques semaines à créer la société Biophys-solutions. Celui-ci propose une solution novatrice de traitement de l'eau par des champs électromagnétiques, modifiant ses propriétés physico-chimiques afin d'augmenter son pouvoir solubilisant. L'action des champs électromagnétiques (dont les paramètres sont spécifiques à cette application) va modifier l'interface de nano-colloïdes comme les bulles d'air naturellement présentes dans l'eau, favorisant une dispersion des « clusters » de molécule d'air à l'échelle atomique. « Cette modification va empêcher l'agglomération sur ces colloïdes des molécules qu'on souhaite dissoudre et favoriser leur dispersion et donc leur dissolution », explique Philippe Vallée. En augmentant la solubilité, on réduit l'emploi de solvants organiques, de tensio-actifs mais on améliore aussi leur bio-assimilation par les organismes cibles, ce qui peut se traduire par l'emploi de moins de principes actifs à effet égal. On peut aussi augmenter la concentration puisque le seuil de saturation est augmenté. Le savoir-faire de Biophys-solutions, fondé sur les travaux de thèse sur l'action des champs électromagnétiques sur les solutions colloïdales, est aujourd'hui en passe d'être validé sur des cas concrets avec des partenaires industriels dans des applications très variées, en cosmétique, nutraceutique ou agronomie. Par exemple, avec de l'eau traitée par les champs électromagnétiques, on obtient une augmentation de 25 à 30 % de la germination de semences grâce à la meilleure bio-assimilation des composés dilués dans la solution aqueuse. Des essais sont aussi en cours sur une molécule active utilisée dans des formules de produits cosmétiques qui pourraient être plus concentrés et mieux pénétrer dans la peau. Et d'autres champs d'application sont visés, notamment pour l'extraction sans solvants de principes actifs des plantes. « Notre technologie est alors à la fois concurrente et complémentaire d'autres approches propres comme les techniques de CO<sub>2</sub> supercritique », explique Philippe Vallée. Car le CO<sub>2</sub> supercritique, plus énergivore et donc plus coûteux, sera plutôt réservé à des molécules à forte valeur ajoutée ou à certaines molécules qui auront plus d'affinité avec le CO<sub>2</sub> supercritique, justifiant son emploi. Après avoir fait la « preuve du concept » de procédé par champs magnétiques sur du matériel de laboratoire, Biophys-solutions prévoit dans l'année le développement d'un prototype de taille pré-industrielle, qui pourrait être suivi d'un pilote industriel. Des soutiens financiers sont d'ores et déjà recherchés pour ces premières étapes.

☑ **Biophys-solutions**, tél. : 06 99 62 05 26.

## Déchets

### Nouvelle voie de valorisation pour la bagasse

On produit dans le monde chaque année environ 250 Mt de bagasse, résidu de l'activité de la canne à sucre (plus de cent pays sur quatre continents). Des filières de valorisation se développent, en énergie, en industrie papetière ou dans quelques applications en matériaux (panneaux ligneux) mais ne suffisent pas à ce jour pour traiter l'intégralité des volumes générés. Un débouché mal exploité est celui de l'alimentation animale, du fait de la pauvreté nutritive du produit et des problèmes de digestibilité. C'est donc pour ce créneau que l'IRD, Institut de recherche pour le développement, a imaginé une nouvelle solution permettant de pallier ses faiblesses actuelles. L'idée d'une équipe du laboratoire Microbiotech a été d'utiliser la bagasse comme substrat pour le développement de levures, sources de protéines. L'objectif est ainsi d'enrichir la bagasse en protéines et d'améliorer sa digestibilité. Pour ce faire, la bagasse est broyée et mélangée à de la vinasse de distillerie (autre déchet du sucre) qui constitue une source de sels minéraux. La levure est elle inoculée en mélange avec de la mélasse (également un déchet) et se développe dans le substrat. L'utilisation de vapeur d'éthanol dans le réacteur (alimentation alternée ascendante et descendante) qui sert d'apport de carbone, garantit aussi une bonne homogénéisation du milieu de culture et constitue la seule consommation du procédé. En trois à quatre jours, on obtient un produit riche à 7 à 8 % en protéines, un seuil intéressant au plan nutritif pour les ovins et bovins pour substituer une partie des apports alimentaires en soja qui sont importés et stimuler l'élevage local. C'est donc dans un schéma économique global qu'il faut voir cette solution. Celle-ci a été validée à l'échelle d'un prototype de 20 litres et une étude de faisabilité a été réalisée pour une unité capable de transformer 500 Kg de bagasse. Des partenariats sont maintenant recherchés pour passer à l'échelle supérieure.

☑ **IRD**, Département Expertise & Valorisation, tél. : 04 91 99 96 26.

## Analyse

### Le LIBS pour analyser les nanoparticules dans l'air

C'est dans le cadre du programme européen Nanosafe dont l'un des objectifs était d'identifier et mettre au point des nouvelles instrumentations en rupture technologique pour le suivi des nanoparticules que l'Inéris s'est intéressé à la technologie du LIBS. Le « Laser Induced Breakdown Spectroscopy » consiste comme son nom l'indique en une analyse spectrale d'un plasma généré par une impulsion laser. Concrètement, la décharge laser appliquée sur une matrice crée un microplasma, composé d'éléments qui vont rayonner de manière spécifique. C'est ce rayonnement -la couleur du plasma- qui est analysée par le spectromètre. Étudiée pour différentes matrices (notamment le contrôle de matériaux ou les sols pollués), la technologie de Libs s'avère désormais une piste très prometteuse pour le suivi



des nanoparticules dans l'air ambiant. Les travaux de l'Inéris, menés dans le cadre d'une thèse achevée fin 2008, ont en effet montré qu'il était possible de caractériser et quantifier des émissions de nanoparticules en milieu de travail à l'aide de cet outil, avec un seuil de détection inférieur aux valeurs limites d'exposition (VLE) actuelles. « *Nous ne pouvons pas actuellement descendre dans des applications de contrôle de l'air intérieur en habitat* », précise Emeric Frejafon, ingénieur à l'unité Innovation pour la mesure de la Direction des risques chroniques. Le travail mené est cependant déjà une avancée significative car les méthodes actuelles de mesure de la qualité de l'air ne sont pas adaptées à cette problématique (quantification par la masse sur filtre non significative pour les particules inférieures au micron et comptage optique trop sensible à des variations subites de l'atmosphère). Sur le plan de la mise en oeuvre, le principe retenu a été celui d'un prélèvement direct de l'air dans une petite boîte dans laquelle on génère le plasma. Un gros travail a donc porté sur le choix des différents modules : le laser (un laser nanoseconde IR), les différentes longueurs d'ondes, les moyens de focalisation, le spectromètre... « *Nous avons fait un compromis pour obtenir un outil de détection ultra rapide et ultra sensible mais utilisable en milieu industriel. Ce qui n'aurait pas été possible avec des lasers Femtoseconde* », souligne le chercheur de l'Inéris. Une difficulté supplémentaire a été de déterminer à quel moment on détectait le meilleur signal pour chaque type de nanoparticules. « *Le rayonnement se déclenche à un temps donné et pendant une certaine durée. On dispose donc d'un film du plasma, pas d'une image* », note Emeric Frejafon. Ainsi, l'aluminium, le fer ou le titane se détecte tardivement tandis que le carbone rayonne très vite. Les chercheurs ont donc développé un outil de traitement du spectre pour les applications nécessitant un « screening » complet. Mais dans la pratique, ce type d'outils devrait servir à surveiller des ambiances de travail où les nanoparticules manipulées sont parfaitement connues. L'outil pourrait ainsi être simplifié et réglé pour une substance donnée. Actuellement, un projet de finalisation de l'appareil en vue est en cours avec l'industriel Cilas avec le soutien de l'ANR. L'objectif est de disposer d'un prototype commercial dans les trois ans.

☑ **Inéris**, tél. : 03 44 55 63 13.

## Sols pollués

### Les promesses de la nicotianamine comme piège à métaux lourds

Des chercheurs de l'Institut de biologie environnementale et de biotechnologie (CEA Cadarache, CNRS et Université Aix-Marseille 2) en association avec une équipe de l'Inra viennent de publier des résultats très prometteurs sur la synthèse de la nicotianamine, une molécule capable de fixer des métaux lourds. La nicotianamine est naturellement présente dans les plantes pour réguler le chargement, la mobilisation et la distribution de certains métaux dans les différentes parties de la plante. Mieux comprendre les mécanismes de synthèse enzymatique de cette molécule ouvre donc des perspectives pour l'optimisation des procédés de phytoremédiation de sols pollués par les métaux lourds. L'enzyme responsable de cette syn-

thèse dans les plantes (NAS : nicotianamine synthase) étant extrêmement difficile à produire et à purifier, les chercheurs ont trouvé chez une bactérie un gène codant pour une enzyme très proche de celle des plantes. C'est cette enzyme NAS qui a été étudiée pour comprendre le phénomène de formation de nicotianamine. Mais au-delà de cette étude pouvant servir en phytoremédiation, cette nouvelle enzyme « méthanothermobacter » et le composé qu'elle produit très proche de la nicotianamine, pourraient aussi s'avérer très prometteurs pour des applications biotechnologiques.

☑ **CEA Cadarache**, pascal.arnoux@cea.fr

## Energie

### Outil de suivi des unités photovoltaïques

Schüco complète son offre dans le domaine du solaire photovoltaïque avec le Sunalyzer, enregistreur de données permettant de surveiller, visualiser et mesurer la production électrique de son installation photovoltaïque, et de sauvegarder les données. L'appareil est relié à l'onduleur (on peut raccorder jusqu'à 20 onduleurs de la même famille) et analyse en continu tous les paramètres électriques de l'installation. On peut ainsi suivre, grâce à un logiciel, la situation de l'unité, sur l'écran du Sunalyzer ou par Internet sur le portail Schüco. Notons que Schüco prévoit le raccordement possible de sondes supplémentaires mesurant l'intensité du rayonnement solaire, la température ambiante et celle des panneaux pour compléter le suivi des paramètres électriques de l'installation.

### Quand le soleil fait glacer l'eau

Faire de la glace sans aucun apport d'énergie autre que celle du soleil, c'est le pari réussi par Solaref, une jeune entreprise implantée au Bourget-du-Lac dont l'objectif est de pouvoir fournir des armoires réfrigérées aux zones dépourvues d'alimentation électrique, notamment aux centres de soins en sites isolés. Créée en juin 2008, l'entreprise a fait la preuve de la fiabilité de sa technologie et commence la commercialisation depuis quelques mois de ses armoires réfrigérées en Afrique. Avec ses premiers prototypes, elle a obtenu un prix du PNUD (Programme des Nations unies pour le Développement) qui a contribué à asseoir sa crédibilité et décrocher ses premières commandes au Togo et au Sénégal. Le système est effectivement particulièrement ingénieux. Il repose sur le pouvoir d'adsorption d'eau des zéolithes. « *En fait, on détourne la zéolithe en lui faisant jouer un rôle de pompe* », explique simplement Olivier Dervaux, le fondateur de l'entreprise. Celle-ci est placée dans un module hermétique contenant un revêtement sélectif et placé au soleil. Sous l'effet du rayonnement solaire, l'eau contenue dans la zéolithe s'évapore. Elle passe alors dans un condenseur (un échangeur à air ambiant) qui liquéfie l'eau et rejoint un « réservoir » (dans l'armoire). Dès que la température du capteur solaire à zéolithe descend en-dessous de 80°C, la zéolithe va vouloir récupérer l'eau et va alors jouer un rôle de dessiccant (comme les produits adsorbants en pochette qu'on trouve dans les emballages de produits électroniques...). Le réseau étant sous vide,



l'évaporation de l'eau contenue dans le réservoir va s'opérer à 0°C et va piocher des calories dans l'air de l'armoire. « *Ainsi, en s'évaporant pour rejoindre la zéolithe, la molécule d'eau fait geler une autre molécule d'eau à côté d'elle* », simplifie Olivier Dervaux. Sur les 15 litres d'eau contenus dans l'armoire, seuls deux litres circulent entre la zéolithe et le réservoir, le reste pouvant être transformé en glace. Au-delà de l'idée de mettre en œuvre ce cycle d'adsorption-désorption, une des difficultés a été de parvenir à développer une surface maximale d'évaporation, déterminant la quantité de glace fabriquée et donc l'autonomie du système, en limitant l'encombrement dans l'armoire réfrigérée. Pour l'adsorbant, d'autres choix auraient été possibles, notamment celui du charbon actif associé à l'ammoniac. « *La production de froid aurait été plus facile et à plus basse température, mais les risques associés à la manipulation de l'ammoniac auraient nécessité une plus grande complexité du système sous vide pour garantir l'absence de fuite* », souligne Olivier Dervaux. Un compromis a donc été fait, notamment parce que l'objectif de Solaref est aussi de développer une activité économique d'assemblage, de mise en service et d'entretien sur le territoire mettant en place ces armoires. Pour les pays chauds, la capacité des armoires utilisant l'eau et les zéolithes semble en outre suffisante. Avec 50 Kg de zéolithe, on peut maintenir froide une armoire de 80 litres pendant trois jours sans soleil. Solaref propose également une version de 200 litres avec deux capteurs solaires. Le seul point d'achoppement est cependant encore le coût du système (6000 € pour le petit et 9000 € pour le 200 li-

tres) qui limite la cible commerciale aux gouvernements et aux ONG. D'où l'importance de poursuivre le travail de développement pour tenter d'abaisser le prix de revient de l'armoire. C'est l'un des projets pour lesquels l'entreprise a aujourd'hui besoin d'à nouveau renforcer ses moyens financiers, l'autre axe étant le développement du réseau commercial pour accélérer le déclenchement des commandes.

☑ **Solaref**, tél. : 0951 87 09 20.

## L'éolienne Windspire disponible en Europe

L'Américain Mariah Power qui commercialise la petite éolienne verticale Windspire vient d'annoncer la disponibilité et la distribution de cette éolienne sur le marché européen. Un réseau de concessionnaires a été constitué, dont en France la société Mercinat qui affiche déjà quelques références. Cette arrivée sur le marché européen a été rendue possible par l'introduction d'un convertisseur de 230 volts pour répondre aux spécifications du réseau européen et s'y raccorder. L'éolienne Windspire (dont la forme fait penser à un rouleau à pâles de moissonneuse batteuse orienté à la verticale) est disponible dans une puissance de 1,2 kW (9,1 mètres de hauteur) et dans une version conçue pour résister à des vents atteignant 270 km/h.

☑ **Mercinat**, tél. : 02 40 19 35 44.  
www.mariapower.com

## BREVETS

### Déchets

#### Procédé de gazéification totale d'ordures ou de déchets

n° 2927983 – DMS rep. par Barre Laforgue et associés – 28 août 2009  
*Le procédé met en œuvre une étape de séparation du déchet par compression en phase humide putrescible et en une fraction sèche (humidité inférieure à 20 %). La fraction putrescible subit une étape de fermentation produisant du biogaz, la fraction sèche subissant un traitement de gazéification endothermique.*

### Eaux

#### WC notamment pour bateau

n° 2927821 – Plastimo France rep. par Cabinet Lavoix – 28 août 2009  
*Système associant un réacteur biologique et des moyens de filtration par membranes d'ultrafiltration.*

#### Élément préfabriqué en béton destiné à la réalisation d'un réservoir de récupération et/ou de rétention d'eau pluviale

n° 2927913 – Prefac Beton Environnement rep. par Germain et Maureau – 28 août 2009

#### Dispositif de mesure de pression d'eau dans un lit filtrant, et procédé de filtration utilisant ce dispositif

n° 2927995 – Degrémont rep. par Cabinet Armengaud Ainé – 28 août 2009

### Energie

#### Procédé de couplage d'une machine électrique de traction sur un véhicule hybride et véhicule hybride pour la mise en œuvre du procédé

n° 2927849 – Peugeot Citroën Automobiles SA – 28 août 2009

#### Véhicule industriel hybride et dispositif de distribution de tension pour ce véhicule

n° 2927850 – Micro Formation rep. par Brevinnov – 28 août 2009

#### Vitrage antisolaires présentant un coefficient de transmission lumineuse amélioré

n° 2927897 – Saint-Gobain Glass rep. par Saint-Gobain Recherche – 28 août 2009

#### Mousse céramique, son procédé d'obtention et son utilisation comme isolant thermique

n° 2927898 – Université su Sud Toulon Var rep. par Novagraaf –

28 août 2009

*Cette mousse contient au moins 90 % en poids d'un oxyde métallique (oxyde d'hafnium ou oxyde de tantale).*

#### Installation de production d'hydrogène par électrolyse de l'eau

n° 2927907 – CETH rep. par Cabinet Moutard – 28 août 2009  
*(voir aussi article sur la CETH – GNT n° 20)*

#### Moteur torique rotatif à hydrogène

n° 2927939 – Claude Adam – 28 août 2009

#### Dispositif pour collecter l'énergie de la houle

n° 2927958 – Slawomir Klukowski – 28 août 2009

#### Installation de génération d'énergie électrique à partir d'énergie solaire

n° 2927959 – Sophia Antipolis Energie Développement rep. par Cabinet Lavoix – 28 août 2009  
*Système de production d'électricité par voie thermique (source chaude, source froide.)*

### Divers

Procédé et dispositif de culture cellulaire en mode continu ouvert  
n° 2927906 – Eco Solution rep. par Santarelli – 28 août 2009

### Produits et technologies propres

#### Produit phytosanitaire permettant le traitement de l'infestation des oliviers par la mouche Dacus

n° 2927768 – Dominique Venel – 28 août 2009

*Le produit de traitement mis au point est entièrement biodégradable et efficace à plus de 90 %.*

#### Matériau horticoles biodégradable et d'intérêt agronomique

n° 2927899 – Université de Rennes 1 et CEVA rep. par Cabinet Le Guen et Maillet – 28 août 2009

*Ce matériau est composé d'algues, en particulier du genre Ulva et d'une charge végétale (essentiellement lignocellulosique) conférant des propriétés de résistance mécanique au matériau.*

#### Polymère d'aluminosilicate comme agent ignifugé

n° 2927905 – CEA rep. par Cabinet Orès – 28 août 2009

#### Poutre écologique en béton à coffrage métallique intégré

n° 2927916 – Jean-Louis Desbordes – 28 août 2009



## Résultat

**Alcan Engineered & Automotive Solutions**, division du groupe Rio Tinto basée à Paris, a annoncé d'excellents résultats sur les douze derniers mois, totalisant 750 M\$ de nouveaux contrats avec la **fourniture de solutions allégées en aluminium**. En dépit du recul du marché automobile, Alcan n'a pas connu de baisse dans ce secteur, la demande de solutions pour les véhicules à faibles émissions de CO<sub>2</sub> étant plus forte.

## Coopération

Dans le cadre de son programme environnemental **Planet Me**, programme axé sur la réduction de ses émissions de CO<sub>2</sub>, **le groupe TNT** (transport et services postaux express) est en train d'étudier les possibilités d'utilisation des **véhicules électriques de Renault** aux Pays-Bas. Les voitures vont être développées maintenant et disponibles et opérationnelles à partir de 2011.

## Nominations

**ADEME** / A compter du 1er septembre, **Virginie Schwarz**, ingénieur en chef des Mines, est nommée **Directrice opérationnelle Déléguée** Energie, Air, Bruit de l'Ademe. Virginie Schwartz avait déjà exercé cette fonction à l'Agence entre 2003 et 2006. Matthieu Orphelin qui assurait l'intérim depuis plusieurs mois reprend pleinement ses fonctions de Directeur de cabinet de la Présidence.

**Groupe VINCI** / **Franck Mouglin**, qui était depuis 2002 Directeur des ressources humaines et du développement durable du groupe Danone, **rejoint le groupe Vinci** au même poste. Il entre également au comité exécutif de Vinci.

## Certification

**NSF International** a annoncé cet été la disponibilité d'un **protocole** de validation et vérification des **mesures d'efficacité énergétique**, le NSF Portocol 352. BASF est l'un des premiers groupes à avoir fait valider par NSF son analyse d'éco-efficacité selon ce protocole.

## Etude

Une nouvelle étude, émanant d'un **collectif international** d'activistes sur les **champs électromagnétiques** (dont Powerwatch et Radiation Resarch Trust au Royaume-Uni), vient d'être rendue publique. Elle est intitulée « Téléphonie sans fil et tumeurs cérébrales : 15 motifs d'inquiétude, science, manipulation et vérités sur Interphone ».

Etude téléchargeable sur [www.radiationresearch.org](http://www.radiationresearch.org)

Un nouveau rapport du **Carbon Disclosure Project**, organisation à but non lucratif qui veille aux empreintes carbone des entreprises, a publié un rapport sur les objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> des 100 plus grosses entreprises mondiales. Il montre que 73 % des entreprises étudiées avaient un objectif de réduction pour des raisons surtout économiques, mais que les ambitions n'étaient pas suffisantes. Le **taux actuel de réduction** des émissions serait dans ces entreprises de **1,9 % par an**. Pour atteindre les 80 % de réduction recommandés par le GIEC pour 2050, il faudrait à ce rythme là 80 ans... soit un retard de 30 ans.

## Document

Un nouveau **catalogue de la DG Recherche** à la Commission donne des informations sur les projets acceptés sous les appels à **projets Environnement de 2009**. 59 projets sont présentés, dont 34 auxquels participent des équipes françaises, mais dont seulement trois sont coordonnés par des Français. Il s'agit en l'occurrence du projet EO-Miners sur l'observation de la terre (BRGM), FoResTTrac sur la recherche génomique de l'écosystème forestier (Inra), et Nanohouse sur l'analyse du cycle de vie des produits contenant des nanoparticules dans les revêtements du bâtiment (CEA).

[www.eurosfair.pr.fr/7pc](http://www.eurosfair.pr.fr/7pc)

Rubrique « Appels »

## Nouvelle structure

Comme nous vous l'annonçons dans notre numéro du 3 juillet, le distributeur belge de solutions photovoltaïques **Elsingor a ouvert sa filiale française à Lille avec un bureau**

**opérationnel à Evry** (??) L'objectif est donc de développer un service de proximité d'accompagnement des projets en créant un réseau national d'installateurs. Elsingor distribue pour le Benelux et la France les panneaux photovoltaïques Latitude Solar qui utilisent notamment le verre structuré Albairino P de Saint-Gobain Solar qui améliore le rendement du panneau.

Contact : [Emmanuel.bentin@elsingor.com](mailto:Emmanuel.bentin@elsingor.com)

## Formation

**La chaire industrielle « Captage, transport et stockage du CO<sub>2</sub> »** inaugurée le 30 juin au Havre pour une durée de cinq ans a été cosignée par des partenaires locaux (Port autonome et Communauté d'agglomération du Havre), des partenaires industriels (Air Liquide, EDF, GDF-Suez, Lafarge, Total) et des laboratoires (Mines ParisTech, Université du Havre, Ecole des Ponts, BRGM). **Denis Cloedic**, responsable du Centre énergétique et procédé de l'Ecole des Mines ParisTech est le titulaire de cette chaire.

## Appel à projets

L'Ademe a lancé **deux nouveaux appels à manifestation d'intérêt (AMI)** : l'un depuis cet été sur les **énergies marines** et l'autre sur les **systèmes électriques intelligents**. Ces projets seront financés par le fonds démonstrateur mis en place grâce au Grenelle de l'environnement.

AMI Energies marines : clôture le 15 octobre  
AMI Systèmes intelligents : clôture le 30 novembre.

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

## Agenda

**Journée Technique de l'électronique Composants et systèmes électroniques innovants (notamment pour les énergies renouvelables)**

17 septembre 2009

Palais des congrès de Versailles  
Organisation Gixel, [www.gixel.fr](http://www.gixel.fr)

## Batteries 2009

Conférence internationale et salon sur les systèmes de stockage d'énergie  
30 septembre-2 octobre  
Cannes-Mandelieu  
[www.batteriesevent.info](http://www.batteriesevent.info)

## 3<sup>èmes</sup> journées des éco-technologies

**Défi des énergies renouvelables, les promesses du stockage thermique**

Organisées par la technopole Bordeaux Montesquieu  
8 octobre

[www.technopole-bordeaux-montesquieu.com](http://www.technopole-bordeaux-montesquieu.com)

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.