



Stratégies & veille technologiques en environnement

Événement

Sommaire :

Événement p.1

- Qualité de l'air intérieur : une exigence qui dynamise l'innovation

Acteurs p.2/3

> Start-up

- Amarak Biotech, le chaînon manquant pour les biotechnologies vertes et blanches

> À suivre...

> Développement industriel

- Vizelia : intégration fructueuse au sein de Schneider Electric

> Enjeux / Recherche

- Eco-conception de sols urbains fertiles

Tendances p.4/5

> Recherche

- Premières tendances pour les projets ANR 2011
- Changement d'échelle dans les projets de phytoremédiation

Technologies p.6/7

> Énergie photovoltaïque

- Stockage d'énergie PV : une offre compacte et packagée

> Déchets / Recyclage

- Recyclage à plus haute valeur ajoutée pour l'aluminium

> Biomasse énergie

- La méthanisation étagée s'ouvre de nouveaux marchés

> Brevets

À retenir p. 8

Qualité de l'air intérieur : une exigence qui dynamise l'innovation

La plupart des stratégies d'éco-innovation sont tirées par une nécessité d'optimiser nos ressources : consommation réduite, identification de nouvelles ressources ou préservation de celles existantes. Mais vient se greffer à cette loi une exigence de plus en plus forte en matière de santé qui est parfaitement illustrée par la problématique de la qualité de l'air intérieur d'autant plus visible qu'elle est exacerbée par les objectifs d'efficacité énergétique dans les bâtiments. Même si le sujet n'est pas nouveau – on s'y intéresse depuis les crises énergétiques des années 70 – il prend incontestablement une dimension nouvelle constituant même désormais un vrai créneau d'opportunités d'éco-activités et d'éco-innovations : nouveaux métiers, start-up technologiques, R&D dynamique... De quoi réjouir l'OQAI, observatoire de la qualité de l'air intérieur qui vient de fêter ses dix ans et voit dans cette mobilisation le fruit de son travail. L'OQAI est effectivement l'aiguillon qui contribue à documenter scientifiquement le sujet jusqu'à mobiliser les acteurs du marché et les dirigeants. C'est l'observatoire qui a permis par ses études scientifiques indépendantes (dans les logements, les écoles, les crèches) de cibler les polluants les plus impactants et les sources principales. 1026 substances ont été identifiées pour leur toxicité, avec quelques unes hautement prioritaires : 15 dans les logements, 6 dans les écoles et 5 pour les bureaux. Ce sont ainsi les premières études qui ont servi à fixer des obligations de surveillances dans certains lieux recevant du public, amené à une obligation d'étiquetage des matériaux de construction ou encore conduit à des valeurs de référence de qualité de l'air intérieur. Mais ce travail n'est pas fini. 2011 va marquer le démarrage d'une nouvelle enquête dans les crèches pour affiner

les connaissances sur d'autres polluants que le formaldéhyde et le benzène, principales cibles actuelles. Des polluants émergents sont d'ores et déjà ciblés : les biocides, les phtalates, les retardateurs de flamme bromés, les alkyphénols, mais aussi les nanoparticules. Une autre étude doit démarrer dans les bureaux (jusqu'en 2014) s'intéressant à l'ozone, à certains COV ou particules fines issus d'ordinateurs, d'imprimantes ou de produits d'entretien spécifiques.

De ce fait, l'OQAI va continuer à impulser non seulement de nouvelles règles sanitaires, mais également une forte dynamique d'innovations en fournissant des orientations pour la R&D future. L'observatoire (avec son support opérationnel que sont le CSTB et les autres partenaires scientifiques) met d'ailleurs parfois au point lui-même des méthodes de prélèvement et d'analyse pour ses enquêtes. Les travaux sur les biocontaminants de l'air ont ainsi été à l'origine d'une méthode inédite caractérisant la diversité microbienne aéroportée au moyen d'inventaires moléculaires basés sur l'ADN des microorganismes. Tout point soulevé peut ainsi ensuite ouvrir sur un marché pour des capteurs de routine, des prestations de service ou des outils de remédiation de la qualité de l'air. C'est donc une véritable opportunité économique qui s'ouvre, d'autant que l'innovation française a une bonne carte à jouer. Et l'opportunité économique est aussi renforcée par les économies générées en réduisant les risques sanitaires. On estime aujourd'hui que le coût sanitaire d'une mauvaise qualité de l'air se situe entre 12,8 et 38,4 Md€ par an, auxquels on pourrait également ajouter la perte de productivité sur le lieu de travail (céphalées, perte de concentration...), 30% des bâtiments pouvant être concernés. De quoi motiver pour l'avenir.

Start-up


Amarok Biotech, le chaînon manquant pour les biotechnologies vertes et blanches

En juillet s'est créée à Saint-Malo la société Amarok Biotechnologies, dont la vocation est d'accompagner et gérer des projets scientifiques et techniques complexes dans tous les domaines des biotechnologies : santé, industrie et environnement (biotechnologies rouges, blanches et vertes). Pour son fondateur, Vincent Genty, l'entreprise est nouvelle mais pas l'activité qu'il a pratiqué 15 ans comme responsable R&D de l'Institut biotechnologique de Troyes, en particulier au sein de sa filiale IBT Services. Il a aussi été l'un des experts ayant porté la création du pôle IAR (Industries et agro-ressources) et a coordonné le projet Synthons (production d'intermédiaires chimiques à partir de ressources renouvelables pour des applications industrielles). Les biotechnologies blanches et la chimie du végétal n'ont donc pas de secrets pour cet expert qui entend donc bien, au-delà du marché de la santé, profiter d'une dynamique nouvelle de la chimie verte pour imposer ses compétences. En fait, Amarok Biotechnologies a surtout pour ambition de favoriser le montage de nouveaux projets d'innovation en les accompagnant de façon structurée. Cela passe par des études de faisabilité pour des indus-

triels en recherche d'une solution, l'identification de pistes nouvelles de développement (Vincent Genty a notamment une piste pour une nouvelle voie de synthèse biotechnologique pouvant partir de ressources marines), le montage de projets avec la recherche des partenaires adéquats y compris dans des domaines scientifiques autre que les biotech, le chiffrage des différentes pistes de travail (en coût, en temps, en moyens technologiques), le management des équipes etc. Vincent Genty souhaite aussi favoriser le passage industriel de résultats de recherche, sur ses propres idées de nouvelles voies de synthèse mais aussi en évaluant le potentiel les travaux en sortie de laboratoires et en les orientant vers des industriels pouvant porter un développement. La force de ce travail de transfert de technologies, mettant parfois en contact des secteurs peu enclins à communiquer entre eux, sera alors à la fois de connaître le milieu industriel et ses contraintes, et les différents métiers pouvant intervenir dans les développements. Amarok Biotechnologies se résume ainsi en une interface capable de faire les traductions entre métiers, de mettre en place et manager les moyens pour porter à maturité

des innovations, et finalement de parvenir à réussir des transferts de technologies dans les meilleures conditions. « *Certains disent que mon activité est le chaînon manquant actuel des processus de transfert de technologies* », explique ce nouveau chef d'entreprise. Pour mettre en pratique cela, Amarok Biotechnologies va déployer des moyens internes de laboratoire d'ici quelques mois. Une réflexion est également menée par la technopole de Saint-Malo pour implanter une plate-forme mutualisée dans ces domaines des biotechnologies, plate-forme qu'Amarok pourrait, du fait de son positionnement, animer. Sans attendre ce projet régional ambitieux, l'activité d'accompagnement de projets scientifiques a déjà démarré et les nouveaux contacts sont déjà nombreux, permettant d'envisager un début d'activité serein. A moyen terme, le besoin de renforcement de l'équipe et des moyens techniques sera inéluctable pour répondre aux besoins des industriels en voies de synthèse biotechnologiques et un tour de table sera alors sans doute nécessaire.

Amarok Biotechnologies,

 > v.genty@amarokbiotech.com

À suivre...

- A l'occasion du **colloque interfibres** qui s'est tenu il y a quelques jours à Bordeaux, le pôle de compétitivité **Xylofutur** et l'association d'industriels **Aquitaine Chimie durable** ont signé une convention de **partenariat**. Cette union va se traduire dans les mois et années à venir par des projets communs visant à explorer les **thématiques à l'interface de la chimie et du bois** : optimisation par traitement chimique, nouvelles utilisations de bois, extraction et nouvelles valorisations chimiques du bois, nouveaux matériaux...

- Le **déploiement se poursuit pour BioAmber** et sa technologie de production d'acide succinique biosourcé. L'industriel, co-entreprise entre le français ARD et l'américain DNP Green Technology, vient d'annoncer un **nouveau projet d'usine en Thaïlande**, à peine 15 jours après l'annonce d'une première usine de grande capacité au Canada. Ce nouveau projet de 65 000 tonnes d'acide succinique est **adossé** au projet de PTTMCC Biochem (JV entre PTT Plc et Mitsubishi Chemical) d'une **usine de production de PBS** (polybutylène

succinate), un polymère biodégradable pour la fabrication duquel PTTMCC détient plusieurs brevets. BioAmber prévoit aussi de produire 50 000 tonnes de 1,4 butanediol (avec le procédé de bioconversion DuPont dont BioAmber détient une licence), l'autre composé de base pour produire du PBS. PTTMCC doit aider BioAmber désormais à sécuriser la biomasse nécessaire à la production, tout d'abord des sucres issus de cannes à sucre ou de Tapioca, et éventuellement d'autres ressources biomasses.

- Forte d'une **augmentation de capital de 35 millions** de dollars, la **start-up Boulder Wind Power** est en train de se donner les moyens de devenir un acteur de pointe dans le secteur de l'énergie éolienne. D'autant qu'a **participé** à ce tour de table l'industriel **Molycorp**, producteur américain d'**oxydes de terres rares**, permettant de pérenniser les approvisionnements en terres rares nécessaires à la technologie de Boulder Wind Power. La technologie éolienne mise au point par l'entreprise de Colorado permet en effet l'utilisa-

tion d'**aimants permanents** en terres rares, mais **ne nécessitant pas de dysprosium**, une terre rare peu commune. Cette innovation, associée à d'autres avancées techniques (réduisant par exemple l'utilisation d'acier profilé ou s'affranchissant de tôle magnétique laminée), doit permettre de **produire de l'électricité à très bas coût** (estimé à 0,04 \$/kWh soit moins de 3 cts d'euros). Pour Molycorp, le succès potentiel de cette technologie est une opportunité de marché énorme, qui justifie cet investissement.

- Les 28 et 29 septembre prochain, **Ennesys** doit participer au « **Climate KIC venture Competition** », un concours organisé par le réseau KIC Climate et destiné à soutenir **trois start-up éco-innovantes**. Le jury français a retenu Ennesys pour représenter l'innovation française en matière de production d'énergies renouvelables, Ennesys mettant en œuvre la technologie d'OriginOil (dont elle est la filiale) de production d'énergie renouvelable et d'assainissement des eaux à partir de cultures de phytoplancton. (cf. article GNT n°17).

Développement industriel

Vizelia : intégration fructueuse au sein de Schneider Electric

Depuis son intégration au sein du groupe Schneider Electric, il y a presque un an, Vizelia, spécialiste et pionnier des outils de pilotage des consommations énergétiques des bâtiments, connaît un développement très significatif. En quelques mois, cette association stratégique a permis à la petite société de doubler ses effectifs et d'accéder à des clients de grande taille, en France mais aussi à l'international. L'entreprise a d'ailleurs quatre projets qui démarrent aux Etats-Unis et pénétrera le marché chinois dès la fin de l'année. Mais au-delà de cette visibilité et du relais qu'offre le groupe Schneider, Vizelia a mis à profit cette intégration pour accélérer ses efforts de R&D et faire évoluer rapidement sa solution logicielle Vizelia Green. La nécessité d'enrichir son portefeuille de solutions est d'ailleurs intimement liée aux besoins des marchés plus complexes et plus importants désormais accessibles, mais aussi facilitée par la disponibilité de compétences techniques de Schneider Electric. Trois orientations ont été clairement définies : le bâtiment intelligent, la production d'énergies renouvelables et l'intégration des véhicules électriques. Les compétences de Schneider Electric apportent une plus grande diversité de capteurs mais surtout d'automatismes et

de moyens de gestion à distance qui permettront de travailler plus finement sur la gestion énergétique temps réel du bâtiment. Ce qui ouvre aussi de fait des opportunités pour Vizelia dans le secteur industriel et les datacenters. Le suivi de performance des installations d'énergies renouvelables, leur optimisation et la répartition stratégique des consommations (en interne ou renvoyé sur le réseau) est également un nouveau secteur d'intervention. Enfin, l'émergence d'une approche intégrée de gestion de la mobilité électrique et du bâtiment nécessite de développer des nouveaux outils de gestion de cette énergie, tant en recharge qu'en tant que stockage temporaire d'énergie. Les compétences de Schneider Electric en matière de bornes de recharge est évidemment au cœur de ce marché. Ces trois cibles montrent à quel point les écosystèmes deviennent très complexes dans les bâtiments et qu'il est pertinent que toutes les données énergétiques soient intégrées afin de développer des synergies de gestion entre les différents postes (par exemple entre la production d'ENR et la gestion des recharges électriques de véhicules). C'est tout le travail aujourd'hui mené par Vizelia qui doit amener à la prochaine étape : la ga-

rantie de performance. Non seulement, le système devra intégrer des automatismes de gestion et de l'intelligence dans le pilotage, mais aussi de la traçabilité sur les actions et les processus déclenchés. Pour ce challenge, Vizelia estime être particulièrement bien positionnée au plan technologique. « *Notre savoir-faire de base nous offrent trois points de différenciation qui nous permettent d'évoluer vite vers ces nouvelles fonctionnalités : l'ergonomie de la solution, son système de paramétrage qui reste très ouvert à de nouvelles applications et surtout notre capacité à gérer des volumes de données très significatives sans rendre le système trop critique* », argumente Fabrice Haiat, le dirigeant-fondateur. Un savoir-faire qui pourrait être mis au service également des collectivités : le projet Greencity (Life +) lancé il y a quelques mois vise à valider du monitoring à grande échelle (multisites), avec des bâtiments très divers, une conduite de grands projets avec de nombreux intervenants (différents services de collectivités), mais intégrera aussi à terme une expérimentation de pilotage/contrôle à distance d'un ou deux bâtiments pilotes.

Vizelia > 01 41 37 67 00

Enjeux / Recherche

Eco-conception de sols urbains fertiles

Depuis quelques mois, l'association Plante-et-Cité coordonne le projet Siterre qui vise à répondre au problème de la moindre disponibilité de terres fertiles pour les espaces verts urbains. Le sujet, en réflexion depuis plusieurs années, trouve enfin une opportunité d'être approfondi avec le soutien de l'Ademe. Il répond à un double enjeu : une demande d'alternative aux terres végétales dont le coût devient prohibitif et dont l'approvisionnement pourrait donc devenir critique, et une logique durable de valorisation des ressources issues de déchets urbains de proximité. Chaque année, plus de 3 millions de mètres cubes de terre végétale et de granulats sont nécessaires pour les aménagements d'espaces verts publics. Or le décapage de zones agricoles en cours d'urbanisation, principale source en terres, se réduit et repousse plus loin les gisements disponibles. Ce qui a un coût financier mais aussi environnemental, compte tenu de l'impact du transport. Or nos déchets urbains (déchets verts, béton

concassé, fines de balayage, boues urbaines ou industrielles voisines...) peuvent constituer les éléments nécessaires pour reproduire les structures de sol nécessaires aux aménagements urbains (qui combinent pierres, granulats et terres pour obtenir des tenues mécaniques et la qualité agronomique). Tout ce qui compte de spécialistes (ou presque) dans la reconstitution des sols artificiels et les « *technosols* » (Brgm, Inpl-Gisfi, Rittmo Agroenvironnement, Valterra, l'IFsttar) est ainsi rassemblé autour de Plante-et-Cité combinant les expertises agronomiques, géotechniques et environnementales. Concrètement, le projet entre dans une phase opérationnelle. Après avoir travaillé sur l'identification de déchets potentiellement intéressants (onze ont été retenus, pour une part organiques type boues papetières ou urbaines, tontes de gazon et pour une autre part minéraux de type granulats de déconstruction...), les experts du projet vont les analyser individuellement et en mélange pour mieux

comprendre leurs propriétés intrinsèques (mécaniques, agronomiques, physiques - notamment la rétention d'eau) et leur comportement dans le temps et vis-à-vis de la palette végétale. Ces travaux devraient aboutir à des recommandations techniques et le développement d'outils méthodologiques (dont en contrôle des composants) permettant la mise en place de filières. Il faut en effet rappeler que ces sols reconstitués auront besoin d'être « *maturés* » avant usage pour obtenir les structures désirées (lien organique-minéral). Cette exigence impliquera l'émergence de nouvelles activités de valorisation mais aussi sans doute une nouvelle façon d'organiser les chantiers. La question des freins réglementaires et sociologiques à l'usage de déchets dans des sols reconstitués sera aussi abordée dans ce projet qui devrait s'achever début 2015.

Plante et Cité, Olivier Damas,
> 02 41 72 17 37



Recherche

Premières tendances pour les projets ANR 2011

Cet été, sept programmes portés par l'Agence nationale de la recherche et intégrant des préoccupations environnementales ont rendu publics les projets sélectionnés pour 2011. Ils représentent déjà près de 70 projets de R&D environnementale avec une forte dominante énergie, mais également une bonne illustration des enjeux dans l'air et l'eau. Ces tendances seront cependant complètes après publication des résultats de quatre autres programmes majeurs pour les éco-innovations : le programme SEED (systèmes efficaces et décarbonés), Biomatières et énergies, chimie durable et industrie et Eco-Innova dont les sélections sont attendues courant du trimestre.

Le thème de l'énergie est déjà particulièrement important dans la première vague de sélections annoncées cet été par l'ANR, principalement au travers du programme production renouvelable et gestion de l'électricité. On note un accent assez fort de la problématique du **stockage de l'énergie**. Sept projets sont ainsi orientés sur les batteries à l'exemple des projets Azteque sur un accumulateur zinc-air pour le transport électrique, Graf'n'stock sur des architectures novatrices 3D et fonctionnalisation du graphène pour le stockage du lithium ou Reverse (évaluation de la valeur économique et environnementale du stockage de l'électricité par la simulation). Ces premiers projets sont complétés par d'autres qui ciblent la durabilité des accumulateurs : c'est le cas d'Alibaba (analyse et modélisation multi-échelles des phénomènes de dégradation des batteries Li-ion), d'Olive (optimisation du cycle de vie d'une batterie Li-ion pour véhicule électrique) ou encore de Vision (étude fine des mécanismes de vieillissement des batteries Li-ion associées aux énergies renouvelables). Il est d'ailleurs intéressant de voir que dans cette optique de pallier l'intermittence des énergies renouvelables par le stockage, la filière hydrogène constitue toujours un axe fort de R&D. C'est en particulier le cas du projet Aitoiles (assemblages innovants membrane électrodes pour l'électrolyse PEM de l'eau couplée aux énergies renouvelables). D'autres projets visent à optimiser l'électrolyse (notamment haute température - HT) : PBHT (plaques bipolaires embouties intégrant revêtement et joints pour les applications PEMFC HT), Peren (performance et robustesse pour les cellules d'électrolyse HT) ou Oppidum (Optimisation des paramètres de fonctionnement pour la durabilité des électrodes HT). A noter aussi le projet HydroPEM de générateur d'hydrogène bas coût par électrolyse de l'eau à électrolyte polymère solide.

L'autre orientation forte est le soutien au développement de **cellules photovoltaïques de nouvelles générations**. La filière silicium n'est pas remise en cause, loin de là, avec des projets originaux de cellules bifaciales à haut rendement de conversion (Bifasol), l'intégration monolithique de cellules III-V à haut rendement sur substrat silicium (projet Menhirs), des cellules multispectrales sur silicium cristallin (projet Multisoli) ou encore un procédé innovant de croissance Kyropoulos pour le silicium photovoltaïque. D'autres technologies novatrices sont également au programme, dont les cellules solaires à colorant (projet CS20TP) et la filière organique. Trois projets entrent dans cette cible : Velcro (cellules hybrides à structures velcro mettant en œuvre des nanofils de silicium et des couches organiques polymères), le projet Tandori de cellule Tandem organique et le projet Stanws (couches minces de nanofils supramoléculaires de triarylamines ayant des performances métalliques). A noter dans la production d'énergie, l'intérêt plus récent porté sur la **thermoélectricité** représentée par le projet VTG de verres et vitrocéramiques de chalcogénures thermoélectriques ou par le projet Nanoskut de skutterudites nanostructurées pour la génération thermoélectrique. En matière d'ENR, un seul autre projet est à souligner, dans les énergies marines : le projet Qualiphe d'intégration au réseau des houlogénérateurs électriques directs. La question des réseaux et de **l'intégration des énergies intermittentes** est d'ailleurs récurrente,

comme le montrent deux autres projets : Verdi (véhicules électriques et ENR dans un réseau de distribution intelligent) et Ineiris (insertion des énergies intermittentes aux réseaux électriques insulaires).

Le dernier pan du volet énergétique est celui de **l'efficacité énergétique**, représenté par une grande diversité d'approches à l'image du projet Elec-HP de pompes à chaleur à haute efficacité énergétique pour véhicules électrifiés routiers et ferroviaires ou du projet Satin de cuisson en moule des pains et biscottes. On pourrait aussi citer le projet Ovi-Solve visant à développer des systèmes intelligents d'ouvertures vitrées intégrant des protections solaires et une ventilation naturelle ou encore le projet Cocotrans de mise au point de couches conductrices transparentes d'argent pour vitrages à isolation thermique (ou pour des électrodes d'Oleds). Deux projets concernent aussi le marché stratégique des **Led** : Mosaic pour le développement d'un procédé de croissance de Leds GaN sur substrats de silicium structurés (avec un objectif de réduction des coûts de production de Leds) et le projet Prolum, porté par le même chercheur, de prototype de diode électroluminescence monolithique pour la lumière blanche.

Deux autres thématiques rassemblent les principaux autres projets retenus dans cette première phase de sélection : l'air et l'eau. **Les projets air** mettent en exergue les besoins de nouveaux capteurs et systèmes d'analyses en extérieur et en intérieur. L'illustration de ce thème est faite avec le projet Miriade (spectromètre photoacoustique moyen IR intégré pour applications environnementale, technologie mise en œuvre par Aerovia), le projet Ospégaz (oxydes sans plomb pour la détection de gaz) ou le projet Elecanoprint de nanoimpression électrique pour la fabrication industrielle de capteurs de gaz à base de nanoparticules. Dans le domaine de l'air intérieur, on citera le projet Capfein de développement de capteurs de formaldéhydes intelligents. Mais tous ces outils sont complétés par des projets liés à la modélisation des polluants (Trafipollu - modélisation des polluants dus au trafic ou Flubat - compréhension expérimentale des flux d'air dans les bâtiments). L'étape de traitement n'est pas non plus oubliée, avec deux projets sur les rejets de NOx du secteur automobile (projets UréeNox et Amethyste) ou de particules (projet Tirtic-H - ciblé sur les motorisations hybrides) et un projet sur la photocatalyse mettant en jeu de nouveaux composés photocatalytiques (projet Photonorm, dont un des objectifs est l'élaboration d'une norme d'essais pour les poudres).

Le secteur de l'eau est dans la même orientation que l'air avec un soutien affirmé aux outils d'analyse, de contrôle et de suivi des pollutions et des milieux. A titre d'exemple, le projet Origami prévoit le développement d'outils innovants pour la surveillance des eaux souterraines (échantillonnage passif couplé à la mesure isotopique) et le projet OSS Cyano s'intéresse à des capteurs optiques pour la surveillance des cyanobactéries. Le Cemagref est aussi retenu avec le projet Sapphire d'analyse de pH innovant pour la ressource en eau (Programme des projets à fort potentiel de valorisation). Très originale est aussi l'approche du projet Remantas d'utilisation de la technologie Raman comme technique d'analyse sur site des milieux



Recherche

Premières tendances pour les projets ANR 2011 (suite page 4)

aquatiques. Sont associées à ces exigences de surveillance, des ambitions nouvelles de traitement avec l'émergence de nouvelles technologies. On note en particulier deux projets : l'un portant sur l'utilisation d'un textile lumineux pour le traitement d'eau par photocatalyse (projet Aquaphotex - pendant « eau » du projet Axelera-Techtera Photex ciblé sur l'air) et le projet Parme d'adsorption réversible des micropolluants dans l'eau. A noter en outre, le projet Optichaux visant

à optimiser et réduire la consommation de réactif chaulé pour les boues résiduelles et donc leur volume final.

A noter que deux projets ont trait à des nouveaux **enjeux de recyclage** (projet Aster - analyse systémique des terres rares et projet Opportunité E4 sur la valorisation chimique des déchets miniers). D'autres dossiers sur cette thématique sont surtout attendus avec le programme Eco-Innova qui sera clos en fin de mois.

Changement d'échelle dans les projets de phytoremédiation

L'Inéris a débuté depuis quelques mois deux nouveaux projets de recherche en phytoremédiation des sols pollués qui incontestablement sont des étapes majeures vers l'application commerciale de ces technologies douces de dépollution.

Ces deux projets ont en effet en commun de répondre à des questions technico-économiques nécessaires à un prochain passage efficace en application de routine. A savoir, disposer de données collectées sur des expérimentations en taille réelle (1 ha et plus par expérience), s'intéressant à toute la filière (efficacité des traitements, valorisation des biomasses produites, devenir des sous-produits, outils de suivi, faisabilité technico-économique...) et permettant de disposer *in fine* d'éléments factuels comme aide à la décision en matière de phytoremédiation. Leur point commun est également de se focaliser sur la phytoremédiation de sols pollués par les métaux.

Le projet Biofilter est le plus ciblé des deux projets et porte précisément sur des techniques de phytostabilisation aidée par voie biologique. L'idée est d'étudier à grande échelle, en l'occurrence trois sites d'un hectare chacun, l'utilisation de végétaux mycorrhizés (champignons travaillant en symbiose avec la plante) pour séquestrer les métaux disponibles dans les champignons, limiter le transfert des métaux dans les parties aériennes des arbres et permettre une valorisation énergétique de la biomasse. Des travaux menés à Nancy sur le peuplier en phytoremédiation (projet Phytopp) avait permis d'identifier la présence naturelle des mycorrhizes et leur intérêt. Avoir suivi quelques essais en laboratoire pour sélectionner les champignons afin d'envisager une inoculation des racines pour stimuler ces phénomènes de stabilisation. Cette stratégie avait déjà été étudiée pour traiter les sols pollués par des composés organiques (type HAP) mais jamais sur les métaux. Avec Biofilter, il s'agit donc d'évaluer à grande échelle la mise en œuvre de cette stratégie d'inoculation et son effet sur la production de biomasse, en plantant deux cultivars différents de peupliers (jugés intéressants pour leur capacité à développer de la biomasse et à limiter l'extraction des métaux) en mélange avec des aulnes. Les aulnes, à priori peu accumulateurs mais à croissance lente, ont pour intérêt d'être des arbres qui nodulent et qui ainsi peuvent fixer l'azote atmosphérique et enrichir le sol. Ce pouvoir fertilisant des sols pourrait alors être très bénéfique pour le développement des peupliers (croissance plus rapide), les sols pollués étant en général assez pauvres. Outre de quantifier le gain en biomasse de cette stratégie et son efficacité sur la stabilisation des métaux, cette expérimentation inclut l'étude de la valorisation énergétique du bois récolté et ce par deux voies, la combustion et la gazéification. Très peu de connaissances sont notamment disponibles sur le broyage et la combustion de l'aulne. Quant à la deuxième voie, une boucle de gazéification est en cours de construction à l'Inéris pour différents programmes d'études du traitement des biomasses. Fort d'essais sur l'ensemble de la filière, de la production de biomasse sur sols pollués à sa valorisation thermique,

l'Inéris et ses partenaires (notamment trois équipes canadiennes de Laval, Sherwooke et McGill) entendent disposer également d'informations technico-économiques pratiques (facilité d'inoculation, coût de main d'oeuvre, coût global, rendement en biomasse, facilité de conditionnement de la biomasse, prix de revente etc.) nécessaires au futur marché pour la mise en œuvre de cette stratégie.

Ces résultats viendront aussi abonder le projet Greenland, lancé au niveau européen, dans le cadre du 7^e programme cadre de R&D. Porté par une équipe autrichienne, ce projet rassemble 17 partenaires qui ont en commun la volonté de mutualiser des résultats, des compétences et des expérimentations pour accélérer l'ensemble des stratégies de phytoremédiation sur les sols pollués par les métaux. Un grand panel de techniques de phytoremédiation sont et seront mises en œuvre par les différents partenaires (avec de nombreuses biomasses différentes et des mises en œuvre spécifiques - extraction ou stabilisation), l'idée étant non seulement d'évaluer ou confirmer l'efficacité de dépollution et de production de biomasse, mais également de développer les outils de suivi (notamment une batterie de test de biodisponibilité) et valider différentes filières de valorisation. Le but est ainsi de parvenir à un outil d'aide à la décision permettant de choisir selon les situations les combinaisons optimales pour chaque cas. L'Inéris, outre sa participation aux développements des outils sur la biodisponibilité et sa contribution sur l'expérimentation en phytostabilisation aidée par mycorrhizes, aura plus particulièrement en charge l'animation du groupe de travail sur les filières de valorisation. Sur son site, l'Inéris est déjà en possibilité de tester les biomasses en méthanisation (essais sur des tournesols), en combustion ou en gazéification. Mais l'Institut anime aussi les travaux sur d'autres voies de valorisation, notamment en « *technosol* » (sols reconstitués avec des mélanges de biomasse) avec une société espagnole, la récupération des métaux (lixiviation, extraction... - suite d'un projet sur l'amélioration de l'efficacité des extractants) ou encore des procédés émergents comme la minéralisation par micro-ondes avec récupération d'énergie. La question du devenir des sous-produits de ces filières est aussi abordée afin d'avoir réellement une vision globale de chaque stratégie de phytoremédiation, ses avantages et ses contraintes, techniques, économiques et réglementaires. Ces deux projets qui s'acheveront entre 2014 et 2015 constituent donc un pas en avant vers la maturité des technologies de phytoremédiation, en offrant une vision d'ensemble des atouts et contraintes de chaque approche et des outils d'aide à la décision pour la pérenniser.

Énergie photovoltaïque

Stockage d'énergie PV : une offre compacte et packagée

Jusqu'à présent, quand le choix de l'auto-consommation (totale ou partielle) était fait pour une installation photovoltaïque -pour des raisons diverses d'isolement, d'incitation (sur certains marchés européens) ou d'idéologie- les offres constructeurs étaient réalisées par assemblage de divers composants et éléments séparés : batteries, onduleurs, système de gestion de charge et décharge... En outre, ces installations s'avéraient assez contraignantes à gérer (bac de rétention d'acide, local ventilé, entretien et contrôle des batteries au plomb, fort encombrement...). C'est tout cela que Conergy a donc décidé d'effacer avec une offre nouvelle de stockage d'énergie photovoltaïque, présentée en avant première sur le salon Intersolar en juin et qui sera mise sur le marché européen au deuxième trimestre 2012 suite à une période expérimentale. L'industriel allemand a conçu une offre intégrée « prête à l'emploi », compacte et simple d'usage, et se présentant sous la forme d'une armoire guère plus grande qu'un réfrigérateur. Cette compacité a été permise par le choix de batteries lithium-ion apportant une densité énergétique bien supérieure au plomb permettant en peu de place d'offrir une capacité de 8,8 kWh (extension possible à 13,2 kWh). Mais cette technologie (de Saft)

garantit aussi une durée de vie améliorée (7000 cycles soit environ 20 ans - soit trois fois plus qu'une batterie au plomb), aucun entretien et surtout un rendement de restitution d'énergie très élevé (90 à 95 % contre 75 à 85 %), avec une moindre perte par auto-décharge (inférieure à 2 % par mois). Au-delà des batteries, Conergy a prévu un système de gestion qui pilote l'affectation de la production soit à la consommation directe, soit au réseau, soit à la charge de la batterie, et parfois en combinaison. Et inversement en décharge, il choisit la ou les sources d'énergie prioritaires. La programmation peut être faite en privilégiant l'auto-consommation et la charge/décharge de batterie, mais on peut aussi imaginer à l'avenir mettre un peu plus de finesse dans le système de pilotage pour préférer par exemple consommer de l'énergie réseau aux jours ou heures les plus creuses en privilégiant la charge de la batterie sur l'auto-consommation, et conserver de la puissance pour les heures de pointe, les plus chargées en CO₂. On peut même imaginer à terme que ces stratégies d'usage soient ajustées en fonction de prévisions météorologiques ou que ces ressources stockées décentralisées puissent intégrer une stratégie de smart grid. Si pour l'instant, le produit n'intègre pas ces

dimensions émergentes, il en a le potentiel et s'avère donc déjà un outil très prometteur pour le marché des énergies renouvelables. Il a déjà la capacité de permettre une auto-consommation pendant deux jours en période de non production photovoltaïque et donc à fortiori pendant les nuits.

Reste à toucher son marché. C'est bien celui des particuliers qui est visé en premier (produit optimisé pour 5 kWc). Selon Conergy, le produit a été au départ pensé pour le marché allemand où le coût de l'électricité est plus élevé et qui incite à l'auto-consommation. Le marché italien, qui pourrait atteindre avec le photovoltaïque la parité réseau assez rapidement, devrait également être une cible importante. Quant au marché français, outre les particularités de certains territoires (notamment insulaires) nécessitant des capacités d'auto-consommation (partielles ou totales), il semble lui-aussi en attente de nouvelles propositions. La tendance et cette réceptivité est ressentie avec la remise en question du nucléaire, mais également par anticipation d'une future parité-réseau ou par engagement militant.

 **Conergy France,**
Colin Boudra > 04 94 77 54 00


Déchets / Recyclage

Recyclage à plus haute valeur ajoutée pour l'aluminium

Depuis 2009, des équipes norvégiennes et suédoises de chercheurs et d'industrie de l'aluminium travaillent au sein du projet Moreal pour trouver le moyen d'optimiser la filière de recyclage de l'aluminium. Le recyclage de ce métal n'est pas nouveau et est largement favorisé par son intérêt économique et écologique : il faut seulement 5 % de l'énergie utilisée en production pour recycler les déchets d'aluminium. Cela dit, cette filière pourrait être limitée dans ses débouchés car les différents constituants des alliages d'aluminium (fer, silicium, zinc ou encore le sodium, manganèse, plomb...) s'accumulent au fur et à mesure des cycles de recyclage et réduisent certaines propriétés du matériau. D'où des usages secondaires de l'aluminium réduits au marché des pièces moulées peu contraintes à l'exemple des jantes de roues. Avec une croissance de la filière recyclage, ces débouchés

risquent de s'avérer insuffisants en volume pour absorber dans l'avenir tous les volumes d'aluminium recyclé. D'où l'enjeu d'améliorer les propriétés de ces métaux recyclés pour leur permettre d'accéder aux marchés du laminage et de l'extrusion, pour la production de feuilles ou bandes d'aluminium ou de profilés (pour les fenêtres par exemple). Les chercheurs nordiques se sont pour cela penchés sur les conditions de température et la vitesse d'homogénéisation (première étape du processus de trempe pour les unités de laminage et extrusion) qui pourraient être modifiées pour atteindre les propriétés souhaitées avec l'aluminium recyclé (tenue mécanique, résistance et malléabilité). Cela dit, déterminer par voie expérimentale les conditions optimales nécessaires pour produire les qualités souhaitées d'alliage serait une démarche trop lourde. D'où l'innovation portée par le projet,

visant à modéliser (avec trois modèles mathématiques complémentaires) l'évolution de la structure du matériau en fonction de divers paramètres dans le processus d'homogénéisation. Ce modèle mathématique devient alors un guide pour conduire les bonnes validations expérimentales. Celui-ci a par exemple été testé sur des alliages d'aluminium avec du manganèse, le modèle ayant permis d'orienter les choix de conditions de traitement et d'améliorer de 50 % les limites d'élasticité du matériau. Ces approches mathématiques pourraient ainsi être très utiles pour trouver de nouveaux débouchés aux flux déjà collectés, mais également pour aborder les nouveaux flux (notamment de la déconstruction du bâtiment) et leur trouver également des filières de valorisation à valeur ajoutée.

 **Sintef,** Dr Y. Li > yanjun.li@sintef.no



Biomasse énergie

La méthanisation étagée s'ouvre de nouveaux marchés

Cette semaine, la société belge GreenWatt marque définitivement de son empreinte le marché français de la méthanisation avec l'inauguration de son premier site dans l'hexagone, moins de deux ans après la mise en route de sa première unité à Nivelles en Belgique. L'entreprise affirme aussi par ce lancement (opérationnel à pleine capacité depuis trois semaines) son positionnement sur le marché du traitement et de la valorisation des déchets de fruits et légumes, au plus près des sources de production et sans optique de co-méthanisation avec des effluents d'élevage. Cela fait de GreenWatt une entreprise atypique aujourd'hui sur le marché de la méthanisation, d'autant plus que l'offre technologique originale autorise la conception de petits méthaniseurs (en l'occurrence 100 kW pour les deux premières références en Belgique et sur le site de l'entreprise Boyer à Moissac) tout en étant compétitif, bousculant ainsi les concepts actuels situant plutôt le seuil de rentabilité à partir de 250 kW. Cette approche est rendue possible par une technologie originale qui consiste principalement à séparer les étapes d'acidogénèse et de méthanisation proprement dite. Dans une première étape, les déchets organiques solides (des refus de tri de fruits ou légumes) sont liquéfiés (par hydrolyse), entraînant ensuite l'acidogénèse (production notamment d'acides gras) et ce n'est qu'une phase liquide qui est transférée dans le réacteur de méthanogénèse. Ainsi on maîtrise parfaitement le niveau d'acidité dans le réacteur de méthanisation, évitant de risquer de bloquer la réaction biologique par une baisse intempestive du pH. On n'a ainsi pas besoin d'effluents d'élevage qui en

général assurent par leur cinétique différente de dégradation une fonction « tampon » sur l'acidogénèse (les fruits et légumes s'hydrolysant eux très rapidement et favorisant une baisse de pH rapide). Cette séparation des étapes ouvre d'ailleurs des perspectives pour traiter par méthanisation des matières qui se liquéfient encore plus rapidement et génèrent donc une grande acidité du milieu les rendant impropres pour une introduction en méthaniseur traditionnel (fut-il équilibré par des effluents) : en l'occurrence les fameuses algues vertes. « Nous avons réalisé des essais qui nous confirment la faisabilité de traitement de ce déchet », explique Philippe Mengal, le CEO, qui espère pouvoir concrétiser des affaires sur ce sujet rapidement. Le choix technologique de GreenWatt permet également d'améliorer le rendement de production de méthane. L'étape de méthanisation met en effet en œuvre le procédé Hyfad, un lit bactérien fixé, qui permet d'améliorer l'efficacité d'action des microorganismes. GreenWatt parvient ainsi à atteindre en rendement le potentiel méthanogène des intrants, alors que les plus performants des méthaniseurs classiques mélangés affichent des rendements de 85%. Ce gain en biogaz se traduit inmanquablement par des profits supplémentaires en matière de valorisation de l'énergie, thermique et électrique. L'équilibre économique est également atteint par le fait que le traitement des déchets se fait sur site (pas de coût de traitement externe) et que le digestat, parfaitement tracé (issu de fruits et légumes), est conforme pour une utilisation en filière biologique (valorisation à plus forte valeur ajoutée puisque l'azote biologique a un coût 4 à 5 fois supérieur à celui

de l'azote chimique). La certification AB de la production de digestat fait ainsi partie du service d'accompagnement de GreenWatt. Fort de ces atouts techniques et économiques, GreenWatt mise sur une accélération rapide de son développement. Trois nouveaux contrats sont déjà signés avec des constructions prévues pour 2012, hors projets potentiels sur les algues vertes. Le marché national est pour sa part immense, représentant 150 kg/an/hab de déchets de fruits et légumes (entre le champ et la grande distribution). Avec sa capacité de répondre à des problématiques de gestion très décentralisées (de 100 kW à plusieurs MW avec plusieurs lignes de 500 kW), GreenWatt est donc confiant dans l'avenir. D'autant que la nouvelle expérience de Moissac a permis à l'entreprise d'enrichir ses compétences sur le pré-traitement des intrants. L'unité pourra accueillir en fonction des saisons, melons, prunes ou drèches de fruits (restes de fruits après pressage), avec des prises en charge spécifiques (broyage, retrait de noyaux, trémies...). Outre les algues vertes sur lesquelles aucun doute n'est permis sur la faisabilité du traitement, des opportunités de développement à plus long terme pourraient être trouvées pour des déchets grasseurs d'abattoirs. Mais pour cela, un programme de R&D approfondi est nécessaire, les cinétiques de dégradation et méthanisation étant très différentes. Tous ces projets de déploiement impliquent aussi un renforcement des moyens de la société. Une filiale vient d'être ouverte à Avignon pour accompagner les clients au plus près de leur besoin et un tour de table financier est en préparation.

📞 GreenWatt > 00 32 10 77 91 00

Brevets

Air

Composition catalytique pour la réduction des oxydes d'azote par les hydrocarbures ou les composés oxygénés

n° 2956823 & 824 - Peugeot Citroen Automobiles et CNRS
2 septembre 2011

Procédé de régénération d'un filtre à particules pour véhicule automobile hybride

n° 2956878 - Peugeot Citroen Automobiles - 2 septembre 2011

Déchets

Conteneur de collecte de déchets

avec borne d'introduction mobile

n° 2956860 - Compagnie Plastic Omnium rep. par Cabinet Lhermet La Bigne & Remy - 2 septembre 2011

Énergie

Métal alcalin liquide avec des nanoparticules dispersées, et procédé pour sa production

n° 2956825 & 826 - Japan Atomic Energy Agency et Mitsubishi Heavy Industries Ltd rep. par Santarelli
2 septembre 2011

Application de ce métal liquide avec nanoparticules à des applications d'échange de chaleur ou de refroidissement.

Dispositif de propulsion d'un vé-

hicule avec récupération et restitution d'énergie

n° 2956841 - Assistive Robotic Technologies rep. par Marks & Clerk France - 2 septembre 2011

Système de production de film flexible à haute capacité destiné à des cellules photovoltaïques et Oled par déposition cyclique des couches

n° 2956869 - Alex Roustaei
2 septembre 2011

Procédé et outillage pour la réalisation in situ d'un mur sandwich comportant deux parois en béton séparées par un panneau isolant

n° 2956871 - GBE rep. par Cabinet Beau de Loménie
2 septembre 2011

Dispositif amélioré de récupération de l'énergie de la houle

n° 2956879 - Jose Ruiz Diez rep. par Blétry & associés
2 septembre 2011

Eaux

Système de traitement des eaux usées en provenance d'un dispositif d'utilisation d'eaux

n° 2956861 - Eurobio SA rep. par Cabinet Weinstein
2 septembre 2011

Finances

La société **Weya**, société spécialisée dans la biomasse énergie et cotée au marché libre d'Euronext, lance une **augmentation de capital** pouvant aller jusqu'à **2,5 M€** auprès d'investisseurs pouvant profiter de la loi TEPA, mais aussi auprès d'investisseurs qualifiés. Ce renforcement des moyens est nécessaire pour accompagner le développement de l'entreprise, qui vient d'ailleurs de signer quatre contrats majeurs avec l'Oréal, l'Office national des forêts et deux communes.

Partenariat

PSA Peugeot Citroën et **General Electric** ont signé un accord de coopération européen pour le développement conjoint de solutions innovantes dans le domaine de la mobilité électrique. L'objectif global est de **réduire les contraintes actuelles de cette filière** (autonomie, temps de rechargement, taille de la voiture). Les deux groupes souhaitent donc créer un **Customer Experience Center** qui sera une vitrine grandeur nature de projets intégrant des défis technologiques. Mais les partenaires vont aussi travailler au déploiement d'une **offre commerciale couplée** véhicule-infrastructure de recharge.

A l'occasion de la conférence EU PV Sec, **Konarka Technologies**, fabricant américain de cellules solaires organiques dans lequel **Total** a investi depuis 2008, a annoncé quelques **alliances stratégiques** pour son développement. Outre un accord avec **Lapp Kabel**, producteurs de connexions pour les modules photovoltaïques, Konarka s'est allié à **deux industriels de l'acier et de verre** pour concevoir des **systèmes solaires organiques intégrés** à d'autres matériaux. Pour l'acier, l'intégration se fera avec **Thyssen Krupp Steel Europe** qui souhaite développer des façades métalliques solaires. L'intégration dans des façades verrières se fera par ailleurs avec **Bischoff Glastechnik AG**. A noter enfin un accord avec l'Institut Fraunhofer sur les systèmes d'énergie (IWES) qui prendra en charge la caractérisation des modules de Konarka.

Certification

Leader du secteur de l'alimentation et de l'automatisation, le **groupe ABB** vient d'annoncer que ses solutions de **recharge rapide à courant continu (DC)** pour véhicules électriques avaient reçu le **marquage CE**. Cette certification apporte une garantie de conformité avec les directives en matière de sécurité de l'Union européenne.

Contrats

Areva et le fournisseur de chaudières industrielles **Leroux et Lotz** ont été **retenus par Coriance** (exploitation de réseaux de chauffage urbain) pour construire une centrale de cogénération biomasse près du site nucléaire de Tricastin (Pierrelatte). La capacité de cette centrale sera de **12 MW électriques et 30 MW thermiques** qui alimenteront le réseau de chaleur de la ville de **Pierrelatte** et le réseau de chauffage du site Areva. La mise en service de la centrale est prévue pour le 4^e trimestre 2012. Pour **Areva**, c'est le second contrat remporté en quelques mois sur le marché des centrales biomasses, et le **premier en France**. A noter que Leroux et Lotz fournit l'îlot chaudière qui bénéficiera d'une nouvelle génération de système de combustion bas NOx.

Prospective

Smart s'est allié à BASF pour construire un **concept-car « lightweight »** voiture en version électrique, baptisé **Forvision**. Présenté à Francfort, ce véhicule concept est conçu à partir de composants novateurs, notamment avec des diodes électroluminescentes basses consommations (LED) et des **cellules solaires organiques** transparentes. Des **films** et peintures spéciales **réfléchissent aussi les infrarouges** et des mousses hautes performances assurent l'isolation au froid et à la chaleur. Enfin, des jantes en plastique permettent d'économiser 3 kg par roue. Globalement, l'autonomie peut ainsi être augmentée de 20 %.

Récompenses

Le **Norvégien REC** remporte le prix solar industry award 2011 décerné par le magazine Solar lors de la conférence EU PV SEC pour son procédé propriétaire de réacteur à lit fluidisé qui permet de **réduire de manière significative la quantité d'énergie** requise pour la **production de silicium** polycristallin solaire. Ainsi la durée d'amortissement énergétique des modules est de seulement une année. Ce silicium est commercialisé sous le nom de **NextSi** offre aussi d'autres avantages, en facilitant l'efficacité de fabrication des lingots photovoltaïques (plus de lingots à chaque cycle de production) et en réduisant également le coût de la production de la filière.

Appel à projets

L'Etat vient de lancer le **second appel d'offres pour les centrales photovoltaïques**. L'appel

concerne les centrales de plus de 250 kWc, sur bâtiment ou au sol. Au total, cet appel représente **450 MW**, l'objectif étant d'atteindre 900 MW d'ici 2015. A noter que sept lots ont été définis dont **quatre concernent des technologies innovantes** : dispositifs de suivi solaire, photovoltaïque à concentration, solaire thermodynamique et stockage de l'énergie.

Date limite des dépôts : 8 février 2012

www.cre.fr

Agenda

RAPPEL

5^e Université d'été de l'APPEL

réseau d'Eco-entreprises de Lyon

« *L'industrie, avenir de nos territoires* »

22-23 septembre - Lyon

www.universite-ete-environnement.fr

Eaux & Technologies

Forum d'innovations pour une meilleure gestion de l'eau

Conférences à Niort le 22 septembre

et à Aix-en-Provence le 13 octobre

info@eauxtechnologies.net

Salon Batteries 2011

du 28 au 30 septembre - Cannes

www.batteriesevent.com

Captage, stockage et valorisation du CO₂

Colloque organisé à Marseille

Pôle Risques, l'Ademe et l'ANR

11 octobre

Présentation notamment des projets R&D

et les démonstrateurs en cours

<http://cscv.pole-risques.com>

Conférence « Organic Electronics Day »

Organisée par Matera Novatrices

20 octobre 2011

+32 65 55 49 02

www.materianova.be

4^e conférence de l'innovation en région Centre

Forum Talents et compétences

Trophées de l'innovation - Conférence-débat

28 novembre - Orléans

www.arittcentre.fr/sri

Co-Clickquot Éditions

Siège social et rédaction : 5, clos fleuri - 76113 Sahurs, RCS Rouen 524709011

Rédactrice en chef :

Cécile Clickquot de Mentque, tél. : 02 35 32 65 39

cecile.clickquot@green-news-techno.net

Service commercial / abonnement :

Thierry Clickquot de Mentque,

tél. : 09 81 08 11 04 / 07 60 47 29 04

thierry.clickquot@green-news-techno.net

Directeur de la Publication :

Jean-François Capo Canellas

Maquette : fx Ponchel - www.fxponchel.fr

35 numéros par an, diffusé exclusivement par abonnement.

Abonnement 1 destinataire : 551,34 € TTC* - Abonnement 4 destinataires :

857,64 € TTC* - 18,90 € HT - Commission paritaire : 0313190738

ISSN : 2110-6800 - Dépôt légal à parution. © Green News Techno

Reproduction interdite pour tous pays sauf autorisation expresse de l'éditeur.

*Tarifs 2010/2011 - TVA : 2,10 %

Imprimé en interne.

Abonnez-vous sur

www.green-news-techno.net

> Pour 1 destinataire : **540 € HT**

> Pour 4 destinataires* : **840 € HT**

Abonnement pour une année : **35 numéros**

*4 destinataires d'une même entreprise

