



GreenNews Techno

Stratégies & veille technologiques en environnement

Événement

Sommaire :

Événement..... p. 1/3

- Une filière hydrogène plus mature qu'on ne croit

Acteurs..... p. 3/4

> Développement industriel

- Ap2e accélère le déploiement de sa technologie d'analyse

> Recherche

- Compétences affichées en bioproduction par enzyme fongique
- Efforts de recherche concentrés sur l'oxy-combustion

> À Suivre...

Technologies..... p. 5/7

> Chimie verte

- Colles et liants biosourcés : une offre originale en Picardie

> Énergie

- Éclairage : la double économie des réducteurs de tension
- Optimisation énergétique des bâtiments : nouvel outil d'aide à la conception

> Matériaux

- Un composite PP-verre allégé

> Technologies propres

- La technologie BT3 passe en 3D

> Brevets

À retenir..... p. 8

Une filière hydrogène plus mature qu'on ne croit

En matière d'énergie, la filière hydrogène apparaît parfois aux yeux du plus grand nombre comme une perspective de long terme. La faute sans doute à l'image d'une filière nécessitant préalablement l'instauration d'un réseau complexe et très large de distribution de gaz. En fait, force est de constater qu'aujourd'hui toutes les briques technologiques de la filière sont en train de progresser pour atteindre une étape proche de réalisations industrielles. « *Ce sont encore des marchés de niches qui sont visés, mais on arrive néanmoins aux premiers vrais marchés* » estime ainsi Florence Lambert, chef du département électricité de l'hydrogène pour les transports au CEA-Liten. Les moyens de stockage (stockage solide ou performance des stockages sous pression), la performance et la durée de vie des piles à combustible ou les outils d'optimisation et de pilotage sont autant d'éléments qui arrivent actuellement à un niveau de maturité suffisamment intéressant pour certains marchés. Les travaux menés au CEA Liten illustrent bien cette évolution. Les chercheurs grenoblois travaillent par exemple sur les cœurs de pile (assemblage des membranes et des électrodes) pour augmenter les performances et optimiser les choix technologiques en fonction de l'usage futur (stationnaire, transport avec fort appel d'énergie, utilisant de l'hydrogène issu du reformage de biogaz etc.), et *in fine* garantir une durabilité plus grande. Le cœur de pile a en effet toujours été le point sensible de la pile à combustible, avec des risques d'endommagement importants : corrosion, rupture de membranes, noyage... Aujourd'hui, le CEA est parvenu à un cœur de pile performant et compact (2,1 kW/l) qui devrait encore progresser dans les prochains mois avec des durées de vie beaucoup plus signi-

ficatives (10 000 h en stationnaire et 3 000 à 4 000 heures en pile embarquée). Des efforts ont aussi été produits pour réduire la dépendance des piles au platine, métal précieux au cours financier extrêmement élevé qui grève le prix des unités de production d'électricité. Par le recours à des procédés de nanostructuration (mettre du platine seulement là où on en a besoin), il est déjà possible de réduire la masse de platine aux alentours de 0,3 g/kW et l'objectif est d'atteindre rapidement 0,1 g/kW. Enfin, les assemblages complets de pile avec les plaques bipolaires ont montré les capacités à obtenir des ensembles de grande stabilité. Point essentiel à souligner qui conforte le CEA dans son analyse de la proximité de marché, ces nouveaux développements et ses améliorations significatives ont toutes été pensées dans une stratégie industrielle, avec une logique process pour assurer un transfert industriel rapide. Cette stratégie industrielle se traduit dans les faits par le déploiement sur Grenoble d'une plateforme technologique dont la vocation est de hâter l'industrialisation, de valider les process et les innovations, non seulement celles issues du CEA mais aussi celles d'autres fournisseurs disposant d'un composé innovant. Même la question du démantèlement et du recyclage des piles à combustible est intégrée dans la démarche. Cette plateforme qui doit accueillir cet été une machine pour construire les cœurs de pile et ensuite l'équipement robotisé d'assemblage final, aura capacité à sortir des petites séries de piles à combustible et démontrer la faisabilité, voire la réalité de la baisse des coûts de ces technologies. Y-a-t-il pour autant réellement un marché naissant pour l'hydrogène-énergie à court terme en France ? Incontestablement au moins dans

Une filière hydrogène plus mature qu'on ne croit (suite)

certaines créneaux spécifiques, y compris dans la mobilité. Le CEA a ainsi transféré à SymbioFCell les compétences pour attaquer avec les piles à combustible le marché des véhicules lourds (dameuses, camions, tracteurs...). Et SymbioFCell travaille également avec Green GT et le CEA sur une pile de 300 kW pour équiper aux prochains 24h du Mans un véhicule de démonstration.

Hydrogène : l'incontournable voie des couplages

L'avenir de l'hydrogène énergie passera cependant sans doute par une approche de complémentarité des technologies. C'est la conviction forte de Florence Lambert qui met en exergue tout l'intérêt d'un couplage pile à combustible et batteries pour les véhicules électriques. Les batteries assurent et encaissent les pics de puissance et la pile à combustible, plus petite qu'en « full power », sert à recharger les batteries de manière régulière. « On est ainsi capable d'avoir une autonomie de 400 km, ce qui impossible par la seule voie du stockage en batteries », souligne cette chercheuse. Mieux, ce mode de fonctionnement régulier de la pile revient à la considérer comme un équipement de type stationnaire, donc de disposer d'une durabilité supérieure. Le nautisme ou l'aéronautique pourraient bénéficier avantageusement de ces couplages, y voyant d'autres atouts. Le coût élevé d'un voilier autorise à avoir un coût de motorisation électrique plus important qu'un moteur thermique d'appoint, la motivation étant alors notamment environnementale. L'expérience du voilier zéro CO₂, qui va maintenant être utilisé dans des campagnes de mesures environnementales près des côtes, en est un exemple. Dans l'aéronautique où on vise notamment l'électrification partielle des avions (pour l'alimentation auxiliaire), on peut même imaginer que l'eau produite par la PAC pourrait servir à bord et réduire le volume d'eau embarqué au départ.

La synergie avec les énergies renouvelables

La filière hydrogène doit ainsi incontestablement être regardée avec ses progrès techniques intrinsèques mais également dans une stratégie d'intégration systémique et en synergie avec d'autres filières. L'une de celles régulièrement évoquées et étudiées

(en plus de celle évoquée dans l'automobile) est le couplage de la filière hydrogène à celle des énergies renouvelables. Plusieurs cas de figure sont possibles et notamment celui du besoin d'hydrogène à des fins industrielles mais avec une volonté de « décarboner » la production d'hydrogène, à la fois par la source d'électricité utilisée pour l'électrolyse (énergies renouvelables) et par la décentralisation de la production qui limite les transports. Cette approche novatrice de la production d'hydrogène permet d'envisager des réductions d'empreinte carbone d'un facteur dix par rapport aux productions centralisées actuelles par reformage de gaz. Cette stratégie est déjà cohérente pour des marchés où l'hydrogène se vend à des prix entre 5 et 10 €/kg (et à fortiori au-dessus), créneau sur lequel les technologies disponibles sont déjà concurrentielles. Cela pourrait même être un ordre de grandeur acceptable pour une production d'hydrogène pour certaines niches du transport. En faisant un calcul simple sur la consommation aux 100 km d'un moteur diesel (5 l/100 km), le coût aux 100 km serait de l'ordre de 7,5 € aux conditions actuelles du marché, soit grosso modo le coût d'un kg d'hydrogène pour faire la même distance. Ces productions dispersées d'hydrogène, même à des fins principales d'applications industrielles, pourraient ainsi constituer les bases d'un premier réseau de distribution d'hydrogène carburant, notamment pour les flottes captives, en attendant la montée en puissance du marché.

La demande en croissance d'hydrogène vert et décentralisé est aussi une opportunité pour les filières des énergies renouvelables de trouver une rentabilité nouvelle. C'est d'ailleurs la stratégie clairement affichée par WH2, start-up créée en octobre dernier et qui travaille déjà avec le CEA et McPhy (stockage d'hydrogène dans des hydrures - cf. GNT n°41) dans le projet Pushy de couplage « hydrogène et ENR ». L'idée de WH2, producteur d'énergie renouvelable, est de ne plus être obligé d'injecter l'électricité dans le réseau à tout moment et de gérer de façon optimale l'utilisation de sa source d'énergie : production d'électricité pour le réseau quand la demande est forte et les tarifs élevés (marché libre de l'électricité) et production d'hydrogène vert (avec stockage) quand l'arbitrage économique est plus favorable (contrat avec un gazier). Une autre façon de voir le couplage est de le penser pour pallier l'intermittence des énergies renouvelables. C'est tout l'objet du projet Myrte en Corse (plateforme inaugurée en janvier cf. GNT n°50) qui uti-

lise l'hydrogène comme moyen de stockage tampon (8 MWh dans ce projet avec stockage conjoint d'hydrogène et d'oxygène), en vue d'une réutilisation plus tard grâce à une pile à combustible (200 kW). Certes, la double conversion électricité-hydrogène-électricité ne peut pas afficher un rendement élevé (70% pour l'électrolyseur, 50% pour la PAC, soit au total un rendement de 35%). Mais comme l'explique Nicolas Bardi, chef du département hydrogène et biomasse au CEA Liten, tout est question d'arbitrage de chaque cas entre un investissement massif dans des capacités de stockage électrochimique et ce dispositif qui apportera en outre des possibilités d'élargir le « business model » à d'autres activités (alimentation en hydrogène de véhicules). Cette question du rendement pourrait aussi à l'avenir être pour partie résolue avec les technologies d'électrolyseurs haute température sur lesquels le CEA dispose d'une avance technologique certaine au plan mondial (16 brevets). L'électrolyseur a un rendement de 90% et en mode inversé (pile à combustible), il affiche des rendements de 65 à 70%. Au total le stockage-destockage d'hydrogène pourrait donc afficher un rendement de 60% (au lieu des 35%) et permettre des économies d'échelle en jouant sur le double usage de l'équipement. Cette technologie prometteuse et dont la preuve de concept technico-économique est faite fera l'objet d'un premier démonstrateur en 2013 avec des ambitions pré-industrielles d'ici deux à trois ans. Mais d'ici là, on peut déjà penser le système hybride dans l'esprit où on est limité en stockage batteries et où de l'énergie produite au mauvais moment est donc perdue. C'est d'ailleurs le raisonnement fait par une autre start-up en phase de création, Mhy Energie, qui travaille aujourd'hui à construire une offre packagée de systèmes hybrides batterie-hydrogène reliés à une production d'énergie renouvelable dans un mode « plug and play » pour des sites isolés (relais télécom, bornes météorologiques, partout où il y a des groupes électrogènes), des zones territoriales fragiles, les bâtiments énergétiquement autonomes etc. Les deux fondateurs préfèrent alors parler de rendement global du système qui finalement atteint 70%. Une partie de l'électricité produite par les systèmes d'énergie renouvelable est utilisée pour les besoins immédiats, à travers le passage dans une batterie, le surplus pouvant alimenter l'électrolyseur qui rechargera ensuite la batterie en fonction des appels de puissance. C'est donc toujours la batterie qui supporte alors l'appel de puissance.

Une filière hydrogène plus mature qu'on ne croit (suite)

Hybridation : les nécessaires compétences d'arbitrage proposées par des start-up

Les compétences de Mhy Energie consistent à proposer une ingénierie robuste et sûre (le choix du stockage en hydrures solides a notamment été fait) dimensionnée en fonction de l'analyse des ressources et des besoins, avec les outils permettant une gestion automatisée. Le module doit aussi pouvoir être « *up-gradé* » en fonction de l'évolution des besoins sans avoir à modifier le système de commande. La réussite de l'hybridation tient ainsi à la capacité de l'ingénierie à dimensionner les différentes briques technologiques pour obtenir l'autonomie, mais aussi aux moyens d'arbitrage dans la gestion des équipements et leur façon de dialoguer. Et cet arbitrage est notamment ce qui fait la force des deux start-up WH2 et Mhy Energie, même si les finalités et les cibles de puissance de leurs offres ne sont pas les mêmes. La souplesse offerte par certains électrolyseurs, capables de fonctionner à seulement 20 % de leur no-

minal, autorise ces arbitrages entre production d'hydrogène et production d'électricité. Pour WH2, ces arbitrages se font en fonction de la disponibilité de la ressource (solaire, éolienne, hydroélectrique...) et en fonction des prédictifs de consommation (engagement sur la fourniture d'hydrogène) et des contraintes de marché (prix d'achat du réseau). Cette offre logicielle complexe est aujourd'hui disponible chez WH2 (permettant y compris une gestion multi-site pour arbitrer ces choix à l'échelle d'un territoire) et l'entreprise a identifié des sites pour établir une démonstration de son système qu'elle envisage commercialement pour des puissances de 500 kW à 1 MWe. Elle cherche des fonds (environ 1 M€ sur une période étalée) pour accompagner ce passage en phase opérationnelle et prospecter à l'international où certaines contraintes réglementaires sont moins handicapantes pour introduire l'offre technologique.

Mhy Energie dont le système de pilotage est également finalisé pour ses modules autonomes prévoit pour sa part la réalisation d'un démonstrateur de taille réelle

pour la fin de l'année, et pour mi-2013 le lancement des premières séries sur un des segments d'application identifiés (sites isolés à accès difficiles, environnements naturels sensibles, micro-réseaux de territoires étendus...). Elle est aujourd'hui en phase de levée de fonds d'amorçage (quelques centaines de milliers d'euros) pour cette première étape pré-industrielle et la mise en place d'une action commerciale qui ouvrira sur une réelle production fin 2013, période à laquelle l'entreprise devrait alors avoir besoin de soutiens financiers supplémentaires pour financer l'usine d'assemblage des modules. Objectif 2015 : une vingtaine de modules installés sur une catégorie de puissance électrique entre 2 kW et 50 kW.

Contacts du dossier :

-  **CEA**, Florence Lambert
> florence.lambert@cea.fr
-  Nicolas Bardi > nicolas.bardi@cea.fr
-  **WH2**, Pierre Picard > 04 72 41 08 08
-  **Mhy Energie**, Jean-Michel Amaré
> 04 57 36 40 33
-  **McPhy** > 04 76 27 80 17

Développement industriel

Ap2e accélère le déploiement de sa technologie d'analyse

Créée en 2006 à Aix-en-Provence, Ap2e s'est positionnée sur le marché de l'analyse en ligne et en temps réel dans les secteurs du contrôle environnemental et du process industriel. Elle a portée jusqu'à fin 2010 le développement de sa technologie phare, le Proceas (cf. GNT de février 2010), une technologie d'analyse multigaz par spectrométrie laser. Il s'agit d'une technologie de spectrométrie d'absorption renforcée par cavités optiques, brevetée à l'origine par l'Université Joseph Fourier de Grenoble qu'Ap2e a donc porté à l'industrialisation. Celle-ci permet une mesure en temps réel et en ligne de composés gazeux avec une très grande précision y compris dans les faibles concentrations. Les premiers démonstrateurs puis les premières commandes sont arrivées fin 2010, notamment avec DCNS (dans les sous-marins). Puis un autre marché s'est ouvert, celui du suivi des gaz de combustion dans l'automobile, les moteurs nautiques, les moteurs de centrales thermiques, le contrôle de pots catalytiques etc. Premiers démonstrateurs et premières séries en 2011, avec des clients prestigieux (Exxon, Praxair, Arcelor Mittal), ont permis à Ap2e de produire une trentaine d'unités. Mais

le tournant industriel sera enregistré cette année, car après avoir fait qualifier son appareil par un spécialiste américain du contrôle de combustion, Sensors Inc, Ap2e annonce la conclusion d'un contrat avec lui portant sur la fourniture de 500 analyseurs minimum en cinq ans, soit un chiffre d'affaires potentiel de 20 M\$. Sur 2012, Frédéric Lambert, le nouveau président de la société, prévoit la vente de 150 unités (dont une quarantaine avec Sensors). La courbe de production devrait être exponentielle, d'autant que l'agence de protection de l'environnement américaine (EPA) a désigné la technologie d'Ap2e comme la meilleure technologie industrielle pour mesurer les gaz à effet de serre (dont les NOx) générés par les moteurs à combustion, et que les coûts des analyseurs sont abordables pour le marché (lasers issus du marché des télécoms). Les prévisions de la start-up portent ainsi sur 300 unités vendues en 2013 et 500 ou 600 dès 2014. De ce fait, l'entreprise table sur un chiffre d'affaires 2012 compris entre 3,5 et 4 M€ avec des perspectives dépassant les 15 M€ à l'horizon 2016.

Même avec ces belles perspectives, Frédéric Lambert n'en reste pas moins prudent dans le

déploiement du savoir-faire d'Ap2e. La stratégie est de diversifier petit à petit les domaines cibles du Proceas, sans se disperser. Quelques nouveaux marchés potentiels sont en cours de pénétration : les marchés du gaz, biogaz ou syngas (détection de traces d'H₂S), des biocarburants et de la microélectronique. Les démonstrateurs sont en cours d'implantation et les pré-séries sont prévues pour le deuxième semestre. L'idée est de disposer *in fine* de modules élémentaires « *sur étagère* » pour répondre à ces différents marchés et organiser ainsi une production optimisée et réactive. Le challenge est maintenant de réussir cette montée en puissance de la production. Ap2e finalise pour cela une deuxième levée de fonds (de 2 M€), avec son investisseur d'origine (Viveris Management) et un nouvel entrant. Une des ambitions de Frédéric Lambert est aussi de réactiver les efforts de développement sur l'Epsilon, appareil permettant la mesure en ligne et en temps réel de l'épaisseur d'un support défilant et servant à optimiser les dépôts avec notamment des économies de matière première à la clé.

-  **Ap2e** > 04 42 61 29 40

Recherche

Compétences affichées en bioproduction par enzyme fongique

Une vidéo récemment mise en ligne par l'Université catholique de Louvain rappelle les résultats prometteurs de travaux menés dans le cadre du projet Sophied sur la bioproduction de colorants par voie enzymatique. Les chercheurs belges ont en effet démontré la faisabilité d'une production à partir d'enzymes de champignons, les enzymes servant à biocatalyser une réaction d'oxydation de composés chimiques leur conférant alors des propriétés colorantes. Les essais avaient abouti à des colorants dans une gamme de couleurs allant du jaune-orange au rouge et brun, avec plus de difficultés pour obtenir des couleurs vertes et peu de succès sur le bleu. Ces recherches ont

ouvert de réelles perspectives de développement pour ce secteur des colorants, produits à ce jour en centaines de milliers de tonnes par des voies chimiques polluantes (voie acide et rejets de polluants, milieu explosif à refroidir donc forte consommation d'énergie). Cela dit, des travaux complémentaires restent à mener pour réduire le coût de la production de l'enzyme et pour augmenter le rendement de production des colorants : il s'agit de parvenir à solubiliser plus de substrat de départ pour obtenir plus de colorants par volume. Même si à ce jour l'équipe belge n'a pas eu les moyens de poursuivre sur ce marché, elle met à profit ces compétences en matière de

bioproduction par enzymes fongiques pour d'autres secteurs industriels et avec l'utilisation de biomasses comme substrats de départ. Des résultats sont très prometteurs dans les polymères et des projets sont en cours pour la bioproduction d'autres biomolécules d'intérêt en chimie fine. Cette équipe, hautement spécialisée sur les microorganismes fongiques (3ème mycothèque au monde), est donc ouverte à de nouveaux partenariats.

- 📺 Vidéo sur : http://www.youris.com/Nano/Environment/Nano_Eco_Dye.kl
- 📧 UCL, Estelle Enaud,
> estelle.enaud@uclouvain.be

Efforts de recherche concentrés sur l'oxy-combustion

Air Liquide, l'Ecole centrale Paris et le Cnrs viennent d'annoncer la création d'une chaire industrielle d'enseignement et de recherche dans le domaine de l'oxy-combustion. D'une durée initiale de 6 ans, cette chaire bénéficie d'une subvention de l'Agence nationale de la recherche. Connue depuis longtemps, l'oxycombustion consiste à utiliser de l'oxygène en lieu et place de l'air comme comburant dans la réaction de combustion. Cette approche a été promue au départ pour réduire les volumes de fu-

mées et éviter la formation de NOx, mais trouve désormais une autre motivation avec la nécessaire captation et valorisation du CO₂ pour répondre aux enjeux des gaz à effet de serre. Après une étape de purification, on peut en effet récupérer, stocker et valoriser le CO₂, ce qui se traduit de fait par un positionnement dans la production d'énergie décarbonée. Pilotée par Thierry Schuller, professeur à l'Ecole centrale Paris et chercheur au laboratoire d'énergétique moléculaire et macroscopique, combustion

(EM2C - Cnrs), la chaire se fixe pour priorité de rechercher l'amélioration de la compréhension des phénomènes de combustion à haute pression (sur tous combustibles), avec l'optique pour Air Liquide d'obtenir des modèles plus fiables et d'optimiser le dimensionnement des brûleurs à oxygène.

- 📺 Air Liquide, Olivier Delabroy, Directeur R&D
> Olivier.delabroy@airliquide.com
- 📧 ECP, Thierry Schuller
> thierry.schuller@em2c.ecp.fr

A suivre...

- Nouvelle étape pour **Finaxo Environnement**. Cette PME de la Marne a inauguré il y a quelques jours à Fismes une unité de **valorisation énergétique des boues de station d'épuration** couplant sa technologie de **pyrogazéification** (pyrobio Energy +) avec un sécheur de boues (pour pré-sécher les boues avant introduction dans la gazéifieur). L'originalité de ce démonstrateur est qu'il n'utilise pas le syngas produit par le pyrobio pour pré-sécher les boues, mais la chaleur résiduelle en sortie de surchauffe des billes métalliques utilisées pour l'étape de pyrolyse. Ce démonstrateur est la concrétisation d'un projet Life+.

- **Schneider Electric et Bouygues Immobilier** annoncent la création d'une **filiale** commune, **Avelty**, dont la vocation est d'accompagner les investisseurs immobiliers par la conception de systèmes de gestion énergétique et la mise en œuvre de **contrats de performance énergétique garantis** pour les immeubles de bureaux neufs et existants. Avelty couple ainsi les compétences de gestion de l'énergie et de solutions d'optimisation de Schneider

Electric avec le savoir-faire en construction de bâtiments haute-performance Bouygues et devient l'interlocuteur unique pour garantir les performances du bâtiment à tout moment de sa vie. La nouvelle entreprise est présidée par Benoît Glikmanas, issu de Schneider Electric.

- **L'OIE**, office international de l'eau, associé à l'université de Limoges, a été chargé par l'Agence de l'eau Seine-Normandie d'une **étude diagnostic des rejets de substances dangereuses** contenues dans les **produits ménagers**. Une base de données a été créée recensant **740 substances utilisées** dans ces produits et leur dangerosité. Certains produits ont alors été ciblés pour une étude plus détaillée d'estimation des quantités utilisées et des flux de substances dans les systèmes d'assainissement. L'enjeu est maintenant d'estimer la **contribution de ces substances à la pollution du milieu naturel**, après traitement conventionnel, et ainsi de proposer des recommandations soit sur l'amélioration des filières d'épuration, soit de restriction d'usage de certains produits.

Source : les nouvelles de l'OIE

- La société **OriginOil**, qui détient un savoir-faire breveté d'extraction et **séparation des lipides issus des microalgues**, vient de déposer **deux nouveaux brevets** qui lui permettent d'aborder le marché de la **dépollution des rejets liquides d'extraction pétrolière**, voire à terme du traitement d'effluents industriels. OriginOil a décliné ses compétences pour proposer une solution alternative aux étapes de floculation chimique ou de flottation. Des essais réalisés par un tiers sur des échantillons d'eaux usées de puits pétroliers ont permis de **récupérer 98% des hydrocarbures** contenus. Pour les exploitants pétroliers, ce procédé réduirait leur empreinte environnementale et simplifierait le traitement des rejets (50 barils d'eau/baril de pétrole) tout en améliorant le rendement de production grâce à la récupération des hydrocarbures. OriginOil voit dans cette activité une source de profitabilité immédiate lui offrant l'opportunité de consolider plus sereinement ses activités sur le marché plus émergent des microalgues.

📺 > www.originoil.com

Chimie verte

Colles et liants biosourcés : une offre originale en Picardie

La filière des colles et adhésifs constitue un des challenges de la chimie verte. De nombreux travaux sont engagés pour substituer des composants chimiques à risque, notamment le formaldéhyde, par des matières biosourcées. Parmi les prétendants, on note les tannins, certains polyols, des polyuréthanes issus de l'huile de lin. C'est pourtant une toute autre voie qu'a choisi Spidem, start-up picarde qui s'est engagée dans un développement original de formulations de colles, adhésifs et liants biosourcés avec l'université Jules Verne (Amiens). Le choix fait par l'équipe de Michèle Tkint (équipe Imap du laboratoire Eproad), co-breveté par l'université et Spidem, repose sur un mélange de ressources de protéines animales ou végétales (de type gels ou gélatine) avec des composés pectiques en présence d'un solvant simple (eau, alcool, glycérol), le tout développant des propriétés adhésives ou de cohésion après un traitement thermique spécifique (thermocpression réactive ou micro-ondes). Le développement a été guidé par quelques principes qui font aujourd'hui son originalité. Michèle Tkint avait notamment en tête de trouver des débouchés à certaines ressources mal valorisées, à l'image de poussières de défibrage végétal offrant des opportunités de valorisation complète de la plante. Mais on pourrait citer aussi d'autres matières végétales directement utilisables, notamment les algues vertes. Autre principe : les procédés à mettre en œuvre pour cette valorisation devaient être peu énergivores et le nombre d'étapes réduit au strict minimum. En l'occurrence, les matières premières s'utilisent quasiment sans pré-trai-

tement autre que par exemple un broyage. Dans cette même logique, le développement a été pensé pour permettre une réduction de l'empreinte environnementale liée au transport, en concevant une étape de mélange, centralisée sur un territoire restreint, et une mise en œuvre (solvant et chauffe) sur le site industriel utilisateur. On réduit ainsi le volume d'eau transporté et les distances à parcourir tant pour la ressource que pour le produit final. L'idée est de mettre en place localement des unités de préparation des mélanges de base d'environ 15 000 tonnes à destination de modules de mise en œuvre de 3 000 tonnes chez les industriels.

Tout cela est bien sûr rendu possible par le savoir-faire acquis dans l'association des composés, les possibilités de substitution des sources primaires, tout en obtenant des formulations aux propriétés validées pour différentes applications. C'est ainsi une gamme de colles et liants (liants pour matériaux composites biosourcés par exemple) que développe Spidem à partir de gisements assez diversifiés.

Aujourd'hui, la jeune entreprise a quelques formulations très avancées sur lesquelles des validations pré-industrielles ont été faites en collaboration avec un industriel. La sollicitation la plus forte venant du secteur du bois (agglomérés, contreplaqués, assemblage), Spidem entend commencer son déploiement sur ce marché. Un accord de coopération a été signé avec Gautier Interbois qui illustre cette orientation et devrait être le premier client industriel pour une production d'agglomérés sans colle formaldéhyde. Le marché des colles d'assemblage (meubles ou jouets)

est aussi prospecté activement. L'enjeu est donc pour Spidem de disposer des moyens financiers de passer ce stade de l'industrialisation avec une démonstration sur site, raison pour laquelle l'entreprise travaille à une levée de fonds pour financer la première unité de production du mélange de base et fabriquer le premier module client. Le déploiement du savoir-faire se fera ensuite par une analyse des ressources disponibles dans les différents territoires, en adéquation avec les besoins industriels en colles, adhésifs et liants à proximité. C'est cette réflexion d'écologie industrielle qui constitue le challenge futur de l'entreprise. Cela dit, les perspectives de développement sont très intéressantes dans la mesure où d'une part le marché français des colles urée-formol (notamment dans les panneaux) représente plus de 300 000 tonnes/an et d'autre part les formulations développées seront aussi pertinentes pour d'autres applications. Michèle Tkint confie ainsi les très bonnes performances des colles et adhésifs dans le domaine des plastiques ou de l'aluminium. Le marché des matériaux composites biosourcés, avec des fibres naturelles, est aussi ciblé par le brevet de Spidem-Université Jules Verne, le mélange formant alors la matrice du matériau. Les travaux se poursuivent par ailleurs pour compléter les formulations et les applications potentielles, et identifier de nouvelles ressources utilisables.

-  **Spidem**, Hervé Polino > 03.23.09.04.84
-  > contact@epo-fr.com
-  Michèle Tkint > 06 88 55 06 02
-  > michele.tkint@u-picardie.fr

Énergie

Éclairage : la double économie des réducteurs de tension

Pour réduire les dépenses d'éclairage public sans faire le choix de l'arrêt total de certaines lampes, une solution est d'équiper les points d'éclairage d'outils de régulation du flux lumineux. C'est notamment l'offre de GE Energy Industrial Services qui vient d'annoncer le lancement de la gamme Gradilux de stabilisateurs-réducteurs de flux lumineux qui adapte la puissance utilisée aux besoins réels de lumière, en particulier dans la période de la nuit où le flux routier et le trafic piéton est très réduit. Le système atténue et stabilise l'éclairage des lampes, mais garantit aussi

une stabilité de tension. Les deux aspects sont sources d'économies. Tout d'abord parce que la lampe consomme bien sûr moins, mais aussi parce qu'on évite les surtensions nocturnes. Ces surtensions, qui peuvent atteindre 10 %, sont responsables de surconsommation (+ 21 %) mais ont en outre un impact certain sur la durée de vie des lampes. Certains experts estiment que la durée de vie moyenne des lampes peut être réduite jusqu'à 50 % à cause des surtensions. La stabilisation impacte ainsi très favorablement la maintenance, des économies substantielles qui couplées à la

réduction de consommation (jusqu'à -40 %), permettent un retour sur investissement assez rapide dans l'équipement de régulation (en général moins de deux ans). A noter que l'un des points forts du système Gradilux est sa conception compacte et légère qui facilite son intégration au sein des systèmes d'éclairage (neufs ou existants). La gamme s'adresse à tous les types de lampes, à l'exception de celles à LED ou des lampes déjà équipées d'un ballast électronique stabilisé.

-  **Ge Power** > www.gepowercontrols.com/eu

Énergie

Optimisation énergétique des bâtiments : nouvel outil d'aide à la conception

C'est pour mettre à la portée de tous les éléments contraignants de la RT 2012 que Cythelia, bureau d'étude reconnu en matière d'énergie dans le bâtiment, a développé avec Armines dans le cadre d'un projet ANR- Prebat (Paciba) un nouvel outil d'aide à la conception des bâtiments, aujourd'hui concrétisé dans l'outil Abatia dont la commercialisation débute. L'objectif premier de ce développement (présenté sur le Forum 4i) était de cibler les professionnels du bâtiment non thermiciens, notamment les architectes (et en particulier les petits cabinets d'architectes qui n'intègrent pas les compétences en thermique), les professionnels de la construction mais aussi les gestionnaires de patrimoine ou les maîtres d'ouvrage. L'idée était en effet de leur fournir un outil très simple et très intuitif permettant d'appréhender facilement les critères thermiques liés à leurs choix constructifs et cela dès l'esquisse, sans avoir à investir du temps et de l'argent à cette étape. Pour cela, les concepteurs d'Abatia ont choisi de travailler sous l'environnement Sketchup (gratuit), très largement utilisé pour les étapes d'esquisses de projets et très intuitif pour les

non-initiés. Le logiciel Abatia apparaît alors comme un module externe (Plugin), comme une barre supplémentaire du logiciel, totalement intégrée. Il permet, sur l'esquisse dessinée par le cabinet (nouveau bâtiment ou reproduction d'un bâtiment existant), d'associer à chaque élément (parois, fenêtre...) des données sur le système constructif, son orientation (le logiciel prend en compte les ombrages), les matériaux utilisés, les huisseries, (des données techniques disponibles dans une base de données standard qui peut être enrichie par chaque utilisateur). Cette description technique rapide du bâtiment, et des informations sur les postes de consommation (mode de chauffage, d'ECS ou de climatisation) et le profil des habitants (nombre, âge...), suffit ensuite à visualiser les apports et déperditions thermiques, les ponts thermiques, et avoir une idée globale du niveau de performance énergétique du bâtiment (possibilité de couplage aussi au logiciel Archelios de Cythelia d'analyse du gisement solaire et du dimensionnement technico-économique des installations photovoltaïques). Très vite, le concepteur ou le gestionnaire de patrimoine peut évaluer les

alternatives et réduire son empreinte énergétique très tôt en modifiant ses choix (par exemple en modifiant l'emplacement ou la surface d'ouverture, en changeant un matériau...) et en évaluant le coût de chacun des changements. L'outil étant peu cher (800 €) sur une plateforme déjà familière du monde de la construction (Sketchup), il met l'optimisation énergétique à la portée de tous, en évitant les surprises à l'avancée du projet et en devenant un atout commercial. Tous les résultats peuvent ensuite être exportés dans des tableurs ou des rapports, et le projet initial peut être exporté tout entier au sein de logiciels plus pointus de CAO ou d'évaluation thermique pour une analyse plus fine, une fois le projet affiné (Archiwizard notamment, logiciel plus avancé).

A noter que Cythelia débute aujourd'hui la commercialisation de ce nouvel outil (une version d'essai est téléchargeable pour 15 jours) et souhaite renforcer ses moyens financiers pour accompagner l'effort commercial de diffusion du nouveau logiciel et poursuivre les développements techniques.

 **Cythelia**, Xavier Allanic > 07 86 11 91 50

Matériaux

Un composite PP-verre allégé

Les contributions à l'environnement prennent des formes très diverses. Et dans le domaine des matériaux, outre de rechercher l'utilisation de matières renouvelables et biosourcées, l'une d'elles consiste à rechercher les moyens d'alléger les matériaux tout en conservant leurs propriétés de résistance. C'est cette voie qu'a suivie Eco-Technilin, spécialiste de nontissés (notamment à base de fibres naturelles mais aussi de verre), dans le cadre d'un travail de R&D mené dans le cadre du pôle de compétitivité Mov'eo, orienté sur l'automobile et les transports publics. Dans ce secteur industriel, chaque gain de poids se traduit directement sur l'impact en consommation du véhicule et constitue donc aujourd'hui la priorité absolue des constructeurs. Le travail mené par Eco-Technilin a porté sur des nontissés composites verre/polypropylène, matériaux couramment utilisés dans l'automobile pour de nombreuses pièces d'intérieur telles que les plage arrière, les panneaux de portes, les fonds de coffre, les planches de bord, les pavillons. Ces matériaux composés à

50 % de fibres courtes de polypropylène et à 50 % de fibres de verre (de 5 à 10 cm de long) sont thermocompressés pour prendre la forme souhaitée. Le nouveau matériau proposé par Eco-Technilin, baptisé Fibrilite et qui est actuellement en validation chez les clients de l'automobile, met toujours en œuvre ces deux matières mais avec une modification substantielle sur le verre. L'idée a été de remplacer une part des fibres coupées de verre par la mise en œuvre de filaments continus de verre insérés dans le nontissé d'une manière très spécifique. Le concept et le procédé d'insertion font l'objet d'un brevet. Le gain en poids obtenu est conséquent, de l'ordre de 30 % de moins, les filaments permettant de garantir les propriétés mécaniques (notamment de résistance à la déformation sous charge) avec moins de matière première. Même si à l'échelle du véhicule, le gain sur l'ensemble des pièces concernées n'est que de quelques kilogrammes, le gain environnemental est réel, d'autant qu'il s'accompagne d'un bilan matière et énergétique plus favorable

sur le matériau lui-même. A noter que les chercheurs d'Eco-Technilin ont même noté une amélioration de comportement et de résistance du matériau dans des conditions de températures plus difficiles (notamment sous fortes chaleurs, comme on peut en constater lors d'exposition au soleil de plages-arrières).

Les premières pièces étant sorties fin 2011 des chaînes d'Eco-Technilin, les essais pré-industriels de validation sont en cours, notamment avec les équipementiers. L'intérêt du nouveau Fibrilite est qu'il ne modifie pas les habitudes industrielles de production des pièces, ce qui devrait faciliter son adoption par la filière industrielle dans les prochaines années. Ce savoir-faire dans le domaine de l'intégration de filaments continus dans un nontissé pourrait en parallèle chez Eco-Technilin être déployé dans d'autres composites avec des fibres naturelles : les réflexions sont en cours.

 **Eco-Technilin**, Justin Merotte, ingénieur R&D > 02 32 70 42 20

Technologies propres

La technologie BT3 passe en 3D

A l'occasion du Forum 4i, la start-up BT3 Technologie qui maîtrise une technologie propre de greffage (par chromatogénie) conférant des propriétés d'hydrophobie à des matériaux cellulose (cf. GNT n°6), a annoncé une nouvelle évolution technique. L'équipe, conduite par Daniel Samain, a en effet mis au point un procédé d'application nouveau qui permet d'élargir le principe du greffage à des pièces en trois dimensions, alors que jusqu'à présent le savoir-faire était validé uniquement pour des surfaces planes, sur des machines de type « roll to roll ». Cette nouvelle étape, brevetée, marque pour la jeune entreprise des perspectives nouvelles en matière d'industrialisation. Daniel Samain avait en effet envisagé deux voies d'industrialisation, l'une sous forme de cession de licence pour les marchés du traitement des feuilles papier ou carton (pour divers emballages notamment), sans fermer la porte à une stratégie de fabrication de produits finis. La techno-

logie 3D lui offre cette opportunité d'être l'acteur de sa propre technologie avec l'idée de monter rapidement une usine capable de traiter et rendre hydrophobe des produits déjà moulés (cellulose moulée notamment). Plusieurs marchés porteurs ont été identifiés : les solifleurs, les pots horticoles ou encore les barquettes alimentaires. Dans le domaine floral ou horticole, la cellulose hydrophobe trouve en effet tout son sens dans la mesure où le support garde son caractère biodégradable mais apporte dans son usage des atouts techniques, notamment le caractère respirant. Que ce soit en vase ou en pot horticole, cette perméabilité à l'air évite de placer les plantes dans des milieux anaérobies. Pour les pots horticoles, qui peuvent être mis en terre, l'intérêt est aussi que l'eau reste bien au contact des racines et n'entraîne pas les nutriments lors des arrosages. Quant au marché de la barquette alimentaire, il trouve en soit son intérêt par la réduction de l'usage de plastique.

Ce projet de développement industriel implique pour BT3 Technologies de trouver des soutiens financiers pour la construction de la ligne de production. Mais l'entreprise a également besoin d'apports pour accélérer son effort commercial et parvenir à concrétiser des applications pour surfaces planes. Depuis la création de l'entreprise en septembre 2010, BT3 Technologies a multiplié les essais pour des clients potentiels (sur cartons ondulés, bois, couches de protection de plaques de plâtre etc.) sur la machine pilote implantée chez son partenaire technique, le centre technique du papier. « Suite à ces nombreux essais, nous avons la conviction que le marché existe et que la sensibilité du marché est forte pour ce type d'offre », confie Daniel Samain qui espère ainsi passer prochainement l'étape de la première unité industrielle de traitement hydrophobe, en plus de son propre projet pour objets 3D.

📍 BT3 Technologies > 04 58 00 12 73

Brevets

Air

Disposition de décontamination d'un fluide pollué

n° 2965731 - Cnrs rep. par Cabinet Orès - 13 avril 2012

Le procédé repose sur une technologie photocatalytique et est associé à des capteurs permettant d'identifier les composés volatils à détruire et leur concentration.

Élément filtrant et son procédé de fabrication

n° 2965733 - Carl Freudenberg KG rep. par Cabinet Nuss - 13 avril 2012

Procédé de réglage d'un moteur thermique de véhicule hybride en fonction de la consommation en agent réducteur d'oxydes d'azote

n° 2965777 - PSA Peugeot Citroën - 13 avril 2012

Dispositif de réduction des émissions d'oxydes d'azote dans les gaz d'échappement

n° 2965854 - Renault rep. par Cabinet Jolly - 13 avril 2012

Déchets

Installation de broyage et de recyclage de déchets organiques

n° 2965737 - Christophe Zyta rep. par Jurispatent Dijon - 13 avril 2012

Procédé de réalisation d'un revêtement de sol avec relief

n° 2965825 - Richard Corchero rep. par API conseil - 13 avril 2012
Application à la réalisation de dunes à base de fûts recyclés pour aires de jeux ou de détente.

Eaux

Nouveau procédé destiné au traitement et au recyclage des fluides, notamment les eaux usées des stations de lavage des véhicules

n° 2965805 - Mohamed Rhouma - 13 avril 2012
Procédé qui repose sur un concept d'ozonation hybride.

Filtration des eaux usées

n° 2965806 - Serge Bensaid rep. par Cabinet Flechner - 13 avril 2012
Filtration sur pierre ponce avec des traitements préalables des eaux et de la pierre ponce soit avec une base soit avec un acide minéral.

Énergie

Système de récupération d'énergie et procédé de commande d'un tel système pour la récupération d'énergie cinétique d'un véhicule

n° 2965759 - Robert Bosch GmbH rep. par Cabinet Herrburger - 13 avril 2012

Monomère triazine soufré utilisable pour la synthèse d'une membrane polymère pour pile à

combustible

n° 2965808 - Michelin (société de technologie et Michelin Recherche et technique) - 13 avril 2012

Dispositif pour la transformation d'un combustible

n° 2965816 - S3D rep. Brema-Loyer - 13 avril 2012
procédé de pyrolyse cf. article GNT n°63

Dispositif pour étancher à l'air un bâtiment

n° 2965826 - Clément Dubosc - 13 avril 2012

Procédé d'isolation thermique d'un bâtiment par l'extérieur

n° 2965827 & 828 - Isol'ouate rep. par Cabinet Brev&Sud - 13 avril 2012

Poignée de porte à accumulation d'énergie renouvelable

n° 2965838 - SA DT 2000 - 13 avril 2012
Système permettant l'autonomie d'un éclairage de la porte et de la serrure (par LED)

Capteur d'air ambiant et tour hexagonale de protection pour le moteur éolien vertical

n° 2965863 - Georges Rinjonneau - 13 avril 2012
Moulin à vent constitué de piliers formant une tour dotée de persiennes et de capteurs d'air et servant d'ossature pour

le moteur éolien (tenue aux gros vents et régularité de production)

Chimie verte et technologies propres

Procédé de préparation de matériaux monolithiques inorganiques alvéolaires et ses utilisations (chimie, filtration et isolation)

n° 2965807 - Cnrs rep. par Cabinet Sueur et l'Helgoualch - 13 avril 2012

Outre la préparation du matériau, l'invention concerne les différentes utilisations, notamment en chimie séparative et en filtration, la réalisation de réactions chimiques catalysées en phase hétérogène ou comme matériau d'isolation thermique ou phonique.

Matériau thermoplastique biodégradable

n° 2965815 - Antola et Collectors rep. par Cabinet Germain et Maureau - 13 avril 2012

Ce matériau comprend entre 20 et 90% en poids d'au moins un polymère biodégradable et pour le solde, un résidu de l'infusion et/ou de la décoction d'un matériau végétal. De manière préférentielle, ledit résidu est du marc de café ou de l'apothème de thé. L'invention couvre aussi les objets obtenus par l'injection ou l'extrusion sous forme de feuilles de ce matériau.

À retenir

Développement industriel

Total et sa filiale **SunPower** viennent d'annoncer la mise en service d'une **usine de fabrication et d'assemblage de panneaux photovoltaïques** sur le site de De Vernejoul à Porcellette en **Moselle**. Cette unité dispose d'une capacité de production de 44 MWc, soit environ 150 000 panneaux haute-performance. Ceux-ci mettront en œuvre les cellules Maxeon de SunPower qui affichent des rendements supérieurs à 20%.

Le **groupe d'origine espagnole Befesa**, spécialiste du traitement et de la valorisation de résidus industriels, souhaiterait implanter une **unité de lavage d'oxydes de zinc** dans la zone industrielle de **Gravelines** (près de Dunkerque). La communauté urbaine de Dunkerque prévoit un soutien de 250 000 € au titre de l'innovation et de la recherche et le conseil régional doit également soutenir le dossier à même hauteur.

Finances

Le groupe industriel familial **Moulinvest**, engagé dans **l'éco-construction** et **le bois énergie**, s'est engagé dans une opération **d'augmentation de son capital** sur le marché Alternext. Cette opération s'adresse à la fois aux particuliers et aux investisseurs institutionnels et a cours jusqu'au 4 juin. Elle vise à renforcer les moyens de développement du groupe, notamment sur le marché de l'éco-construction bois jusqu'à l'horizon 2015, les prévisions nationales tablent sur 15 % de logements construits en bois en France.

Ressource documentaire

Dans l'optique d'accélérer la **substitution de substances chimiques dangereuses** ou d'améliorer leurs conditions d'utilisation afin de réduire les risques pour la santé et l'environnement, le **portail Subsport** vient d'être mis en ligne et présenté au forum de la chimie d'Helsinki. Gratuit et multilingue, il fournit les **outils et un guide d'évaluation et de gestion de la substitution** de nombreuses substances dangereuses. Il comporte notamment une première version d'une base de données de **retours d'expérience** concrets d'entreprise. Il a été développé avec le soutien du programme européen Life+.

> www.subsport.eu

Récompenses

Dans quelques jours seront remis les **Janus** de

l'industrie 2012, label décerné par **l'Institut français du Design** mettant en valeur des produits pensés dès leur conception pour apporter un bénéfice réel à l'utilisateur. Cette année, les Janus distingueront notamment **Canibal, start-up du secteur des déchets** qui a conçu et développé une machine qui collecte, compacte et trie les déchets boissons de type canettes, bouteilles plastiques et gobelets. Un nouveau prix pour Canibal qui a collectionné les distinctions ces deux dernières années, notamment l'été dernier le prix BFM Académie (cf. GNT n°35), et qui était en phase de levée de fonds ce printemps.

La **2^e édition des Trophées des femmes** qui s'est déroulée cette semaine à Toulouse organisée par notre confrère **Objectif News** avec CIC Sud-Ouest a notamment distingué **Isabelle Rico-Lattes**, directrice de recherche au Cnrs en charge du programme **« Chimie pour le développement durable »**. Elle est notamment à l'origine de l'élaboration de formulations bioactives pour la cosmétique, la dermatologie et l'ophtalmologie, produites sans solvants.

Nominations

Greenwich/Nicolas Clincks, partenaire associé chez Olivier Wyman, vient de rejoindre Greenwich consulting en tant que Partner et prend notamment en charge la création et le **développement du secteur « utilities »** (énergie, services à l'énergie et à l'environnement).

Global Bioénergies/La start-up développant une expertise dans les procédés de bio-production d'oléfinés légères, **intègre** à son équipe de direction **Charles E. Nakamura**, et **Richard E. Bockrath**, deux anciens responsables du groupe DuPont. Charles E. Nakamura est notamment l'un des artisans du développement du procédé de production biologique du 1,3-propanediol. Ils seront respectivement vice-président pour l'ingénierie métabolique et vice-président pour le génie chimique.

Services

Siemens a récemment annoncé le lancement du **« Centre de service Efficacité énergétique »** (CS2E), nouvelle structure dont la vocation est de **promouvoir et de développer l'efficacité énergétique** auprès des industriels. Elle leur donne accès gratuitement à des experts et leur propose les produits, services et les solutions de financement spécifiquement

conçus par Siemens. Plus précisément, les sites industriels peuvent avoir accès soit à une **plateforme téléphonique** animée par des consultants de Siemens avec lesquels un premier diagnostic est établi avec quelques orientations pour aller plus loin, soit à un **site internet pour réaliser un auto-diagnostic** et recevoir un bilan personnalisé avec des propositions. Libre ensuite aux entreprises d'approfondir avec Siemens la démarche. Le CS2E s'adresse principalement aux sites de taille moyenne (jusqu'à 500 personnes environ) qui n'ont pas encore engagé de démarche de maîtrise des coûts énergétiques.

> www.siemens.fr/efficacite-energetique

numéro vert > 0800 716 382

Agenda

Environord

Salon des éco-technologies

12 au 14 juin

Lille — Grand Palais

> www.salon-environord.com

Forum NEED – forum de l'énergie et de l'économie verte

13 septembre 2012 — Bordeaux

Trois axes d'échange dont Need Innovation, permettant de faire le point sur les projets innovants des grands groupes, les start-up, les organismes de recherche et détecter les dernières tendances et partenariats stratégiques possibles.

> www.needforum.eu

Congrès « Natural products and biocontrol »

19 au 21 septembre 2012 — Perpignan

Conférences, séances plénières, présentations scientifiques, rendez-vous B to B.

Organisation IBMA (international biocontrol manufacturers association) avec l'université de Perpignan (et notamment le réseau PO2N) et le pôle Qualimed.

> <http://www.biocontrol2012.com>

Salon de la croissance verte et des éco-industries

La Rochelle — Espace Encan

12 et 13 octobre

> www.salon.croissance.verte.poitou-charentes.fr

Co-Clickquot Éditions

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

Rédactrice en chef :

Cécile Clicquot de Mentque, tél. : 02 35 32 65 39
cecile.clicquot@green-news-techno.net

Service commercial / abonnement :

Thierry Clicquot de Mentque,
tél. : 09 81 08 11 04 / 07 60 47 29 04
thierry.clicquot@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

