



GreenNews Techno

Stratégies & veille technologiques en environnement

Événement

Sommaire :

Événement p.1

- Biocarburants pour l'aviation : des bases pour leur déploiement futur

Acteurs p.2/4

> Start-up

- EasyLi : pour une mise en œuvre pertinente du Lithium-ion

> À suivre...

- Euralis et Cavac
- PhotoPAQ

> Start-up

- Station solaire de recharge de batteries : un modèle pour les pays en développement
- McPhy cible prioritairement la production et le stockage d'hydrogène décentralisé

> Développement industriel

- Premiers projets industriels pour Biomiscanthus France
- AirProducts fait la démonstration d'un cryo-broyage ultrafin

Tendances p.5

> Déchets

- Le TMB suscite toujours le débat

Technologies p.6/7

> Mobilité

- Les avions économes en énergie de Lisa Airplanes bientôt disponibles

> Énergie

- Réfrigération tout CO₂ : une première en France

> Matériaux & recyclage

- La dépolymérisation du PA ouvre la voie aux dalles moquettes 100% fibres recyclées
- Dépolymérisation du PET par voie biologique

> Agronomie

- Des bactéries double-effet dans la défense des plantes

> Brevets p.8

À retenir p.8

Biocarburants pour l'aviation : des bases pour leur déploiement futur

Alors que les annonces se succèdent, marquant le succès technique de tel ou tel vol ayant intégré des nouveaux biocarburants, l'Onera, centre français de recherche aéronautique et spatiale publie le rapport final de l'étude Swafea sur l'utilisation des biocarburants dans l'aéronautique, posant les bases factuelles de leur réel déploiement. L'étude Swafea, c'est un travail mené sur 26 mois par dix huit partenaires européens fédérés par l'Onera dont les premiers éléments avaient été discutés il y a six mois à Toulouse. Le premier point clair est que le transport aérien ne s'affranchira pas d'une substitution de carburants s'il veut réduire ou simplement stabiliser le niveau de ses émissions de gaz à effet de serre, et ce en dépit de nombreux efforts menés sur l'efficacité énergétique des avions. Mieux, cette alternative est d'autant plus crédible que le coût des énergies fossiles augmente et oblige à une diversification des approvisionnements. Cela dit, reste à connaître les conditions dans lesquelles cette transition vers les biocarburants aériens peut s'opérer. Au plan technique, des avancées significatives ont été enregistrées, se traduisant par des expérimentations en vol très médiatiques. Deux types de kérosènes de synthèse ont été successivement agréés par l'ASTM International (organisme de normalisation) : les gaz obtenus par synthèse Fischer-Tropsch en 2009 (notamment à partir de biomasse) et ceux résultant d'un hydrotraitement des huiles végétales ou des graisses animales en 2011. Le bilan environnemental positif a aussi été confirmé. Mais là où le bât blesse est que d'après l'étude Swafea, les sources traditionnelles de biomasse, à savoir celles issues de l'agriculture ou des forêts, ne permettront pas à elles seules de remplir l'objectif de diviser par deux d'ici 2050 les émissions du transport aérien. Face à cet obstacle, deux options complémentaires sont à étudier

dont celle consistant à se fixer des ambitions plus raisonnables. Stabiliser les émissions de l'aviation à leur niveau de 2020 à partir de 2050 serait ainsi, d'après l'étude, plus réaliste et permettrait d'assurer un meilleur équilibre de la répartition de la biomasse à tous les secteurs de l'industrie et pas seulement aux transports. L'autre réponse est de développer de nouvelles sources de biomasse, d'optimiser les processus de transformation ou encore d'inventer de nouvelles technologies. La voie des biocarburants à base d'algues reste ainsi de l'avis des experts une des perspectives les plus prometteuses. Cette double stratégie sera également primordiale pour mettre en place la filière dans des conditions économiques acceptables. Aujourd'hui, s'il fallait répondre aux objectifs de réduction pour 2050, il faudrait construire près de 80 sites de production de biocarburant par hydrotraitement ou 300 sites de sites BTL (biomass to liquid-voie Fischer Tropsch). Les investissements technologiques et financiers seraient ainsi d'une ampleur énorme. Alors même si des engagements financiers majeurs doivent être pris, ces données mettent en évidence que les circuits de production doivent auparavant gagner en efficacité et en rentabilité, mais aussi la nécessité d'accompagner les évolutions techniques de mesures économiques incitatives à toutes les étapes de la filière. Les partenaires de l'étude soulignent ainsi qu'il faudra penser, parallèlement aux efforts technologiques, évaluer sur un projet pilote les questions de gestion d'approvisionnement régulier des aéroports en biocarburants. Ainsi, il semble clair que les biocarburants pour l'aviation seront une vraie opportunité industrielle en Europe, sous réserve cependant de penser leur déploiement de façon structurée sans oublier un maillon de la chaîne.

 > www.swafea.eu



Start-up

EasyLi : pour une mise en œuvre pertinente du Lithium-ion

A regarder le marché des fournisseurs de batteries Lithium-ion aujourd'hui, constitué de grands industriels qui font référence, il est difficile d'imaginer une start-up s'introduire dans ce cercle des fabricants de batteries Li-ion. C'est pourtant l'ambition que nourrit EasyLi, une toute jeune entreprise créée en mai dernier et récemment lauréate du Tremplin Innoveco. Ses fondateurs, tous trois dotés d'une longue expérience dans le secteur des batteries avancées, ont en effet identifié un créneau mal couvert par l'offre du marché sur lequel ils comptent s'engouffrer. En effet, explique François Barsacq, « *l'offre actuelle repose sur des solutions souvent peu optimisées en performances ou en prix pour les applications dans lesquelles les batteries sont mises en œuvre* ». En d'autres termes, c'est l'offre qui impose une technologie et des caractéristiques techniques données aux utilisateurs des produits. Typiquement, un produit qui aurait besoin d'une batterie ayant une durée de vie de 5 ans peut se retrouver « *obligé* » de recourir à une technologie offrant une durabilité de 15 ans, mais aussi deux à trois fois plus chère (et souvent trop chère pour porter le succès du produit). L'idée centrale de EasyLi est donc d'inverser la réflexion et de mettre sur le marché des gammes de batteries répondant point par point à un cahier des charges d'utilisateur : densité, puissance, prix, sécurité, temps de charge, durée de vie etc. Pour cela, EasyLi assemblera intelligemment les composants permettant de répondre aux besoins des applications : l'électrochimie la plus optimale (parmi une sélection de fournisseurs de cellules électrochimiques) mais aussi l'électronique (développée spécifiquement par EasyLi) pour

gérer au mieux la batterie en fonction de ces besoins. Cet aspect de la gestion électronique de la batterie (dit BMS) est essentiel car il apparaît que souvent, même une bonne cellule électrochimique affiche de mauvaises performances quand elle est gérée de façon inadéquate (montée en température non régulée qui endommage la batterie par exemple, ou temps de charge inadéquat en fonction de la durée de vie souhaitée etc.). Cette capacité à s'adapter aux besoins du client final intègre aussi une possibilité de packager le système de batteries dans des géométries particulières voire dans des boîtiers conçus par l'utilisateur final, point important quand la batterie est visible sur le produit final (par exemple avec les vélos électriques). Trouver les meilleurs compromis techniques en fonction des priorités affichées par le développeur d'applications devrait ainsi pérenniser une filière où peu de normes existent (ou sont trop peu contraignantes), évitant les retours massifs de produits non satisfaisants, diminuant les risques techniques (notamment les emballages et incendies) tout en abaissant les coûts à usage identique.

La démarche ressemble à s'y méprendre à la fabrication de batteries sur mesure. Mais en fait, ce n'est pas tout à fait le cas. Pour rendre la démarche viable économiquement et industriellement, EasyLi étudie prioritairement certains secteurs aujourd'hui mal adressés par les systèmes de batteries du marché et sur lesquels la valeur ajoutée de l'entreprise sera importante. C'est le cas des véhicules légers (vélo, scooters, tricycles, petits quadricycles, engins de manutention...) ou de petits systèmes stationnaires locaux (plates-formes

de recharge électriques autonomes, mobilier urbain, stockage pour centrale PV de particuliers autonomes... etc.). « *Nous préparons des concepts technologiques de base qui sont modulaires et adaptables, des sortes de plates-formes de produits dont les cahiers des charges sont proches, qu'on personnalise en fonction du client* », explique en substance François Barsacq. Un peu comme un modèle de voiture dont on aurait choisi nombre d'options répondant au besoin de son utilisateur et qui serait produite à la demande.

L'atout d'EasyLi sera aussi sa souplesse industrielle, qui permettra des délais de livraison courts et un service après-vente dans le temps. Mieux, le concept peut être rapidement mis en place car EasyLi s'est associé à une société française industrielle proche de chez elle pour assurer l'assemblage des systèmes de batteries. Pas de problème donc de montée en puissance pour la start-up qui pourra ainsi produire ces premières batteries dès la fin de l'année. La première gamme sera orientée sur la mobilité légère (et ses déclinaisons), tandis que s'annoncent déjà des produits pour les stations de recharge de véhicules électriques pour lesquels des prototypes sont en phase de construction. Ces niches pourraient ainsi représenter en Europe un marché de 150 M€, de nouvelles applications restant en outre à inventer. Pour couvrir ainsi les besoins associées à la prospection de ce marché et au lancement opérationnel des productions, EasyLi travaille à un renforcement de ces fonds propres pour le premier semestre 2012.

 EasyLi,

> francois.barsacq@easylibatteries.com

À suivre...

Les deux coopératives **Euralis** et **Cavac**, engagées dans la culture du chanvre, testent cette année pour la récolte de chanvre une **nouvelle machine** pensée pour améliorer les rendements et les revenus des agriculteurs. Alors que jusqu'à présent, les exploitants devaient utiliser une machine spécifique au chanvre et ne récoltaient que la paille, la nouvelle machine permet la **collecte en même temps des graines et de la paille** (et de couper celle-ci en brins de 40 cm). Mieux, l'équipement a été conçu pour être ajouté à une moissonneuse-batteuse standard, qui peut donc être utilisée pour d'autres récoltes. Cette amélioration

des rendements de la filière chanvre devrait permettre à la fois d'améliorer les revenus des exploitants mais aussi d'abaisser le coût de ces ressources et donc pérenniser leur développement en Europe. Un premier test a été mené sur 25 ha par Cavac cet été et un autre sera maintenant par Euralis sur 50 ha, pour identifier les points d'amélioration du système avant qu'il soit totalement opérationnel pour les récoltes 2012.

Le **consortium européen PhotoPAQ** coordonné par l'Institut de recherches sur la catalyse et l'environnement de Lyon a testé en

septembre l'effet dépolluant de **ciments photocatalytiques** sur une portion de 100 mètres du tunnel Leopold II de Bruxelles. Cette campagne s'inscrit dans un projet plus global sur la maîtrise des pollutions atmosphériques urbaines financé par le programme Life +. Ces résultats qui seront dévoilés courant 2012 doivent abonder d'autres objectifs du projet, notamment le développement d'une **méthode de test pour la dégradation des NOx**, autres COV et particules et la réalisation d'un outil de **modélisation numérique** pour les collectivités souhaitant mettre en œuvre les matériaux photocatalytiques.

Start-up

Station solaire de recharge de batteries : un modèle pour les pays en développement

Le projet Station Energy qui donnera lieu dans quelques mois à une entreprise et qui a été sélectionné pour le Tremplin PME Innoveco, dit bien son nom. Il consiste à développer un concept de station service de recharge de batteries, mais non pas pour la mobilité décarbonée, mais plus basiquement pour l'accès à l'énergie dans les pays en développement. Là où le réseau électrique ne pourra pas être structuré, Station Energy assurera un service de recharge (solaire, puis éventuellement éolienne) de blocs batteries destinés à alimenter les petits équipements (éclairage, recharge de portables, radios, etc.) et packagés pour permettre un raccordement direct des appareils sans accès à la batterie elle-même. La station solaire

pourrait aussi alimenter un site de services communs (téléphonie, Internet, TV, réfrigération ou production de glace etc.). Deux dimensionnements ont déjà été pensés pour environ 800 hab (soit 3,5 à 4 kW installés en solaire) ou pour le double, la solution technique ayant été conçue avant tout pour être robuste. Enfin au plan économique, Station Energy s'est attaché à offrir cette prestation pour la moitié du budget énergie actuel des populations. Mais l'originalité de l'approche de Station Energy est aussi dans le mode de déploiement de ces stations. Mis à part le cas des premiers projets pilotes qui seront financés directement par Station Energy, le projet consiste à développer un réseau de franchises qui investiront dans la station (Station

Energy les accompagnera dans la recherche d'un financement et leur fournira l'unité et les batteries packagées) et l'exploiteront. Les calculs prévisionnels permettent d'envisager un retour sur investissement dans les trois ans (tout en se payant un salaire et en versant les royalties à Station Energy), la station pouvant dégager à 5 ans une marge importante avec une durée de vie programmée de 20 ans. Pour trouver les bons investisseurs, les promoteurs du projet développent des contacts en Afrique mais également en France auprès des migrants qui souhaitent réinjecter de l'argent dans leur pays d'origine.

📍 **Station Energy**, Alexandre Castel,
> alexandre.castel.fr@gmail.com

McPhy cible prioritairement la production et le stockage d'hydrogène décentralisé

Troisième entreprise sélectionnée par le récent Tremplin PME d'Innoveco, McPhy est une start-up ayant déjà acquis une très bonne visibilité sur le marché du stockage d'énergie, proposant une technologie de stockage de l'hydrogène sous 10 bars en phase solide, en l'occurrence des galettes d'hydrures de magnésium, évitant le stockage sous forme comprimée ou par le froid, deux approches très énergivores. A l'issue des travaux de laboratoire menés au sein du Cnrs, la société a finalisé la mise en œuvre technologique permettant d'atteindre des taux de stockage très intéressants (de 6% en masse) et des modules où sont parfaitement gérés la fluide et la thermique (dégagement de chaleur à l'adsorption et restitution pour la désorption). 2011 a marqué pour McPhy le tournant industriel avec la commande de trois premières unités pouvant stocker chacune 4 kg d'hydrogène pour un distributeur gazier japonais, pour l'Enel (énergéticien italien) et plus récemment cet été pour l'université de Nottingham. Les deux premières unités viennent d'être livrées et la troisième le sera d'ici à novembre ou décembre. Cette taille de module est la première étape pour McPhy qui vise en fait des capacités de stockage beaucoup plus grandes. Pascal Mauberger pense ainsi valider ce passage industriel sur une dizaine d'installations de quelques kg, mais l'ambition est clairement affichée de proposer sur le marché d'ici la fin de l'année un conteneur de quelques dizaines de

kg pour atteindre 100 kg en 2012 et 300 kg en 2013. L'entreprise devrait aussi installer sur son propre site un électrolyseur couplé à deux conteneurs de stockage de 4 kg et 100 kg pour faire la démonstration de la viabilité de la technologie pour ses futurs clients. Cela dit, pour Pascal Mauberger, reste aussi à faire mieux apprécier à ses interlocuteurs les marchés cibles de McPhy. Comme vecteur d'énergie pouvant être produit par électrolyse soit à partir d'énergies renouvelables, soit à partir d'énergie produite en surplus ne pouvant pas être absorbée par le réseau, l'hydrogène et donc ses modes de stockage peuvent apparaître prioritairement comme des moyens de lisser la production d'électricité et la différer dans son utilisation. Certes, cette vision est possible mais elle apparaît aujourd'hui comme l'une des moins mûres à mettre en place pour des applications à grande échelle de type « réseaux intelligents », notamment du fait du retard encore existant pour les piles à combustibles de forte puissance. En outre, produire de l'hydrogène pour refaire ensuite de l'électricité oblige à une double transformation et donc à une perte de rendement important. Le seul cas où cela aurait sans doute le plus de sens à moyen terme est le marché de l'automobile, cette filière pile à combustible n'ayant de sens que si l'hydrogène est bien décarboné et donc produit au plus près des stations de recharge par la voie des énergies renouvelables, à moindre coût énergétique.

Pour McPhy, l'enjeu aujourd'hui est donc bien de mettre en relief auprès des industriels, cette capacité d'usage dispersé de l'hydrogène vert. Cela peut être une opportunité d'injecter de l'hydrogène dans le gaz naturel, mais aussi pour les industriels consommateurs d'améliorer leur bilan environnemental et économique. Actuellement, ceux-ci sont livrés très fréquemment en hydrogène sous forme comprimée, produite dans quelques rares sites en France avec pour conséquence un bilan carbone désastreux ne serait-ce que pour la partie transport et conditionnement sous pression. Une électrolyse sur site industriel (même avec de l'électricité non renouvelable) avec un stockage sous forme solide constitue donc déjà un progrès environnemental majeur. Si ensuite, on ajoute la possibilité de coupler cette production à des sources d'énergies propres, le bilan est sans commune mesure. C'est donc cette voie industrielle qui sera privilégiée dans un premier temps par McPhy dont la solution permet déjà de s'approcher très nettement des prix de revient de l'hydrogène industriel et qui donc devrait d'ici quelques années, permettre de produire et stocker de l'hydrogène à un coût inférieur aux offres traditionnelles du marché. C'est donc une autre manière d'apprécier l'intérêt environnemental du stockage d'électricité sous forme d'hydrogène que propose McPhy.

📞 **McPhy** > 04 76 27 80 17



Développement industriel

Premiers projets industriels pour Biomiscanthus France

Pas facile d'essayer d'imposer sur le marché un nouveau type de bioplastique, éloigné des premières offres du marché. C'est pourtant le pari qu'est en passe de réussir Biomiscanthus France, société créée à l'été 2009 qui entre aujourd'hui dans une phase d'industrialisation. Cette entreprise dispose, rappelons-le, d'un savoir-faire breveté pour produire un bioplastique entièrement cellulosique, à partir principalement de miscanthus (fibres de miscanthus avec un ajout d'apports cellulosiques solides et liquides), donc totalement non-alimentaire. La production de ce bioplastique se réalise par extrusion, avec des équipements classiques du marché, aboutissant à un matériau (pour l'injection) à un coût déjà compétitif avec le PET. Fort de ces atouts, René Marchal, l'inventeur et fondateur de l'entreprise, a réussi à convaincre des partenaires financiers et territoriaux d'investir dans l'étape d'industrialisation. Biomiscanthus France est ainsi en mesure d'annoncer trois projets industriels pour les prochains mois. Le premier sera monté à Mende en Lozère, où l'entreprise va déplacer son siège, supporté par Lozère Développement, accueilli au sein de la pépinière de POLen et aidé financièrement par un prêt de Créalia. Objectif, amorcer l'industrialisation avec une installation d'une tonne/heure (8000 tonnes/an) qui devrait être opérationnelle pour Noël. Après quelques mois d'exploitation, un deuxième site devrait être ouvert en Bretagne. Les investisseurs, notamment Entheos, sont déjà engagés sur un projet de 2 t/h (16000 tonnes/an). Et dans la foulée devrait se mettre en place un troisième projet en Picardie de 2 ou 4t/h (32000 tonnes/an),

selon le même schéma économique que pour tous les sites, à savoir une société d'exploitation portée par des investisseurs avec une participation minoritaire de Biomiscanthus Holding. Le caractère économiquement viable du projet industriel est évidemment un atout pour cette nouvelle filière, en dépit de son caractère très innovant. Outre d'être compétitif en terme de coût et de ne pas mobiliser de ressources alimentaires, le biomiscanthus affiche des caractéristiques techniques auxquelles de nombreux secteurs s'intéressent. Un des points clés soulignés par René Marchal est par exemple la totale compatibilité du matériau avec les filières de recyclage de PET, alors que celles-ci peuvent être pénalisées par des pièces en PLA quand les formulations contiennent des additifs mal identifiés. En outre, le matériau est totalement biodégradable sans pour autant perdre sa tenue mécanique en usage normal. Biomiscanthus France Holding est en mesure de proposer des grades adaptés aux besoins, et notamment gagner en résistance et en tenue en température par une augmentation du nombre de fibres, ou au contraire aller vers des produits quasi-transparents. Les développements techniques se poursuivent pour améliorer les performances du matériau et notamment pour allier ces bonnes performances à une densité réduite. Les orientations de la recherche actuelle permettent d'envisager prochainement un matériau avec une densité de 1,1 permettant d'offrir au marché un granulé léger et résistant. Et à l'avenir, René Marchal entend travailler sur des grades pour les utilisations en thermoformage et en extrusion. En attendant ces évo-

lutions technologiques, Biomiscanthus France s'apprête à répondre à une forte demande de bioplastiques pour l'injection avec des trois premières unités, de très nombreux besoins d'échantillons étant exprimés à l'heure actuelle. A noter que la question de l'approvisionnement en miscanthus ne devrait pas poser de difficultés majeures au déploiement industriel de Biomiscanthus. En effet, pour les unités de Bretagne et de Picardie, il existe déjà des plantations importantes qui trouveront dans cette filière une valorisation à plus forte valeur ajoutée pour leur miscanthus. On estime à 5000 ha la surface déjà plantée en miscanthus en France. La société entend aussi stimuler le développement de nouvelles exploitations, notamment à proximité de ces lieux de production pour réduire au maximum l'impact environnemental. Un premier exemple sera donné en Lozère où de grandes surfaces sont actuellement en jachère et pourraient ainsi trouver une opportunité de reconversion. Une coopérative sera créée à l'initiative de la start-up pour organiser la filière. Celle-ci aura d'ailleurs une double fonction, car outre d'alimenter l'unité d'extrusion de granulés, elle pourra fournir un approvisionnement en biomasse (coupe des parties vertes du miscanthus l'été) pour une unité de méthanisation approvisionnant ainsi le site industriel en énergie propre. Ce sont donc des projets de territoires multifilières qui sont associés ainsi au projet industriel de bioplastiques de Biomiscanthus.

 **Biomiscanthus France Holding,**
René Marchal > 07 70 76 56 76

AirProducts fait la démonstration d'un cryo-broyage ultrafin

Connu depuis des années, le cryobroyage de matériaux consiste à broyer des matériaux refroidis à l'azote liquide, le froid facilitant l'opération en rendant cassant les matériaux. L'approche est par exemple particulièrement utile pour des matières qui ont une certaine élasticité (à l'image des élastomères). Sur ce créneau, la demande industrielle évolue, demandant une granulométrie toujours plus fine, des répartitions granulométriques maîtrisées et des broyeurs à plus haut rendement pour diminuer les coûts. Pour répondre à ces besoins, Air Products s'est doté d'un nouveau centre

d'essais en Allemagne à Bobingen qui permettra par des essais à échelle industrielle de définir les paramètres de cryobroyage les plus adaptés à la problématique de chaque client. Ce centre d'essais a aussi l'intérêt d'être équipé d'une nouvelle génération de cryobroyeurs, le PolarFit, pour un broyage ultra-fin. Le PolarFit produit une poudre homogène très fine (granulométrie comprise entre 45 et 250 microns, voire inférieure à 10 microns) en combinant différentes techniques de broyage telles que l'impact, l'attrition et la collision. Les performances sont notamment inégalées sur les élastomères.

Le choix de la granulométrie peut aussi se faire de façon assez précise en réglant facilement la distance rotor-stator du broyeur et la gestion optimisée de l'azote liquide assure la préservation qualitative du produit en limitant des risques liés à la chaleur dégagée au broyage. Enfin, on insiste chez Air Products sur l'expertise apportée dans le domaine de la classification pneumatique qui sert à classer les matériaux cryo-broyés sans avoir à recourir à un tamisage supplémentaire.

 > www.airproducts.com



Déchets

Le TMB suscite toujours le débat

Depuis des années, les experts des déchets se confrontent sur la question de la pertinence des filières de tri mécano-biologique pour les ordures ménagères résiduelles (OMR). Or de fait, cette filière est en croissance, permettant de répondre à la fois aux objectifs de valorisation des matières organiques et de réduction des déchets envoyés en décharge ou en incinération. Alors que l'Ademe a souvent exprimé au fil des années sa méfiance ou du moins appelé à une grande vigilance autour de ces choix technologiques, c'est au tour du Cercle national du recyclage de publier une étude allant dans le même sens.

Depuis une dizaine d'années, le nombre d'installations de traitement mécano-biologique (TMB) a fortement augmenté en Europe, dopé par les exigences réglementaires européennes et notamment par la directive de 1999 concernant la mise en décharge des déchets. Imposant de réduire la quantité de déchets biodégradables mis en décharge (avec un objectif d'un taux de 35% de matière organique dans les déchets stockés en 2016), elle a stimulé les réflexions sur les solutions techniques complémentaires et donc en particulier les étapes de traitement mécano-biologiques qui permettent d'extraire les matières organiques du reste des ordures ménagères résiduelles pour les valoriser en compostage ou en méthanisation. En France, on compte ainsi 23 installations de TMB pour une capacité de traitement de 1,1 Mt (chiffres 2009) mais selon l'Ademe, 55 sites devraient être créés ou transformés entre 2010 et 2015 (pour un tonnage de 3,1 Mt). En soi, l'orientation pourrait paraître satisfaisante et tout à fait pertinente, notamment du point de vue de la réduction de la mise en décharge et de l'incinération, et des objectifs de valorisation des biomasse. Mais le rapport du Cercle national du recyclage (CNR), tout en notant la pertinence de la réflexion, souligne un point depuis longtemps évoqué par l'Ademe, à savoir le faible taux de composts issus de ces filières conformes à la norme NFU 44-051. Ce qui pousse aujourd'hui le cercle national du recyclage à mettre en garde les collectivités est aussi que cette norme est amenée à se durcir en matière d'exigences de qualité. Parallèlement, les experts du CNR notent qu'un projet de règlement européen, qui devrait voir le jour en octobre 2012, prévoit que seuls les composts issus de collecte sélective de biodéchets et respectant certains critères de qualité, pourraient bénéficier du statut de produit et pourraient ainsi être vendus en tant qu'amendement organique. Ainsi les composts issus de TMB sur ordures résiduelles conserveraient leur statut de déchets, quels que soient les critères de qualité atteints (d'où un exutoire exclusivement dans les plans d'épandage).

En dépit de cette deuxième épée de Damoclès au-dessus du TMB, la question de la qualité du compost doit donc être au minimum étudiée de façon très approfondie, obligeant les collectivités à intégrer la filière TMB dans une gestion globale des ordures ménagères adaptée. Le CNR recommande ainsi que si une filière est mise en place, elle doit être associée à une structuration plus fine des collectes sélectives et des réseaux de déchèteries pour extraire de façon très poussée les déchets nuisibles à la qualité du compost final, déchets de verre par exemple ou produits dangereux polluants les flux. « *Ainsi dans les grosses agglomérations où l'habitat vertical est fortement présent, la mise en place d'un TMB peut être délicate et doit être évité s'il n'est pas possible de faire respecter les consignes de tri* », lit-on dans le rapport.

Certes, certains arguments et recommandations tombent sous le sens et méritent donc d'être pris en considération. Mais les évolutions normatives ne remettront cependant pas en cause nécessairement les filières, dans la mesure où parallèlement l'innovation progresse. Faut-il rappeler que les obligations d'extraire la matière organique, associées notamment à une montée en puissance de la filière méthanisation (et des compétences offertes sur le marché), font naître de nouvelles approches de séparation. Cela a été notamment le cas

chez Pellenc ST qui a présenté à l'occasion du dernier Pollutec (cf. GNT n°13) une nouvelle solution de tri optique (Biosensor) permettant une extraction (donc un tri positif) de la fraction organique. On ne parle ainsi plus simplement d'épurer une fraction fermentescible (en retirant ce qui est valorisable ou gênant) mais bien de sélectionner la matière première pour l'étape suivante. Des opérations en cours comme celle du syndicat intercommunal Organom (cf. GNT n°13) sont aussi représentatives de l'effort fait pour améliorer le rendement des filières de TMB et la qualité des produits en sortie (qualité du compost issu du digestat). Dans ce projet, rappelons-le, la filière standard du TMB est complétée par des phases supplémentaires qui permettent d'aller chercher les derniers pourcentages de matière organique. Même les approches les plus décriées, à savoir celle consistant à composter les OMR en mélange, peuvent montrer qu'elles sont capables de répondre aux objectifs. C'est notamment l'objectif du groupe Pena qui a développé le procédé Arom, présenté il y a quelques mois (cf. GNT n°17). Le groupe Pena a fait la démonstration qu'il était possible de parvenir à un compost bien en-deça de la norme NFU à partir d'OMR en mélange, à condition d'extraire à l'entrée des flux les éléments indésirables pour le compost, mais aussi pour les futurs combustibles de substitution produits à partir de certaines fractions des déchets.

Ces exemples, loin d'être exhaustifs, montrent à quel point il est important de dépasser le discours du pour ou contre le TMB. La vigilance en matière de choix de filières, quelle qu'elle soit, apparaît une règle de base. Alors de fait, les difficultés mises en exergue par le CNR sont réelles et les résultats sur la qualité des composts invitent à se concentrer sur ces sujets. Mais à y regarder correctement, ce sont rarement les technologies qui posent problème mais plutôt leur mise en œuvre par rapport à un contexte donné. Le rapport du CNR met parfaitement le doigt sur ce constat : il n'est par exemple pas nécessairement judicieux d'envisager du TMB si on fait une collecte sélective de biodéchets, car dans ce cas-là, la masse organique extraite rend les OMR bien moins intéressantes pour justifier de valoriser le résiduel organique, du moins par les voies conventionnelles. Cela signifie aussi ne pas considérer la voie du TMB comme une opportunité d'économie dont des économies de TGAP, mais avant tout comme sous une optique environnementale. Car une filière TMB bien gérée fait appel à une succession d'opérations sur des équipements de plus en plus performants, mais qui ont un coût. Au plan économique, on peut aussi rappeler qu'il existe désormais un logiciel, Ecobio, conçu par le Cemagref et Véolia Propreté, qui permet de comparer les différents scénarii de gestion de la filière TMB.

Ce que nous apprend enfin cette réflexion et l'évolution des techniques, c'est que les filières intégrant des étapes de TMB ne doivent sans plus non plus être regardées de façon isolées. Il y a un travail encore à opérer pour que soient pérennisés les débouchés, non seulement les composts organiques (directs ou issus de digestats de méthanisation) mais aussi les combustibles de substitution qui pourraient être produits parallèlement. La viabilité économique tiendra aussi à l'existence de ces débouchés multiples, sous réserve cependant que le statut ou la reconnaissance du combustible de substitution évoluent aussi.


Mobilité

Les avions économes en énergie de Lisa Airplanes bientôt disponibles

Avec un peu de décalage sur ses plans initiaux, dû au contexte économique général, la société Lisa Airplanes vient d'annoncer le lancement commercial de son avion léger biplace, l'Akoya. Mi-2012, les premiers clients devraient être livrés (environ 80 précommandes enregistrées), les derniers tests sur l'avion de pré-série étant engagés dans l'optique d'obtenir l'homologation LSA (Light Sport Aircraft, une catégorie créée aux Etats-Unis et en cours d'adoption en Europe). Cette annonce marque ainsi l'achèvement d'une longue période de développement (8 ans) qui aura permis l'émergence d'un concept original d'avion, alliant des fonctionnalités exceptionnelles (il est capable de se poser sur terre, mer et neige) à des qualités d'efficacité énergétique. En effet, cet avion dispose grâce à son aérodynamisme d'une autonomie de 1100 km avec une consommation d'essence de seulement 70 litres, soit moins de 6,5 litres/100 km, à 210 km/h de vitesse de croisière. Comme l'explique Vanessa Troillard, responsable communication, ce niveau de performance est en moyenne deux fois plus élevé qu'avec des modèles courants de petits avions. Seuls quelques modèles très aérodynamiques

existent, mais dans ces cas-là ne sont pas amphibie. Avec l'Akoya, pour se poser sur mer ou neige, l'avion utilise un concept breveté de Seafoils, des hydrofoils (ailettes) placés sous le fuselage qui permettent d'obtenir la tenue sur eau sans flotteurs (qui alourdissent les avions) ou sans une silhouette en forme de coque de bateau, peu aérodynamique. Lisa Airplanes offre ainsi avec l'Akoya un mode de transport (loisir ou professionnel) satisfaisant le plaisir du pilotage et les exigences d'efficacité énergétique. Cette philosophie prend surtout tout son sens pour l'avenir puisque Lisa Airplanes poursuit son projet de développer une version électrique de l'Akoya. Il s'agit de répondre à des demandes plus écologiques au plan de la motorisation, mais aussi d'obtenir un gain en matière d'acceptation locale du fait de la réduction du bruit obtenu avec les moteurs électriques. Le projet baptisé Hy-bird, au ralenti depuis deux ans, devrait à nouveau mobiliser des ressources importantes au sein de l'entreprise, une fois l'industrialisation de l'Akoya bien lancée. L'idée est de parvenir à proposer au marché un avion léger équipé de cellules photovoltaïques et d'une pile à combustible, capable d'une autonomie

au moins équivalente à celle de l'Akoya et volant à une vitesse de 150 km/h. L'apport photovoltaïque avec des batteries a vocation surtout à fournir la puissance au décollage (et à assurer une réserve de secours), sans avoir à surdimensionner la pile à combustible qui servira au vol de croisière. Les technologies photovoltaïques du marché pourraient déjà répondre aux besoins du projet, l'essentiel du défi technique reposant sur l'intégration d'une PAC. Le partenaire de Lisa Airplanes est Hélion qui a déjà avancé pour compacter et alléger la pile à combustible, mais aussi gérer les problèmes liés aux inclinaisons et aux vibrations. Cette conception originale est en train d'être testée sur bancs d'essais. Ces travaux amont ayant ainsi bien avancés, le projet devrait être ré-acceléré dans l'année qui vient, Lisa Airplanes ayant aussi besoin de construire pour ce projet un autre avion de pré-série. Pour accompagner son passage industriel (une dizaine d'avions en 2012 et entre 50 et 100/an dans les 3 à 5 ans) et relancer les projets futurs, Lisa Airplanes compte réaliser un nouveau tour de table financier.

 **Lisa Airplanes > 04 79 65 75 99**

Énergie

Réfrigération tout CO₂ : une première en France

Depuis quelques mois tourne en France la première unité de réfrigération n'utilisant que du CO₂ comme fluide frigorigène. C'est l'entreprise Leonard Volailles située à Verdun qui a retenu Axima Réfrigération pour cette réalisation novatrice qui permet de s'affranchir totalement des fluides à forts potentiels de réchauffement climatique (le R404a a un potentiel de réchauffement climatique 3800 fois supérieur à celui du CO₂). Pour répondre à ce défi, plusieurs avancées techniques ont été nécessaires. En effet jusqu'à présent, quand on souhaitait utiliser du CO₂ comme fluide, on ne pouvait pas s'affranchir totalement des fluides traditionnels et il fallait donc l'utiliser en combinaison avec un étage de compression fonctionnant avec un fluide traditionnel, notamment pour obtenir les froids négatifs. Deux raisons à cela : on ne disposait pas des moyens de monter très haut en pression pour ce domaine d'application (en l'occurrence, il faut être capable

de monter jusqu'à 130 bars avec le CO₂) et on butait sur le fait que passé 31°C, le CO₂ comprimé ne peut pas se condenser (c'est ce qu'on appelle le CO₂ transcritique). Dans l'installation conçue par Axima, outre de disposer de moyens de compression adéquats, un système de détente en phase gazeuse a donc été développé pour permettre au gaz de revenir dans des conditions physiques autorisant sa condensation puis sa détente supplémentaire en phase liquide, afin que le cycle thermodynamique (évaporation, compression, détente-condensation-détente) puisse s'opérer normalement. L'installation comporte ainsi un étage de compression pour le froid positif (sans problème de condensation pour le CO₂ gazeux) et un étage de compression pour le froid négatif, le tout installé en une seule machine monobloc. Outre l'intérêt de ne plus utiliser de fluides à fort impact climatique, cette technologie affiche plus de compacité grâce aux propriétés

physiques du CO₂. En outre, le rendement est amélioré et permet d'envisager des économies d'énergie évaluées à 10% par rapport à une solution standard, en particulier quand la température ambiante moyenne annuelle (nuit-jour, été-hiver) ne dépasse pas les 13°C, (soit géographiquement toute la zone géographique au nord de Lyon). On note chez Axima Réfrigération que la production en plus grande série des composants nécessaires à ces cycles thermodynamiques un peu spécifiques devrait permettre de réduire le surcoût d'investissement de cette solution et devrait donc favoriser son adoption plus large sur le marché français. Ces questions économiques à l'investissement pourraient aussi être résolues, non seulement par le rendement, mais aussi en exploitant une autre source de profit sur l'unité par récupération et valorisation de la chaleur élevée refoulée.

 **Axima Réfrigération > www.aximaref.com**

Matériaux & recyclage

La dépolymérisation du PA ouvre la voie aux dalles moquettes 100% fibres recyclées

Déjà très engagé depuis des années dans la réduction de l'impact environnemental de son activité, le groupe InterfaceFlor, spécialiste des dalles moquettes pour espace professionnel, passe une nouvelle étape de son programme « Mission zéro » avec la commercialisation du Biosfera.1. Jusqu'ici, le producteur était limité dans ses possibilités d'introduire des fibres recyclées dans ses dalles (à 70%) et cette introduction était circonscrite aux marchés des dalles noires. Avec Biosfera, InterfaceFlor propose une solution avec 100% de fibres recyclées. Ce pas a été franchi grâce à un développement de son partenaire Aquafil qui a mis au point un procédé de dépolymérisation des polyamides. Une unité de recyclage a été construite en Slovénie permettant de produire des fibres recyclées identiques aux fibres vierges ouvrant la voie à l'utilisation de fibres recyclées dans une large gamme de coloris. Cette évolution technologique du recyclage impose cependant de déployer des filières d'approvisionnement de polyamide en fin de vie, notamment en post-consommation et non plus seulement en post-industrie. Aquafil s'intéresse en particulier à un gisement très important et jusqu'ici inexploité pour le recyclage, celui des filets de

pêche. La filière de dépolymérisation fait en effet sauter les contraintes sur la qualité des flux de déchets et élargit le potentiel de valorisation. D'autre part, InterfaceFlor s'engage de son côté dans le recyclage des dalles moquettes en fin de vie pour en extraire les fibres. Le principe du recyclage avait déjà fait l'objet de développements aux Etats-Unis où les dalles ont un substrat en PVC, mais n'avait jamais été mis en œuvre en Europe. C'est chose faite avec un nouveau procédé alliant martèlement, aération et centrifugation qui permet de dissocier les fibres de la sous-couche bitumineuse. Une première unité de recyclage a été montée en Hollande par InterfaceFlor qui dispose ainsi d'une première capacité de traitement de 650 000 m² de dalles moquettes.

A noter que la mise au point du Biosfera s'accompagne d'autres évolutions techniques allant toujours dans le sens de la réduction des impacts environnementaux, notamment par une nouvelle réduction des quantités de fibres utilisées pour la fabrication des dalles, à qualité et fonctionnalité identique. En particulier le mode de tissage en « microtuft » (technique qui permet de serrer très fortement les fibres pour réduire leur quantité)

s'applique pour le Biosfera avec encore moins de matière première (densité de seulement 360 g/m²). Enfin, InterfaceFlor intervient sur les méthodes de pose et souhaite privilégier avec la fourniture des dalles Biosfera une pose avec la technique « Tactile » qui évite l'usage de colles ou de poisses pour l'adhésion au sol. Ici, il s'agit de solidariser les dalles entre elles avec un système auto-collant qui permet d'assembler chaque coin de dalle à la voisine, sans adhérer au sol. La tenue est ainsi assurée à la fois par cet assemblage et le caractère plombant du système. Au lieu de 60 à 110 g de colle nécessaires par m², il n'y a plus que 5 g sur les Tactile, réduisant quasiment à néant les COV émis dans l'air intérieur. Cette solution permet en outre de faciliter le recyclage futur des dalles qui n'entraînent plus dans leur retrait des particules d'agréages, les auto-collants passant eux très bien dans la filière recyclage. C'est donc un ensemble à impact très fortement diminué et très cohérent en matière de cycle de vie qui a été conçu avec Biosfera.

🔗 **InterfaceFlor**, Laure Rondeau-Desroches
>01 58 10 20 26

Dépolymérisation du PET par voie biologique

Le PET est aujourd'hui recyclé par des filières plasturgiques traditionnelles, mais pourrait trouver des valorisations à plus forte valeur ajoutée grâce aux biotechnologies industrielles. Des chercheurs autrichiens du Centre australien des biotechnologies industrielles (ACIB), labellisé Centre de compétences pour les technologies d'excellence, ont en effet annoncé avoir obtenu des résultats très intéressants en dépolymérisation du PET à l'aide

d'enzymes produites par des champignons. En obtenant les monomères de base, on peut alors envisager des débouchés nécessitant les qualités techniques d'une matière vierge. A l'heure actuelle, les souches fongiques capables de sécréter les enzymes actives pour cette fragmentation ont montré leur potentiel mais les chercheurs ont travaillé à modifier génétiquement les champignons pour dynamiser le processus en augmentant la

production d'enzymes. Mais celui-ci prend encore environ 24 heures. L'enjeu est donc de réduire à quelques heures le temps nécessaire à la dépolymérisation, ce sur quoi les chercheurs vont se focaliser dans le cadre d'expérimentations pilotes qui devraient débiter prochainement.

🔗 **ACIB**, section Enzymes et Polymères,
> georg.quebitz@acib.at

Agronomie

Des bactéries double-effet dans la défense des plantes

Il y a quelques semaines, au colloque PR-IR 2011 sur la défense des plantes, des chercheurs de l'université de Neuchâtel ont présenté les résultats de travaux sur l'effet bénéfique de l'inoculation dans le maïs de certaines bactéries du sol sur deux sources de dégâts des plantations. L'objectif premier était de tenter d'améliorer la résistance au maïs à un champignon pathogène, le *Collectotrichum graminicola*, responsable de nombreux ravages sur le continent nord-américain (sur les

céréales maïs aussi sur les espaces enherbés en faisant virer le gazon au brun). L'équipe de Brigitte Mauch-Mani a donc inoculé des bactéries du sol de type pseudomonas, connues pour coloniser les graines et les racines du maïs, sans provoquer de dommage à la plante. La bactérie agit alors comme un vaccin (un éliciteur), freinant la prolifération du champignon pathogène. Il a même été démontré que la plante réagissait de façon systémique aux agressions de ce pathogène, des racines

jusqu'aux feuilles. Cela dit, la surprise est venue d'un autre effet bénéfique de cette inoculation qui a également limité les attaques d'une chenille herbivore. C'est la première fois que ce double effet est mis en évidence sur le maïs et il reste à en comprendre l'origine, notamment en étudiant les mécanismes activés par la plante, comme la production d'hormones ou de métabolites spécifiques.

🔗 **Univ.** de Neuchâtel > www.umine.ch

Brevets

Air

Procédé de gestion d'un catalyseur SCR

n° 2957116 - Robert Bosch GmbH rep. par Cabinet Herrburger 9 sept. 2011

Procédé et dispositif d'évaluation en temps réel de la pollution émise par un moteur à combustion équipant un véhicule automobile et de paiement d'une contribu-

tion sur cette évaluation

n° 2957169 - Valéo Systèmes thermiques - 9 sept. 2011

Énergie

Élément de converture pour édifices avec dispositif intégré de production d'énergie électrique

n° 2957100 - Istituto ricerca per lo sviluppo economico e sociale SRL rep. par Capri - 9 sept. 2011

Système de capteur de chaleur atmosphérique sans vitrage et pompe à chaleur

n° 2957136 - Jacques Bernier 9 sept. 2011

Système de comptage de distribution d'une grandeur mesurable entre une borne et un véhicule

n° 2957151 - Modulowatt Ingenierie rep. par Brevalex - 9 sept. 2011

Mesure / analyse

Procédé et appareil de détection en continu et en temps sensiblement réel de traces de microbes (bactéries, virus) ou substances dangereuses ou illécites (explosifs, drogues) dans une atmosphère

n° 2957150 - Nosoco Tech rep. par Cabinet Richebourg - 9 sept. 2011

À retenir

Nouvelle structure

Paris Incubateurs ouvre d'ici la fin de l'année un nouvelle structure totalement consacrée aux start-up éco-innovantes. **Paris Incubateurs Cleantech** disposera de **2700 m²** sur le centre de Paris Région Innovation Nord Express (dans le 18^e) pour accompagner des **entreprises de moins de 4 ans** développant un produit ou service visant à réduire l'impact écologique d'une activité ou optimisant l'utilisation de ressources naturelles. Tous les secteurs de l'environnement sont concernés : eau, air, déchets, énergie ou efficacité énergétique, mobilité douce, matériaux, TIC etc. La nouvelle structure lance un appel à candidatures pour les sociétés répondant à ces critères.

Date limite de **dépôt des dossiers : 15 octobre.**

📧 > www.parisincubateurs.com

📧 > cleantech@parisincubateurs.com

☎ > 01 83 64 43 93

Un groupe d'industriels et **d'acteurs majeurs du secteur de l'énergie** en Europe (distributeurs, constructeurs, structures académiques) parmi lesquels EDF, GDF Suez ou SAFT viennent de signer l'acte de fondation de **l'association européenne pour le stockage de l'énergie (EASE)**. L'objectif est de promouvoir les fonctions du stockage dans l'optique d'une transition des systèmes énergétiques vers des modes de gestion plus durables. L'association est basée à Bruxelles et son secrétaire général est Patrick Clerens.

☎ > 00 32 2 743 29 82

📧 > info@ease-storage.eu

Partenariat

Le groupe **Windeo Green futur** qui propose un ensemble de solutions environnementales pour l'habitat, de production d'énergie verte (petit éolien, photovoltaïque) ou de préservation des

ressources (isolation naturelle, récupération d'eau de pluie, pompes à chaleur...) vient d'annoncer son **partenariat avec Transénergie** pour développer des **formations** spécifiques à ces 5 domaines d'activité pour les **franchisés** de son réseau, qui se met en place depuis mai dernier.

📧 > www.windeo-planet.com

📧 > www.greenfutur.com

Distinction

Demeter Partners a obtenu le **prix Cleantech Investor of the Year** aux Investor Allstars Awards organisés par la banque d'investissement technologique GP Bullhound et Vitesse Media. Ce prix distingue l'excellence professionnelle et est ouvert à toutes les sociétés de capital-risque et aux entreprises Corporate Venture qui réalisent des investissements dans des sociétés à forte croissance dans les Cleantech. Rappelons que Demeter Partners, créée en 2005, gère **deux fonds de capital investissement totalisant 310 M€**, dédiés à des PME des secteurs des éco-industries (eau, déchets, air, sols...) et éco-énergies (énergies renouvelables, efficacité énergétique, bâtiments verts, transport propre...) situées principalement en France, en Allemagne et en Espagne.

Résultats

Sur un marché du **bâtiment morose, qui a quasiment stagné en 2011**, le producteur de rupteurs thermiques Schöck tire son épingle du jeu et annonce même une **croissance de 70 %** de son activité. L'entreprise devrait atteindre un linéaire vendu de 110 km, contre 70 km en 2010. Cette croissance est principalement tirée par les bailleurs sociaux qui semblent avoir pris conscience de l'intérêt non seulement d'être conformes à la RT 2012, mais également d'apporter plus de pérennité au bâtiment en limitant

les condensations et les risques de moisissures, allergies et microfissures associés, coûteux à l'exploitation. Avec la mise en application de la RT 2012, ce marché devrait continuer de croître puisque les ponts thermiques sont directement comptabilisés et doivent être limités.

Appel à contributions / Appel à projets

Suite à la publication ces jours-ci de deux **rapports relatifs au bisphénol A**, l'un sur les risques sanitaires, l'autre sur les usages, l'Anses considère qu'il y a désormais suffisamment d'éléments scientifiques pour juger prioritaire la prévention des expositions au bisphénol A des populations les plus sensibles. Cet objectif passe notamment par la substitution de la molécule dans les matériaux au contact des denrées alimentaires qui constituent la source principale d'exposition des populations. Dans ce cadre, **l'Agence** soumet à consultation le résultat de ses travaux et **lance un appel à contributions** afin de recueillir rapidement, d'ici fin novembre, toute donnée scientifique concernant les **potentiels produits de substitution** disponibles et les données relatives à leur innocuité et leur efficacité.

Alors que le 10^e appel à projets de l'initiative technologique **(JTI) Clean Sky** sur les avions plus propres et moins bruyants se clôture le 12 octobre, la JTI communique déjà ses **prochaines échéances** pour les appels à projets : Les trois prochains appels se clôtureront les 10 janvier, 26 avril et 12 juillet 2012.

📧 > www.cleansky.eu

Co- Clicquot 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 Capot 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

