

PROGRAMME "GREENOMAT"

DÉCLARATIONS D'INTENTION

Janvier 2011

La DGO6 décline toute responsabilité pour tout dommage lié à l'utilisation des informations se trouvant dans le présent document. Ces dernières sont seulement fournies à des fins d'information générale. Le texte peut contenir des imprécisions ou des erreurs typographiques. Les éventuelles références à tous produits, procédés, services commerciaux, marques, fabricants ou autres ne constituent pas et n'impliquent pas leur adoption, leur promotion ou leur préférence par la DGO6.

Les points de vue et les opinions des auteurs exprimés dans ce document ne sont pas ou ne reflètent pas nécessairement ceux de la DGO6. La présence de liens (URL) n'implique pas l'approbation par la DGO6 des sites web y associés, ni des informations, produits ou services qui y sont contenus. La DGO6 n'exerce pas de contrôle éditorial sur l'information que vous pourrez y trouver. Veuillez nous signaler tout lien que vous trouveriez inapproprié.

Acronyme :	ABRAWAL
Titre :	Développement d'un outil fiable de modélisation du comportement des matériaux abrasables
Durée :	42 mois
Promoteur :	Jean-Philippe Ponthot, Université de Liège
Coord. scient. :	Jean-Philippe Ponthot (04 366 93 10)
Partenaire n°1 :	Jean-Philippe PONTHOT LTAS-MN2L Université de Liège
Partenaire n°2 :	Thomas PARDOEN IMMC Université Catholique de Louvain
Partenaire n°3 :	Christian BAILLY IMCN Université Catholique de Louvain
Parrain n°1 :	TECHSPACE AERO Damien VERHELST
Parrain n°2 :	GD-TECH Guy JANSSEN

Résumé

Dans le contexte de développement durable, les fabricants de moteurs d'avions essaient d'améliorer les performances énergétiques des turboréacteurs afin de limiter au maximum les nuisances liées à l'utilisation des avions. Ces nuisances se déclinent non seulement en termes de pollution acoustique mais aussi au niveau d'émissions de gaz tels que le CO₂ et le NO_x résultant des phénomènes de combustion. Ainsi, en ce qui concerne les moteurs d'avion, l'ACARE (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe) a défini, à l'horizon 2020 (avec pour référence l'année 1995) des objectifs de réduction de 10 dB au niveau des émissions acoustiques, de 20% dans les émissions de CO₂ par kilomètre-passager, et de 80% dans les émissions de NO_x, deux gaz qui contribuent au réchauffement climatique.

Dans ce contexte, les motoristes ont proposé plusieurs solutions technologiques qui visent à améliorer le rendement global du moteur. Dans cette optique, une des principales solutions est de "fermer les jeux" des compresseurs, c.à.d. de réduire la distance entre les têtes d'aubes qui sont en rotation et le carter fixe qui les entoure. Il en résulte ipso facto un meilleur rendement thermodynamique du moteur et tous les constructeurs se sont engagés dans la course à cette minimisation des jeux. Cependant, si conceptuellement la solution est efficace, elle ne va pas sans présenter certains inconvénients. En effet, si les jeux sont "trop fermés", il se peut que, lors de manoeuvres brusques ou de rafales de vent violentes, suite à la flexibilité mécanique du système, des aubes en rotation entrent en contact avec le carter. Afin d'éviter un contact trop brutal, les constructeurs déposent, sur le périmètre intérieur du carter, une fine couche de matériau abrasable qui n'a aucun effet en conditions nominales mais qui, comme son nom l'indique, peut s'abradar lors d'un contact mécanique, atténuant par là la violence du choc. Si la solution semble séduisante, en pratique, elle peut conduire à un

comportement vibratoire intempestif des aubes pouvant mener à leur ruine par fatigue et une usure prononcée de cet abrasable, qui à son tour mène à une chute de rendement thermodynamique, soit le phénomène inverse de celui recherché ! Comme actuellement les constructeurs maîtrisent encore mal ce phénomène ils "ouvrent les jeux" et limitent ainsi l'optimisation aérodynamique des aubages. D'un point de vue économique et écologique, le motoriste qui sera capable de comprendre et maîtriser le phénomène d'un point de vue technologique acquerra de la sorte un avantage concurrentiel évident. D'après les motoristes, une meilleure maîtrise de ces jeux radiaux sur les compresseurs pourrait apporter une réduction de 4% de consommation, d'émission de CO₂ et NO_x.

Le but du présent projet est d'acquérir les connaissances liées au comportement des matériaux abrasables et qui permettront aux partenaires industriels de ce projet, de maîtriser le phénomène en vue d'améliorer les performances des moteurs. Pour ce faire, l'objectif sera de développer un outil fiable de simulation numérique du comportement de l'abrasable. Un important effort de recherche sera consacré au développement et à la validation d'un modèle constitutif capable de reproduire fidèlement le comportement d'un abrasable lorsqu'il est impacté par une tête d'aube. Ce modèle sera élaboré par l'UCL sur base de caractérisations expérimentales impliquant des essais mécaniques. Cette compréhension permettra non seulement d'élaborer le modèle constitutif mais également de formuler des pistes pour l'amélioration du matériau. Un banc d'essai idéalisé sera également mis en place afin de valider les hypothèses et de tester le modèle. Ce modèle sera implémenté dans le logiciel METAFOR développé à l'ULG. Une fois validé, il permettra aux industriels concernés de réaliser des simulations virtuelles du comportement des abrasables et les aidera ainsi à acquérir une meilleure maîtrise technologique du domaine.

Acronyme :	ACTIVsoft
Titre :	Développement d'un logiciel de choix assisté par ordinateur pour les bétons durables à critères esthétiques imposés
Durée :	36 mois
Promoteur :	Luc COURARD, Université de Liège
Coord. scient. :	Luc COURARD (04/366.93.50)
Partenaire n°1 :	Anne-Sophie NYSSSEN Sciences cognitives Université de Liège
Partenaire n°2 :	Fabrice de Barquin CSTC
Partenaire n°3 :	Eric PIRARD Geo Imaging Université de Liège
Partenaire n°4 :	Benoît DARDENNE Psychologie sociale Université de Liège
Parrain n°1 :	HELIUM 3 Bureau d'architecture André LECOMTE

Résumé

En dehors des performances mécaniques, l'aspect revêt un caractère prioritaire dans le cadre du choix et de l'acceptation des éléments en bétons décoratifs. Comme tous les matériaux manufacturés, les bétons décoratifs peuvent présenter de légères variations d'aspect. Ces différences peuvent être considérées comme négligeables d'un point de vue purement technique, à condition d'être légères, mais des écarts trop sensibles entre éléments et/ou une répartition inadéquate des différences, peuvent influencer de manière défavorable l'esthétique d'un ouvrage. Des recherches antérieures ont permis, dans une certaine mesure, le développement d'outils de mesure et d'analyse de la surface des bétons décoratifs.

Le caractère durable des matériaux constitue d'autre part un critère de choix de plus en plus important pour les utilisateurs : énergie grise du matériau, impact du transport et de la maintenance, recyclabilité, ... Les recherches que nous avons menées ont permis de développer des compositions de bétons "verts", au travers de l'emploi de produits comme les laitiers de haut-fourneau, les cendres volantes, les fillers calcaires, ... Ces nouveaux bétons peuvent néanmoins offrir une variabilité d'aspect supplémentaire, souvent en relation avec la nature, l'origine ou la concentration en sous-produit industriel.

La recherche vise à déterminer dans quelle mesure l'utilisateur prend en compte les critères esthétiques et les critères environnementaux, liés à l'utilisation de tel type de béton. C'est dans ce cadre que nous souhaitons développer un logiciel d'aide à la décision permettant, à terme, la planification d'un ensemble architectonique.

Un relevé, le plus exhaustif possible des types de parements en béton sera établi. Chaque type de parement fera l'objet d'un descriptif définissant les matériaux employés, les paramètres de mise en oeuvre et les éventuels as-

pects pathologiques de surface (bulles, texture, variation de teinte, ...). Une série d'échantillons seront également fabriqués en laboratoire.

Nous envisageons de développer un environnement de simulation pour créer les conditions d'une évaluation esthétique et écologique. Nous examinerons s'il existe des différences quant aux perceptions subjectives de l'esthétique des surfaces en béton en fonction du type de population concernée. En effet, on peut s'attendre que la perception subjective de l'esthétique du béton varie en fonction de l'âge, du sexe, mais également en fonction de l'expertise des personnes interrogées (architecte, maître d'ouvrage vs personne tout venant). Nous postulons également que l'évaluation esthétique dépende de l'utilité ou de la fonction du béton et du contexte dans lequel les surfaces de béton se trouvent. Notre objectif est de développer des scénarii différents croisant ces variables et d'analyser leur impact sur l'évaluation esthétique. En outre, nous souhaitons intégrer une dimension prospective et étudier la perception du "devenir esthétique" du béton.

L'acquisition des images des surfaces en béton dans des conditions contrôlées fournira un ensemble de données permettant, par simulation logicielle, d'autres conditions d'éclairage et/ou d'autres textures, d'obtenir un ensemble plus vaste d'images virtuelles pouvant servir à la qualification esthétique des surfaces et, finalement, au choix le plus réaliste par l'observateur. En fonction du bâtiment, de son architecture, la simulation logicielle permettra la répartition des éléments produits et ainsi la planification d'un ensemble architectonique, en évitant des contrastes non acceptables.

Ce projet, au travers de l'étude menée et du logiciel développé, vise clairement à réconcilier les aspects sociétaux et environnementaux du développement durable, dans le domaine des éléments architecturaux en béton.

Acronyme :	ALGHYMAT
Titre :	Mise au point d'un senseur de biohydrogène pour la détection et l'analyse de la surproduction d'hydrogène chez les microalgues
Durée :	48 mois
Promoteur :	Rudi CLOOTS, Université de Liège
Coord. scient. :	Rudi CLOOTS (04-3663436)
Partenaire n°1 :	Claire REMACLE, Génétique des micro-organismes, Université de LIEGE
Partenaire n°2 :	Spiros AGATHOS, Unité de Génie Biologique, Université Catholique de LOUVAIN
Parrain n°1 :	AGC, Vincent LIEFFRIG
Parrain n°2 :	GREEN PROPULSION, Yves TOUSSAINT ?

Résumé

Avec l'épuisement des énergies fossiles, la recherche de sources d'énergie verte est une priorité. L'hydrogène produit par certaines microalgues pourrait représenter une source d'énergie propre et renouvelable et en outre diminuer l'effet de serre, à condition que les rendements actuels soient améliorés de 5 à 10 fois. En effet, la production d'hydrogène est liée à la présence d'hydrogénases qui n'utilisent qu'une partie du flux d'électrons photosynthétiques et ne fonctionnent qu'en absence d'O₂. En vue d'une utilisation industrielle du biohydrogène, il est donc nécessaire d'identifier des souches algales plus performantes et de mieux comprendre et contrôler la production d'hydrogène. Pour réaliser ces 2 points, le développement de senseurs performants d'hydrogène est requis. Le projet se propose (1) de réaliser des multisenseurs à hydrogène basés sur la technologie des électrochromes, (2) d'utiliser ces multisenseurs pour le criblage de microalgues surproductrices d'hydrogène et le contrôle de leur croissance en photobioréacteurs. Les multisenseurs seront mis au point dans le laboratoire du Prof R. Cloots (Greenomat) de l'ULg. Les matériaux envisagés seront de l'oxyde de tungstène déposé par voie sol-gel sur des substrats en verre. Le but est d'obtenir des multisenseurs très sensibles capables de quantifier des quantités infimes d'hydrogène (de l'ordre de la nmole). Ces multisenseurs pourront faire l'objet d'une commercialisation sous forme de kits de façon à évaluer les performances de différentes microalgues. Ce kit sera mis au point sur des algues eukaryotes de l'espèce *Chlamydomonas* mais sera étendu à d'autres espèces de microalgues ou des microorganismes prokaryotes. De plus, ce type de senseur pourra être adapté à un photobioréacteur et permettra de mesurer à la fois la cinétique de production d'hydrogène mais également le dégagement d'autres gaz issus du processus de fermentation algale (par exemple NH₃, CH₄) et le pH. L'isolement d'algues surproductrices d'hydrogène sera réalisé dans le laboratoire du Prof. C. Remacle

(Génétique des microorganismes) de l'ULg. Pour ce faire, une mutagenèse aléatoire sera réalisée sur la microalgue *Chlamydomonas* et les mutants seront criblés pour la surproduction d'hydrogène à l'aide du multisenseur mis au point dans le laboratoire du Prof R. Cloots. Jusqu'à présent, le seul crible établi permet de mettre en évidence des teneurs plus faibles en hydrogène par technique chromogénique sur films. Ces films sont difficiles à fabriquer, très onéreux et ne permettent d'analyser qu'un nombre limité de clones (environ 5000) pour en définitive isoler des souches non intéressantes d'un point de vue industriel puisque sous-productrices d'hydrogène. Grâce au multisenseur, le laboratoire compte tester environ 20000 clones pour la surproduction d'hydrogène, c'est-à-dire un nombre qui permet statistiquement de toucher l'ensemble des gènes impliqués dans la surproduction d'hydrogène. Les souches les plus performantes seront analysées moléculairement en vue d'identifier les gènes responsables de la surproduction. Ces souches peuvent par exemple présenter un flux d'électrons photosynthétique plus efficacement canalisé vers l'hydrogénase ou tomber plus facilement anaérobies. Par ailleurs, le multisenseur sera testé pour la production d'autres microorganismes qui seront mis en culture dans le laboratoire. Le laboratoire du Prof S. Agathos (Unité de Génie Biologique) de l'UCL possède une très longue expérience dans le design et la construction des bioréacteurs. Il se chargera de la construction du photobioréacteur utilisé pour la croissance des microalgues surproductrices d'hydrogène isolées par la laboratoire de C. Remacle. Le photobioréacteur sera couplé au senseur d'hydrogène mis au point par le laboratoire du Prof R. Cloots et permettra le contrôle fin de la croissance algale, ce qui contribuera à déterminer les conditions optimales de croissance et les rendements de production.

Acronyme :	ARBRE
Titre :	Adhésifs et Revêtements Biomimétiques Respectueux de l'Environnement
Durée :	24 mois
Promoteur :	Patrick Flammang, Université de Mons
Coord. scient. :	Patrick Flammang (065/37.34.39)
Partenaire n°1 :	Prof. Joseph MARTIAL Laboratoire de Biologie moléculaire et de Génie génétique Université de Liège
Parrain n°1 :	Arcelor Mittal

Résumé

Une des facettes du biomimétisme est le développement de nouveaux matériaux inspirés par certains systèmes biologiques. A ce jour, les études visant à imiter les biomatériaux ont principalement porté sur les fibres (e.g., les soies d'araignées) et les céramiques (e.g., la biosilice des diatomées), mais les adhésifs d'origine biologique occupent également une place importante parmi les biomatériaux d'intérêt. Les progrès scientifiques qui ont été accomplis ces dernières années dans le domaine des colles de synthèse sont considérables et toujours en expansion. Nous utilisons en effet quotidiennement nombre d'objets dont la fabrication fait de plus en plus intervenir des adhésifs. Cependant, la plupart des adhésifs utilisés actuellement sont des polymères chimiques dérivés du pétrole, une ressource clairement non renouvelable. En revanche, les bioadhésifs élaborés par certains animaux sont de nature protéique et peuvent être produits par voie biotechnologique (génie génétique). De plus, de tels adhésifs ne renferment pas de composés toxiques ou de composés organiques volatiles (VOCs) et sont donc plus sains tant en production qu'en utilisation, ou après mise en décharge.

L'environnement marin est un milieu privilégié pour la recherche et l'étude des bioadhésifs. En effet, face aux courants marins et aux vagues, de nombreux animaux, comme des mollusques, des vers ou des étoiles de mer, sécrètent des adhésifs protéiques qui leur permettent de se fixer aux rochers et autres substrats sous-marins. Tous ces adhésifs fonctionnent en conditions de mise en oeuvre difficiles (i.e., dans l'eau ou dans un environnement hu-

mide) et sur de nombreux types de supports (surfaces rugueuses ou sales). Cependant, leur composition et leurs propriétés sont variées et dépendent du type d'animal considéré, de son mode de vie et de son environnement. Cette diversité devrait permettre une certaine flexibilité en terme d'applications pour des adhésifs biomimétiques.

Le projet de recherche proposé est pluridisciplinaire et s'inscrit dans une optique clairement biomimétique. L'objectif poursuivi est de produire, à partir de quelques bioadhésifs d'origine marine, des protéines biomimétiques recombinantes et d'en confronter les propriétés avec des besoins technologiques existants en terme d'adhésifs ou de coatings. Les protéines adhésives marines s'adsorbent en effet fortement sur les surfaces, immergées ou non, et peuvent y former des revêtements (coatings) durables. Elles peuvent de plus apporter d'autres fonctionnalités comme un effet anti-corrosion et sont donc tout à fait indiquées pour des applications sur des surfaces métalliques. Concrètement, le projet s'appuie principalement sur une collaboration préexistante entre le Laboratoire de Biologie marine de l'UMONS et le Laboratoire de Biologie moléculaire et de Génie génétique de l'ULg sur la production de protéines recombinantes inspirées de protéines adhésives marines. Les propriétés physico-chimiques des adhésifs et/ou coatings ainsi produits seront analysées par d'autres partenaires à définir.

Acronyme :	ASoHeCo
Titre :	Fabrication de matériaux de construction à partir d'agromatériaux utilisés dans la décontamination des sols pollués
Durée :	36 mois
Promoteur :	Luc COURARD, Université de Liège
Coord. scient. :	Luc COURARD (04/366.93.50)
Partenaire n°1 :	Marie-France DESTAIN Département des Sciences et Technologies de l'Environnement ULg - AgroBioTech
Partenaire n°2 :	Dominique LISON LTAP Université Catholique de Louvain
Partenaire n°3 :	Jean-Pierre GOFFART Centre wallon de Recherches Agronomiques - CRA-W Département Productions et Filières - Unité Stratégies Phytotechniques
Partenaire n°4 :	Serge Brouyère Dpt ArGEnCo - GEO3 Hydrogéologie Université de Liège
Parrain n°1 :	PREFER Gilbert HANSOUL

Résumé

Etant donné leur origine naturelle, les agromatériaux possèdent des propriétés variables, qui dépendent de la plante considérée, des variétés, des conditions environnementales (sol, climat) et des pratiques agricoles. Le premier objectif sera de sélectionner une plante capable de croître dans un environnement pollué et de capturer tout ou partie des composants enfouis dans le sol et nuisibles pour une utilisation normale du sol. Pour la plante considérée dans le cadre du projet (ex. miscanthus), les variétés les plus adaptées aux sites d'étude seront sélectionnées, les paramètres climatiques seront mesurés et différentes pratiques agricoles seront testées. La quantité de matière sèche produite sera évaluée et un bilan des intrants (engrais, produits phytosanitaires) et du CO₂ sera établi.

La capacité des végétaux à épurer le sol et à exporter des métaux lourds sera analysée, en prenant en compte les facteurs qui l'influencent comme l'évolution de la teneur en eau du sol, la présence de microorganismes, ... Un bilan de l'efficacité de la phytoextraction sera réalisé, à partir de la mesure de la concentration en polluants dans les parties aériennes et racinaires et de l'analyse d'échantillons de sol prélevés avant et après la culture.

Le second objectif réside en la valorisation de ces agromatériaux dans le domaine de la construction. Pour obtenir des bétons de qualité constante, les caractéristiques physiques des éléments végétaux (brins issus de la partie aérienne) seront mesurées sur les produits issus des différentes modalités agronomiques. Ces caractéristiques (morphologie, granulométrie, porosité, élasticité, rugosité de surface, ...) devront prendre en compte la facilité de mise en oeuvre des fibres dans le béton, la capacité qu'elles ont de conférer aux bétons les propriétés souhaitées (ex. pouvoir isolant élevé, perméabilité à la vapeur, etc.).

Une attention particulière sera portée aux mécanismes physico-chimique de liaison entre le liant et le matériau fibreux : les propriétés des fibres, après traitement et avant mélange avec un liant à base cimentaire, seront

déterminées. Divers types de matériaux de construction seront envisagés (blocs, panneaux, ...) en fonction de la nature des agromatériaux et des caractéristiques des fibres. Une étude toxicologique exhaustive sera réalisée afin d'examiner la biodisponibilité des contaminants éventuellement fixés dans la partie aérienne de la plante, ainsi que la durabilité du caractère "encapsulant" du liant. Des analyses seront également menées afin de caractériser les propriétés physiques, mécaniques et chimiques du produit obtenu, en vue d'une utilisation dans le domaine de la construction. Des scénarios d'exposition humaine seront envisagés afin de déterminer les différents types de construction envisageables ou pas en fonction des risques sanitaires éventuels (p. ex. travaux publics, industriel, récréation, habitat).

Dans le cadre de l'amélioration du bilan environnemental global des constructions, nous allons nous préoccuper de :

- * l'origine des matériaux en utilisant des matériaux bio-sourcés,
- * la production des matériaux en visant des processus qui permettent de réduire les dépenses et pertes d'énergie, tout en assurant un traitement de sols pollués,
- * la durabilité des produits mis au point,
- * l'absence d'impact sur la santé humaine et la garantie du confort dans les habitations,
- * la possibilité de recyclage en fin de vie.

Le produit développé devrait permettre de rencontrer les différents objectifs définis.

Le produit final sera un matériau résistant et isolant, utilisable dans la construction sous forme de bloc ou de matériau de remplissage, mis en oeuvre en usine ou sur chantier.

Acronyme :	BEFLEX
Titre :	Optimisation du couple matrice cimentaire / fibre de bétons fibrés à ultra haute performance en vue d'applications structurales en flexion.
Durée :	48 mois
Promoteur :	Stéphanie Staquet, Université Libre de Bruxelles
Coord. scient. :	Stéphanie Staquet (02/6502758)
Partenaire n°1 :	Marie-Paule Delplancke, Service Matières et Matériaux, Université Libre de Bruxelles (ULB)
Partenaire n°2 :	Benoît Parmentier, Division Structures, Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC)
Partenaire n°3 :	Issam Doghri, Institute of Mechanics, Materials and Civil Engineering (IMMC), Université Catholique de Louvain (UCL)
Parrain n°1 :	Ronveaux, Jean-Baptiste Lansival
Parrain n°2 :	Bureau Greisch, V. de Ville de Goyet.

Résumé

Les bétons fibrés à ultra haute performance (BFUHP) présentent d'excellentes caractéristiques mécaniques. Ce nouveau type de béton composite offre bien plus de potentiels que l'exploitation de l'ultra haute résistance en compression. Au même titre que leur durée de vie, sans commune mesure avec celle des bétons ordinaires obtenue par une matrice cimentaire beaucoup plus compacte, l'utilisation de fibres permet d'apporter une ductilité au matériau, une résistance à la fissuration et la stabilité dimensionnelle. Il est ainsi possible de concevoir des structures de type poutres où les étriers sont substitués par des fibres pour reprendre les efforts de cisaillement ce qui permet de simplifier considérablement la réalisation en usine et sur chantier. L'exploitation des caractéristiques mécaniques permet un gain de matière non négligeable, en termes de gain direct de matières premières et de poids des éléments et donc, en termes de transport et de réduction de la pollution qui en découle. Si les BFUHP sont déjà étudiés pour des applications en compression, il existe très peu de données pour évaluer leurs performances à long terme en traction et en flexion.

Pour exploiter complètement les BFUHP, le comportement à la traction doit être pris en compte dans le dimensionnement, ce qui signifie que les modèles de calculs de structures pour les éléments en béton ordinaire ou à hautes performances ne peuvent pas être appliqués directement. Le comportement de ces matériaux en traction à long terme est très peu connu et étudié, or c'est dans ce domaine que les caractéristiques mécaniques exceptionnelles de ces bétons peuvent être exploitées dans des applications structurales.

Le projet proposé ici combine une approche expérimentale et une approche de modélisation de ces matériaux. Il fait appel à deux échelles d'investigation pour comprendre les phénomènes physiques qui président au fonctionnement mécanique du BFUHP et l'optimiser : les essais mécaniques à l'échelle d'éprouvettes de laboratoire et des caractérisations mécaniques et chimiques à l'échelle de l'interface entre la matrice cimentaire et les fibres.

Le rôle de l'interface fibre/matrice cimentaire est dans cette reprise des efforts et a une influence importante sur le fluage en traction de ces bétons. La cohérence et la structure de l'interface fibre/matrice cimentaire limite

la capacité de reprise effective des efforts de traction par les BFUHP et l'application de ceux-ci dans ces structures.

Le projet étudiera l'impact des paramètres suivants :

- nature de la matrice cimentaire, y compris l'incorporation de matériaux secondaires issus de l'industrie wallonne

- nature des fibres

- structure, longueur, dosage des fibres

- traitement thermique appliqué à la matrice en cours de mise en oeuvre

- niveau de contrainte appliqué durant les essais mécaniques

sur :

- la réponse en fluage en traction des BFUHP

- la cohérence de l'interface matrice cimentaire/fibre

- la microstructure du matériau composite

Les résultats de cette étude devraient permettre d'optimiser des formulations de BFUHP à faible impact environnemental adaptées à des sollicitations en flexion et de développer des modèles de comportement exploitables pour des calculs de structures.

Le Service BATir de l'ULB exploitera son expertise dans le domaine des effets différés des matériaux cimentaires et s'occupera de la caractérisation macro mécanique. Le Service Matières et Matériaux de l'ULB basera son étude sur ses compétences en termes de caractérisation tant chimique que mécanique des interfaces et de compréhension des mécanismes d'hydratation des ciments. Le CSTC mettra à profit ses connaissances en matière de mise en oeuvre des bétons fibrés et d'étude du comportement mécanique. L'Institut de Mécanique, Matériaux et Génie Civil de l'UCL valorisera son savoir-faire en matière de modélisation et de simulation multi-échelles de matériaux composites renforcés par des fibres.

Acronyme :	BEVITREA
Titre :	Valorisation du verre comme granulats dans le mortier et le béton
Durée :	48 mois
Promoteur :	Marie-Paule DELPLANCKE, Université Libre de Bruxelles
Coord. scient. :	Marie-Paule DELPLANCKE (+32 (0)2 6502902)
Partenaire n°1 :	Christian PIERRE Research Department CRIC-OCCN
Partenaire n°2 :	Stéphanie STAQUET BATiR ULB
Parrain n°1 :	Christian DELTENRE Directeur général Minérale SA recyclage du verre

Résumé

Le recyclage de déchets nécessite trois étapes : leur collecte, leur triage et enfin leur valorisation. Pour le verre, 90 % de ce déchet est réutilisé pour refaire du verre. C'est la valorisation de la fraction du résidu granulaire (1/6 mm) qui pose problème. Celui-ci est mis actuellement en décharge. On parle d'un potentiel en Wallonie de 2000 t/mois avec un coût de 20 €/t.

Dans le domaine du ciment, deux applications sont envisageables avec ce déchet de verre :

1. L'utilisation en tant que constituant pour sa fabrication. L'addition de verre dans les fours stimule la formation de la phase liquide entre 950 et 1250°C en remplacement de l'argile. Cela implique une diminution de l'énergie nécessaire pour le procédé. Les essais, qui concernent cette application, sont pour l'instant infructueux.

2. Une autre possibilité est son utilisation en tant que granulats dans le mortier ou le béton. Rappelons que dans un béton 3/4 du volume est utilisé par les granulats ce qui constitue un grand volume pour la valorisation de déchets. Les résultats des études existantes sont très contradictoires. Les raisons de ces contradictions sont :

- (a) l'absence de données techniques ;
- (b) l'absence de spécifications pour l'utilisation ;
- (c) la confiance insuffisante des utilisateurs.

Les résultats de cette recherche devraient permettre de répondre aux points 2(a) et 2(b). L'utilisation du verre comme granulats n'est pas sans risque (point 2(c)). C'est la raison pour laquelle, nous proposons de travailler avec l'industrie de la préfabrication dans un premier temps (caractère plus contrôlé du procédé). L'aspect du mortier et du béton (couleur, texture, ...) est souvent critiqué. Ce matériau est perçu comme agréable au touché, mais pas à l'oeil. Un béton chargé en granulats de verre peut améliorer précisément sa couleur, sa translucidité et ses propriétés de réflexion dans des applications architectoniques de panneaux de façade par exemple.

Nous pensons que les problèmes techniques divers liés à l'utilisation du verre comme granulats peuvent être résolus mais demandent à être étudiés plus en détails. Sous forme recyclée, il sera angulaire et comprendra de nombreux déchets (produits organiques, céramiques, papier, ...).

Au niveau mécanique, la forme angulaire va probablement diminuer l'ouvrabilité (affaissement moins important) et la compaction du béton frais. L'air entraîné qui sera généré lors de sa fabrication va par contre vraisemblablement augmenter sa résistance au gel-dégel. Si les propriétés en compression du produit fini pourraient être acceptables (avec une granulométrie pas trop grossière à cause de la faible adhésion ciment/verre), les propriétés en traction et en flexion devraient diminuer mais pourraient être "rattrapées" éventuellement par l'introduction de fibres dans le mortier ou béton.

Au niveau chimique, la grande quantité d'alcalis dans le verre et leur mise en solution par le pH très élevé de la matrice cimentaire peut être responsable d'expansions dues à la formation d'un gel gonflant. Ce gel fait intervenir la combinaison des alcalins et de la silice du verre avec l'eau (Réaction Alkali-Silice). Ce problème peut être résolu par l'utilisation de ciment à faibles niveaux d'alcalis ou de ciments aux ajouts (CEM II, CEM III et CEM V).

Les différentes caractéristiques seront mesurées et corrélées avec les microstructures et les propriétés à l'échelle micrométrique.

L'objectif de la recherche sera donc de développer pour plusieurs sociétés de préfabrication des matériaux à base de mortier et/ou béton contenant la fraction non-recyclée du verre à valoriser. Ces matériaux peuvent être classés par ordre de difficultés de leurs applications. Les applications extérieures seront plus difficiles à développer que les applications intérieures de part l'exposition de ces matériaux à des conditions plus sévères (humidité, changement de température, ...).

L'autre secteur industriel intéressé est évidemment la société Wallonne "Minérale SA" de recyclage de déchets de verre.

Acronyme :	BITYRES
Titre :	Revêtement bitumineux à base de textiles et de caoutchouc de pneus
Durée :	36 mois
Promoteur :	Luc COURARD, Université de Liège
Coord. scient. :	Luc COURARD (04/366.93.50)
Partenaire n°1 :	Ann Vanelstraete Division chaussées asphaltiques Centre de Recherches Routières
Partenaire n°2 :	Gisèle Young Matières et Matériaux Université Libre de Bruxelles
Parrain n°1 :	F. Peigneux Comet Tyre Recycling
Parrain n°2 :	P. Carlier Les enrobés du Centre

Résumé

Chaque année, environ 60.000 tonnes de pneus sont générées en Belgique. Ils sont partiellement recyclés sous forme de granules (tapis de sol, revêtements de sols sportifs, ...) mais une partie importante reste valorisée énergétiquement, principalement dans les cimenteries, ce qui met un terme définitif au cycle de vie du matériau. Il est particulièrement malheureux de voir ainsi une ressource naturelle non suffisamment valorisée.

Dans le domaine routier, il existe plusieurs possibilités pour réutiliser les pneus ou les résidus de fabrication d'éléments en caoutchouc. Une application importante concerne les bétons bitumineux : les résidus de pneus peuvent être introduits dans le revêtement sous forme de liant modifié au caoutchouc. De nombreuses expériences ont été réalisées dans le courant des années 80 et 90 mais abandonnées pour des raisons économiques ou d'approvisionnement. La situation a changé aujourd'hui : l'approvisionnement est assuré via RecyTyre et les outils industriels ont évolué. Enfin, le prix des matières premières (baril de pétrole) rend les matériaux recyclés de plus en plus intéressants.

L'incorporation d'un matériau élastique dans le bitume contribue à augmenter la résistance à la fatigue, à l'orniérage et à la fissuration à basse température. Pour le scellement des fissures, on peut également fabriquer un liant modifié avec une teneur en caoutchouc (de pneus recyclés) de 15 à 30 %, pour réaliser une imperméabilisation ou absorber les contraintes. Enfin, d'autres expériences ont été menées dans le cadre du développement de membranes souples pour lutter contre la fissuration réfléctive, par exemple le SAMI (stress absorbing membrane). Par ailleurs, l'administration, qui avait supprimé des cahiers des charges la possibilité d'utiliser des bitumes modifiés aux caoutchoucs, favorise aujourd'hui de plus en plus l'emploi de produits modifiés aux élastomères pour les réseaux de types 1 et 2.

Le but du projet est la valorisation des composants des pneus et, plus particulièrement, du caoutchouc et du textile. En effet, le pneu est constitué de 3 produits différents : caoutchouc, métal et textile. Si le caoutchouc et le

métal sont partiellement valorisés, il n'en n'est pas de même pour la partie textile. Or les techniques permettent aujourd'hui de séparer correctement les 3 éléments.

Le caractère innovant du projet se retrouve dans la possibilité d'utiliser la combinaison textile/caoutchouc pour modifier les bitumes. La voie de valorisation principale réside dans la mise au point de revêtement routier à base de bitume, modifié aux élastomères et fibres textiles : le caoutchouc recyclé apporte la souplesse et la déformabilité réversible au matériau, tandis que les fibres garantissent un certain renforcement de l'enrobé et un meilleur comportement par temps froid.

Dans la mesure où nos infrastructures routières nécessitent un besoin urgent de réparation mais aussi des produits à performances élevées, ce type de produit permettra d'améliorer le comportement des revêtements routiers et d'augmenter la durée de vie de nos infrastructures routières, en périodes hivernale et estivale.

Dans le cadre de l'amélioration du bilan environnemental global de la route, nous allons nous préoccuper de :

- * l'origine des matériaux en utilisant des déchets,
- * la production de matériaux en visant des processus qui permettent de réduire la température de production et par conséquent les émissions CO2 et autres, ainsi que la consommation d'énergie,
- * la durabilité du produit mis au point,
- * la possibilité de recyclage en fin de vie.

C'est un nouveau cycle de vie qui sera ainsi donné aux pneus, tout en permettant d'augmenter la durée de vie de nos infrastructures routières.

Le produit final sera un matériau résistant et souple, utilisable en revêtement routier continu ou pour la réparation, mis en oeuvre sur chantier.

Acronyme :	CACHEMIRE
Titre :	Chemical functionalization of low Cost/High Efficiency Micro-Reactors
Durée :	24 mois
Promoteur :	Etienne Gicquel, Haute Ecole Lucia de Brouckère
Coord. scient. :	Etienne Gicquel (+32 2 526 73 57)
Partenaire n°1 :	M. Eric Beeckman SIRRIS Liège Science Park Rue du Bois Saint-Jean, 12 B-4102 Liège
Partenaire n°2 :	plusieurs partenaires, en cours de discussion
Parrain n°1 :	plusieurs parrains, en cours de discussion

Résumé

La technologie des micro-réacteurs (Micro-Reactor Technology, MRT) apparaît aujourd'hui comme l'une des techniques émergentes les plus innovantes et porteuses à l'heure où un nombre important de procédés chimiques industriels sont pointés du doigt pour leurs caractéristiques énergivores, leurs faibles rendements et sélectivités, ou encore l'incapacité à transposer des réactions de laboratoire à l'échelle de production pour des raisons techniques, technologiques, ou encore de sécurité.

Elle permet d'apporter plusieurs réponses intéressantes en modifiant complètement le paradigme industriel et en proposant des systèmes micro-structurés comme espace réactionnel. Les dimensions micrométriques permettent ainsi d'obtenir des surfaces d'échange supérieures de plusieurs ordres de grandeur aux systèmes classiques et des transferts de chaleur optimaux. Rendements et sélectivités sont nettement améliorés, la consommation énergétique est moindre, temps d'interaction et de réaction sont réduits, et la microfluidique permet de plus de considérer des réactions chimiques jusqu'ici proscrites dans un cadre industriel (pour des raisons de rendement, techniques, ou de sécurité).

De plus, comme son nom l'indique, elle permet une chimie en flux continu, ce qui évite les arrêts réguliers comme dans le cadre de batchs classiques et permet d'envisager des séquences multiréactionnelles.

Cependant, si la MRT est aujourd'hui en plein essor, elle n'est encore que très peu développée en industrie en raison du coût parfois prohibitif de ses équipements. Si la communauté scientifique s'accorde sur l'énorme intérêt que cette technologie présente, cette approche novatrice ne peut être envisagée à large échelle que si de nouvelles méthodes de fabrication et de préparation meilleur marché des micro-réacteurs voient le jour.

L'objet de ce projet est la mise au point, l'optimisation et la qualification

d'une technique permettant la réalisation d'une grande série de composants à microcanaux enfouis à bas coût, ainsi que le développement de solutions de post-traitement visant à fonctionnaliser à façon, chimiquement et/ou (bio)catalytiquement, les micro-réacteurs pour des applications spécifiques.

Les matériaux et procédés développés seront également suffisamment flexibles pour permettre une réelle adaptation du design et de la nature du système en fonction de l'application visée.

Le développement proposé se base notamment sur l'expérience du département de chimie organique de l'institut Meurice en microfluidique et les compétences technologiques de SIRRIS en matière de micro-réplication par injection de poudres (Powder Injection Moulding, PIM). Cette technique permet notamment la réplication en grandes séries et à bas coût de composants microstructurés polymères mais également céramiques et métalliques (inox, titane, ...) particulièrement indiqués dans les domaines d'applications visées.

En parallèle à la réalisation et les tests de prototypes MRT, la deuxième partie du projet visera à développer des solutions de fonctionnalisation des surfaces internes des microréacteurs scellés afin de leur conférer des propriétés de surface spécifiques et/ou d'y greffer des (bio)molécules.

La combinaison de ces nouveaux procédés de fabrication et des nouvelles solutions de fonctionnalisation de surfaces qui seront développées dans ce projet représente une avancée majeure dans l'obtention de microsystèmes à rendement largement supérieur à ceux actuellement disponibles dans les domaines de la chimie, de la microfluidique, de la (bio)catalyse ou encore du (bio)diagnostic.

Acronyme :	CAPCO2
Titre :	Capture sélective du CO2
Durée :	24 mois
Promoteur :	Istvan Marko, Université Catholique de Louvain
Coord. scient. :	Istvan Marko (010478773)
Partenaire n°1 :	Zineb Mekhalif et Joseph Delhalle, Laboratory of Chemistry and Electrochemistry of Surfaces, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, 5000 Namur
Partenaire n°2 :	Guillaume Michaud, Equipe Catalyse et Synthèse Certech asbl (Centre de Ressources Technologiques en Chimie) B - 7180 Seneffe
Parrain n°1 :	G. DEBRAS, Vice President Research & Development, Polyolefins Division, Total Petrochemicals Research Feluy B - 7181 Feluy

Résumé

L'anhydride carbonique est un des gaz mineurs présents en faibles quantités dans notre atmosphère. Le CO₂ est suspecté d'être l'un des responsables majeurs de l'augmentation de la température globale de la Terre. Afin d'agir sur le réchauffement planétaire observé, il a été suggéré de diminuer la quantité de CO₂ dans l'atmosphère en le capturant et en l'enfouissant. Ces méthodes sont cependant bien temporaires et n'apportent en rien une réponse définitive au problème de la production de CO₂ par l'activité humaine. Une solution possible et particulièrement intéressante consisterait à réduire la teneur en gaz carbonique présent dans l'atmosphère en le séquestrant dès qu'il est produit lors d'une transformation industrielle, par exemple lors de la combustion du pétrole ou du méthane pour fournir de l'énergie électrique, ou à la sortie des cheminées des cimenteries ou des aciéries. Après captage, il est crucial de pouvoir transporter le gaz carbonique aisément à l'endroit de traitement afin de le libérer de son "capteur". La régénération du CO₂ se doit d'utiliser un minimum d'énergie pour une conversion maximale.

Lorsque l'on examine le processus dans son ensemble, il apparaît clairement que tout système qui tendra à être réellement viable se doit de remplir un cahier des charges des plus précis : (1) le capteur de CO₂ doit être sélectif vis-à-vis de cette molécule ; (2) il doit pouvoir capturer le CO₂ rapidement et quantitativement ; (3) il doit former un complexe stable ; (4) il faut pouvoir le transporter aisément et sans danger et (5) il doit libérer le CO₂ et régénérer l'espèce active facilement et dans des conditions bien contrôlées. Bien entendu, il faut pouvoir réitérer ce cycle plusieurs fois sans détérioration du "capteur". Toutes ces contraintes suggèrent l'utilisation d'un système supporté comme "capteur-transporteur" du gaz carbonique. C'est dans ce contexte très compétitif que se situe notre projet. Au cours de travaux précédents, nous avons préparé des sels d'imidazolium (le

précurseur) portant des substituants variés. L'activation de ce précurseur conduit à une espèce active (le capteur) qui fixe rapidement et efficacement le CO₂, conduisant à la formation d'un adduit solide (le produit) qui précipite spontanément et instantanément. Ce produit peut être transporté en toute sécurité, manipulé sans risque et stocké. Traité par du méthanol, il régénère en quelques minutes le sel d'imidazolium (le précurseur) tout en libérant le CO₂, démontrant ainsi l'existence d'un cycle catalytique : capture du CO₂ et relargage de celui-ci avec régénération du précurseur imidazolium.

Ces premiers résultats prometteurs nous conduisent à proposer le projet de recherche suivant. Dans un premier temps, une sélection de précurseurs variés seront assemblés et les espèces actives correspondantes seront préparées. Ensuite, la réactivité de ces entités vis-à-vis du CO₂ sera étudiée. Cette sélectivité sera modulée par modification de la structure du capteur et un cycle complet capture-relargage contrôlé sera établi. Ensuite, les piègeurs de CO₂ les plus efficaces seront dotés d'un espaceur et greffés sur des surfaces de géométries variables (plans, billes...). Ceci devrait nous permettre d'optimiser la nature des espaceurs, la réactivité des espèces greffées, leur densité et la robustesse de la fixation sur le support solide. En parallèle, des travaux visant à la préparation et l'étude de nouvelles zéolithes seront poursuivis afin d'optimiser le support solide. Au terme de ces deux ans, nous espérons pouvoir établir plusieurs relations structure/activité et structure/sélectivité afin d'être en mesure de sélectionner ensuite le(s) système(s) le(s) plus approprié(s) à un développement industriel ultérieur. Un projet de recherche complémentaire et traitant de l'utilisation du CO₂ ainsi piégé pour le valoriser en tant que carburant ou produits d'intérêt pour l'industrie chimique (Programme ERable).

Acronyme : CARDONANIS

Titre : CARactérisation et DOSage de NANoparticules ISolées

Durée : 48 mois

Promoteur : Jacques DEVAUX, Université Catholique de Louvain

Coord. scient. : Olivier NOISET (064 52 02 11)

Partenaire n°1 : Dr Olivier NOISET CERTECH asbl

Parrain n°1 : Lhoist Recherche& Développement S.A.
Dr Olivier FRANÇOISSE

Résumé

Durant les vingt dernières années, l'usage de nanoparticules d'origine industrielle et/ou synthétique dans les matériaux et les procédés a causé un regain d'attention, entretenu par la crainte du grand public sur leur éventuelle toxicité.

Les nanocomposites à base d'argile (montmorillonite) sont l'un des matériaux nanocomposites sur lesquels sont fondés beaucoup d'espairs depuis la publication d'une étude japonaise démontrant leurs exceptionnelles qualités sur les plans mécanique, optique ou de la résistance au feu¹.

Une étude récente menée conjointement dans les laboratoires du promoteur et du partenaire de ce projet² a montré que des particules d'argile étaient bien relarguées dans l'atmosphère lors de la mise en oeuvre de ces nanocomposites mais que, en raison de forces de liaison ioniques présentes dans la montmorillonite, ces nanoparticules restaient agglomérées. Ce n'est qu'après leur dispersion dans le matériau sous l'effet du cisaillement (exfoliation) que les nanoparticules se dispersent à l'échelle individuelle. On peut alors se poser la question du devenir de ces nanoparticules individuelles d'argile lors de la destruction du matériau par usure ou par combustion. La réponse généralement apportée est que les forces ioniques intrinsèques à la montmorillonite jouent leur rôle et que ces nanoparticules se réagglomèrent très rapidement. C'est d'ailleurs sur cette réagglomération que se base une explication courante de leur effet protecteur contre le feu³.

Récemment, un projet de recherches a commencé au laboratoire du promoteur sur l'élaboration de nanocomposites à base d'une argile tubulaire, l'halloysite⁴ dans laquelle les nanoparticules ne sont plus liées par des liai-

sons ioniques fortes mais par des liaisons plus faibles de type "Van der Waals". Les nanocomposites obtenus démontrent des propriétés prometteuses. La question du rejet de nanoparticules isolées se pose donc de manière plus précise car leur agglomération dans les fumées est certainement moins rapide, si elle se produit. Le Professeur S. Bourbigot de l'Université de Lille 1, spécialiste de la résistance au feu des matériaux, a manifesté son intérêt et son souhait de collaborer à cette étude.

L'objectif premier de ce projet CARDONANIS est d'identifier et de doser dans les effluents gazeux industriels (fumées) la présence de nanoparticules isolées provenant de nanocharges dispersées dans les matériaux incinérés. L'étude de la toxicité des particules concernées sort du cadre de ce projet qui est centré sur le dosage et l'analyse physico-chimique des effluents.

L'halloysite est choisie comme nanoparticule-type en raison de sa structure tubulaire et de ses liaisons internes faibles. Outre ces raisons physico-chimiques, les utilisations potentielles de l'halloysite à l'échelle industrielle justifient aussi ce choix.

La mise au point de techniques de détection et de dosage de nanoparticules isolées est un deuxième objectif du projet qui constitue un axe de développement majeur pour le partenaire Certech, qui tient à prendre sa place en Wallonie sur le marché du contrôle et de l'abattement des effluents gazeux et particulaires. C'est pourquoi une évaluation de l'efficacité des systèmes de filtration classiquement mis en place pour le traitement des fumées industrielles est également envisagée.

Acronyme :	CARPE
Titre :	Coatings Absorbants Réduisant la Pollution Electromagnétique
Durée :	36 mois
Promoteur :	Isabelle HUYNEN, Université Catholique de Louvain
Coord. scient. :	Isabelle HUYNEN (010/472308)
Partenaire n°1 :	Prof. Christian Bailly IMCN/BSMA Université catholique de Louvain
Partenaire n°2 :	Prof. Thomas Pardoën iMMC/IMAP Université catholique de Louvain
Partenaire n°3 :	Prof. Christophe Detrembleur Laboratoire CERM Université de Liège
Parrain n°1 :	Alternative Green Damien Pardoën
Parrain n°2 :	Sertius A confirmer
Parrain n°3 :	Hexcel A confirmer
Parrain n°4 :	Nanocyl A confirmer

Résumé

La compatibilité électromagnétique se définit comme "l'aptitude d'un appareil, équipement ou système à fonctionner de manière satisfaisante dans son environnement électromagnétique, sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui ou tout qui se trouve dans son environnement". Les problèmes d'interférences électromagnétiques sont ainsi devenus, avec la multiplication des systèmes de communications, une préoccupation concernant une large part du spectre électromagnétique, de quelques kHz à plusieurs dizaines de GHz (WiFi à 2.4 et 5 GHz, Bluetooth à 2.4 GHz, WiMax annoncé de 2 à 11 GHz, avec extension possible à 66 GHz), avec les questionnements désormais connus du grand public concernant leur incidence sur la santé. Des solutions capables de lutter efficacement contre cette pollution environnementale sans cesse croissante sont actuellement intensivement recherchées.

Une réponse à cette problématique environnementale se trouve dans la conception de nouveaux revêtements capables d'absorber le rayonnement électromagnétique ambiant, appelés également "écrans électromagnétiques" ("EMI shielding", protection contre les interférences électromagnétiques). De nombreuses applications existent pour ces écrans : la téléphonie mobile, la réalisation de chambres anéchoïques (mesure d'antennes, certification d'appareils électriques pour les normes CE, protection des blocs opératoires en milieu hospitalier), les radars pour l'automobile et l'aviation, ou encore la protection de circuits électroniques sensibles, tels les capteurs médicaux (ECG-EEG).

Les approches "mono-matériau" ne permettent pas toujours d'optimiser tous les critères de performances d'applications aussi complexes. Une approche attractive et novatrice consiste à envisager une structure "multimatériaux" ou multi-échelle, qui tire profit des performances de chacun des constituants et les combine en un matériau unique aux propriétés nouvelles.

Par exemple le développement constant des polymères de synthèse répond à un besoin de matériaux satisfaisant des critères très sévères en termes de propriétés mécaniques, thermiques, optiques et/ou électriques. L'insertion de charges sous la forme de nanoparticules carbonées (nanotubes de carbone et graphène) leur confèrent des propriétés remarquables de légèreté, de dureté, d'élasticité, de résistance chimique, de conductivité thermique et électrique, à des concentrations bien inférieures à celles observées pour les autres fibres conductrices. Le matériau (nano)composite ainsi obtenu peut ensuite être moulé sous des formes complexes ou intégré à l'échelle supérieure dans une matrice hôte (métallique ou non) permettant d'en accroître encore certaines propriétés (mécaniques, thermiques, électromagnétiques, ...), tout en offrant une meilleure compacité que les solutions traditionnellement mises en oeuvre pour la protection électromagnétique.

Ce projet vise au développement d'un revêtement multi-hybride permettant de réduire la signature électromagnétique que présentent divers objets de l'environnement aux rayonnements électromagnétiques ambiants, par un meilleur contrôle de leur propagation au voisinage des objets. La recherche tirera parti de plusieurs solutions innovantes brevetées par les partenaires du projet, qui seront adaptées en vue de répondre aux contraintes particulières de l'application qui sera ciblée au cours du projet. Celle-ci pourrait être la réduction des interférences créées par la présence d'éoliennes aux abords des radars d'approche de l'aviation, qu'elle soit civile ou militaire. Les parcs d'éoliennes constituent un réel problème, en raison des échos parasites qu'elles renvoient vers les radars (fausse cible) et de l'écran qu'elles constituent entre les radars et l'avion en approche. Pour cette raison, l'implantation de parcs est interdite dans un rayon de 15 km autour des zones aéroportuaires. La composante "développement durable" du projet proposé sera également renforcée par la mise en oeuvre de méthodes de synthèses "vertes" pour les nanocomposites développés.

Acronyme : CAVATHER

Titre : Mise au point d'une méthodologie de caractérisation, de validation et de labélisation d'éco-matériaux de construction en ce qui concerne leur transmissibilité aux gaz et vapeurs et l'évaluation de l'impact à leur comportement thermique en fonction de cette caractérisation

Durée : 24 mois

Promoteur : Albert PIEL, Institut scientifique de service public

Coord. scient. : Albert PIEL (04/229 82 06)

Partenaire n°1 : René FOURNEAU
HEPL - Haute Ecole de la Province de Liège - Département Ingénieur Industriel (ISIL)
Quai Gloesener, 6 - B 4020 LIEGE
Tel : 04/344 63 45
rene.fourneau@provincedeliege.be

Parrain n°1 : Hoffmann & Dupont Sprl
Roger HOFFMANN
Chemin de la Bouvière, 9 - B-4960 MALMEDY
Tel : 080/33 96 44

Parrain n°2 : ETP-W (EcoTechnoPôle-Wallonie Scrl)
Christian MEYERS
Rue du Chera, 200 - B-4000 LIEGE
04/229 82 02

Résumé

WP1 - ISSeP : Montage d'un laboratoire pour la mise au point de la caractérisation des éco-matériaux par rapport à leur transmissibilité aux gaz et vapeurs.

WP2 - ISSeP : Méthologie de validation du comportement thermique des éco-matériaux de construction par contrôle non destructif.

WP3 - HEPL : Modélisation du comportement thermique en fonction de la transmissibilité en gaz et vapeurs.

WP4 - HEPL : Modélisation du comportement thermique en fonction de la transmissibilité dans des concepts de parois multicouches comprenant des

éco-matériaux de construction.

WP5 - ISSeP : Méthologie de validation du comportement thermique dans des parois multicouches par contrôle non destructif.

Objectif de commercialisation des produits de modélisation, de contrôle non destructif et de labélisation par PME parrain dans le cadre d'une phase finale après les 2 ans du projet.

Mise au point d'un outil didactique de formation pour la diffusion des nouvelles connaissances acquises et pour la mise en oeuvre optimale des éco-matériaux de constructions étudiés dans le cadre du projet.

Acronyme :	CLEANOPTIC
Titre :	Revêtements nano-composites auto-nettoyants, anti-givre et anti-reflet déposés par un procédé intégralement vert sur panneaux de verre, pour des applications dans la capture de l'énergie solaire.
Durée :	48 mois
Promoteur :	Alain Jonas, Université Catholique de Louvain
Coord. scient. :	Alain Jonas (3210 473765)
Partenaire n°1 :	Christophe Detrembleur Centre d'Etude et de Recherche sur les Macromolécules ULg (synthèse verte des copolymères et micellisation)
Partenaire n°2 :	Jean-Pol Vigneron Laboratoire de physique du solide FUNDP (simulations des propriétés optiques et de mouillabilité)
Partenaire n°3 :	Benoit Kartheuser CerTech (vieillessement des films et upscaling sur grandes surfaces) Ce partenaire sera également pris comme sous-traitant pour la métrologie des surfaces.
Parrain n°1 :	AGC Glass Europe Nadia Jacobs (confirmé)
Parrain n°2 :	Solvay Hans Miltner (en cours de finalisation)
Parrain n°3 :	Un assembleur de panneaux solaires. Nous dialoguons avec le parrain AGC pour optimiser le choix de ce troisième parrain. Deux sociétés wallonnes ont été citées ; les contacts sont en cours.

Résumé

La collecte de l'énergie solaire est appelée à jouer un rôle croissant dans la politique énergétique de la Région Wallonne, et plus généralement de l'Union Européenne. Cette collecte se fait par divers dispositifs, tels les panneaux solaires thermiques et photovoltaïques, qui sont généralement protégés par un panneau de verre permettant d'abriter le dispositif de collecte d'énergie tout en autorisant la transmission des photons. Cependant, l'efficacité de la capture d'énergie est dépendante de manière critique du taux d'encrassement de ce panneau de verre. On considère que 5 grammes de poussière par mètre carré seulement suffisent à diminuer le rendement énergétique des panneaux solaires de 40% .

Le projet CLEANOPTIC s'inscrit dans ce contexte, et vise à développer un procédé vert de dépôt d'un film durable auto-nettoyant, anti-givre et anti-réflexion sur des surfaces de verre plat permettant d'éviter cet encrassement. Plus précisément, le projet a comme ambition (ou livrables) :

1. de réaliser un film multifonctionnel nano-composite sur surface de verre, présentant les propriétés suivantes :

1.1. superhydrophobie, et par conséquent "auto-nettoyabilité" et protection contre le givre, en adaptant la (nano)rugosité du film par l'inclusion de silice colloïdale bon marché, et en ajustant sa nature chimique par l'utilisation de copolymères portant des séquences adaptées au problème considéré (adhésion au verre, hydrophobicité, moussage) ;

1.2. anti-réflexion et anti-diffusion, et par conséquent capacité de transmettre un maximum de photons vers le dispositif de collecte d'énergie, en ajustant la structuration interne et de surface du film nano-composite ainsi que sa composition ;

1.3. résistance au vieillissement et durabilité, en utilisant à bon escient le renfort colloïdal de silice et en réticulant le film par une méthodologie rapide et appropriée ;

2. de développer un procédé vert, rapide et peu coûteux de dépôt de ce film, à l'aide de sprays exclusivement aqueux, permettant de couvrir de larges surfaces à moindre coût ; d'inclure dans cet objectif la synthèse des copolymères, qui sera également réalisée en solvant aqueux ou en CO₂ supercritique, et donnera lieu à des solutions micellaires aqueuses utilisables sans ajout de solvant organique, ceci afin de développer une filière intégrée verte pour la synthèse du film ;

3. de développer des outils de simulation prédictifs permettant simultanément de modéliser les propriétés optiques et de mouillabilité de tels films nano-composites, milieux complexes, de façon à permettre une ingénierie rationnelle de ces films multifonctionnels par opposition à l'approche empirique qui domine le plus souvent.

Ces trois livrables sont intégrés dans une seule cible d'intérêt direct pour les parrains industriels du projet.

Acronyme : CLIMPLUS
Titre : Contrôleur d'humidité adressable, avec consommation d'énergie minimale.
Durée : 36 mois
Promoteur : Joël De Coninck, Université de Mons
Coord. scient. : Romain Rioboo (065/55.49.85)
Partenaire n°1 : Denis FLANDRE, WIN-FAB, UCL
Partenaire n°2 : Eric BEECKMAN, SIRIS
Parrain n°1 : ACTE, Luc PRIEELS

Résumé

Pour des raisons de confort au sein d'une habitation, le taux d'humidité idéal est entre 40 et 50 % . Ce taux est bien souvent plus haut ce qui favorise le développement de moisissures et engendre de nombreux problèmes de santé. A l'heure actuelle, les différents systèmes pour assécher l'air sont des systèmes à forte consommation d'énergie ou des systèmes chimiques qui doivent être remplacés assez fréquemment. Inspirés par le biomimétisme, nous souhaitons développer une structure multi-matériaux qui permettrait d'ajuster le taux d'humidité d'une atmosphère à volonté et ce, avec une consommation d'énergie minimale.

Acronyme :	COREDRILL
Titre :	Caractérisation mécanique des matériaux par micro-forage et carottage in-situ.
Durée :	24 mois
Promoteur :	Laurent VAN PARYS, Université de Mons
Coord. scient. :	Fabrice DAGRAIN (0494893251)
Partenaire n°1 :	André, Pien, Laboratoire Rénovation, Centre Scientifique et Technique de la Construction.
Partenaire n°2 :	Yves, Grégoire, Laboratoire Matériaux de Gros œuvre et de Parachèvement, Centre Scientifique et Technique de la Construction
Parrain n°1 :	Epslog sa, Christophe, Germary

Résumé

Le Service de Génie Civil et Mécanique des Structures de l'Université de Mons - Faculté Polytechnique a mis au point une méthodologie de caractérisation des matériaux de construction sur base de très petits échantillons (Projet First Post-Doc GEOMAT 2007-2009) de manière à pouvoir caractériser au mieux les matériaux de construction qui ne peuvent pas toujours faire l'objet de caractérisation mécanique sur base de méthodes normalisées. Cette méthodologie est actuellement appliquée dans le cadre de la caractérisation des matériaux du Patrimoine Bâti Wallon afin de s'assurer de la compatibilité des matériaux de restauration (Projet COMAREST 2010-2011) et garantir la pérennité des restaurations. L'aboutissement de ces deux recherches prouve l'intérêt des méthodes mises au point.

La méthodologie de caractérisation des propriétés mécaniques se base pour l'instant sur des essais de laboratoire nécessitant de disposer d'échantillons qui ont été prélevés sur site. Les dispositifs de laboratoire ne sont actuellement pas transportables sur chantier, mais il ressort que les méthodes de caractérisation seraient encore plus attrayantes si elles pouvaient être appliquées directement sur site, entre autres pour l'investigation des ouvrages à restaurer ou la vérification de traitements de surface généralement appliqués pour consolider des matériaux altérés.

L'objectif actuel est de transposer une partie des techniques pour applica-

tion directe sur les chantiers de restauration. Ceci nécessite donc la mise au point d'un appareillage portable. Le dispositif expérimental envisagé aura deux objectifs complémentaires : (i) la caractérisation mécanique par test de micro-forage instrumenté et (ii) la caractérisation mécanique par carottage instrumenté. Les essais de micro-forage peuvent être caractérisés de peu destructifs : le trou de forage restant de taille très limitée (de l'ordre de 3 à 10 mm de diamètre) par rapport aux dimensions des ouvrages investigués. Le test de micro-carottage quant à lui permettrait non seulement de caractériser directement les propriétés mécaniques des matériaux en cours de carottage, mais encore de disposer d'un échantillon nécessaire pour d'autres essais de caractérisation de propriétés physico-chimiques. Cette procédure permettrait bien évidemment de réduire non seulement la taille et le nombre des échantillons à prélever, mais aussi la taille et la puissance des machines nécessaires pour les obtenir.

Le projet de recherche s'attachera à vérifier dans un premier temps la faisabilité du test en laboratoire sur une foreuse instrumentée disponible à l'Université de Mons. Une seconde phase sera dédiée à la conception mécanique d'un prototype de foreuse/carotteuse sans doute sur base d'un produit existant dans le commerce. Le projet se terminera par la mise en application du prototype sur chantier.

Acronyme :	DESODOR
Titre :	Matériaux innovants pour le traitement-épuration de l'air des composés organiques volatils malodorants
Durée :	48 mois
Promoteur :	Rudi CLOOTS, Université de Liège
Coord. scient. :	Rudi CLOOTS (04-3663436)
Partenaire n°1 :	Philippe DUBOIS, Laboratoire des Matériaux Polymères et Composites, Université de MONS.
Partenaire n°2 :	Jacques NICOLAS, Unité "Surveillance de l'Environnement", Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de LIEGE.
Parrain n°1 :	ODOMETRIC, Julien DELVA
Parrain n°2 :	NANOCYL ?
Parrain n°3 :	SOLVAY ?

Résumé

La désodorisation est un problème qui est pris en compte de plus en plus dans les filières d'épuration de l'air ou des eaux résiduaires. Une station d'épuration doit aujourd'hui être inodore ou générer le moins possible d'odeurs afin de limiter les nuisances. Plusieurs techniques existent pour traiter les odeurs : (i) l'absorption sur charbon actif, avec comme inconvénient majeur la nécessité de régénérer le support et les très faibles débits traités, (ii) le lavage chimique qui nécessite l'utilisation d'agents chimiques de traitement, (iii) la biofiltration, n'est pas applicable à tous les agents olfactifs, (iv) l'oxydation thermique ou catalytique, très énergivore et susceptible de pertes de rendement liées à l'empoisonnement du catalyseur. Aucune technique aujourd'hui n'apporte l'efficacité souhaitée. Des recherches sont menées actuellement afin de combiner plusieurs techniques pour accroître les performances. Le projet proposé consiste donc à développer des solutions innovantes dans le domaine des "pièges à odeurs" utilisés en extérieur. Des pistes existent actuellement. Elles sont basées sur l'association d'un matériau support absorbant, le charbon actif, et un matériau photocatalytique, le TiO₂. Ces structures sont intégrées à un média non-tissé, la matrice support. Des produits basés sur cette technologie sont aujourd'hui commercialisés. Le produit se présente sous forme d'une bâche permettant de couvrir jusqu'à 500 à 1000 m² en périphérie des endroits à traiter (bassin, hall de compostage, étable, ...). Le processus est relativement passif, dans la mesure où le flux d'air est généralement assuré en plaçant l'endroit à traiter en surpression et où la régénération du filtre est réalisée pendant la journée grâce à la lumière du soleil. Les bâches peuvent être placées en configuration tendue ou flottante. Les fabricants assurent pouvoir détruire de 5 à 20 g de composés organiques volatils par m² de bâche et par jour par un ensoleillement moyen de 80 W/m². Le

coût typique d'une bâche posée (configuration tendue) est de 150 €/m². Les applications sont diverses : bassins de stockage ou de traitement d'effluents liquides, décanteurs, digesteurs, silos à boues, stockage de lisier de porc, bennes d'ordures, hall de compostage, ... Parmi les fabricants, on retrouve notamment les producteurs du média, par exemple le groupe Ahlstrom (siège social en Finlande) qui produit des matériaux à base de fibres. Notre projet envisage donc d'étendre cette technologie d'association à n'importe quel matériau support, au travers d'un média filtrant "nanocomposite", le matériau actif étant ici constitué de nanotubes de carbone greffés à l'aide de particules de TiO₂ fonctionnalisées. L'originalité du projet réside également dans la méthode de fabrication des particules actives (nanotubes greffés) "en une seule étape" grâce à la méthode sol-gel permettant d'entrevoir dans la foulée dans un même réacteur des dopages à la fois du nanotube de carbone (afin d'accroître ses capacités d'absorption des molécules odorantes actives) et du TiO₂ (de manière à le rendre actif en lumière visible). Les laboratoires des professeurs Cloots (ULG) et Dubois (UMons) travailleront de concert afin d'optimiser la formulation du matériau (taux de charge, taux de greffage, matrice support, multifonctionnalité des composants, ...). Le projet bénéficiera également de l'expertise du laboratoire du professeur Nicolas (ULG) spécialiste de la mesure des odeurs. Son équipe sera chargée de tester les performances du résultat final à partir d'odeurs environnementales réelles. Le projet sera parrainé par la société ODOMETRIC. Le projet s'inscrit également dans une perspective de développement régional puisque d'autres entreprises wallonnes (NANOCYL, SOLVAY, ...) pourraient bénéficier des retombées économiques d'une solution innovante dans le domaine de la désodorisation.

Acronyme :	DIRECT
Titre :	Mise au point d'un procédé innovant de fabrication de cellules thermoélectriques "low cost" pour la récupération d'énergie thermique dégradée
Durée :	48 mois
Promoteur :	Pascal JACQUES, Université Catholique de Louvain
Coord. scient. :	Laurence Ryelandt (010/47.24.27)
Partenaire n°1 :	CRM Alain Schmitz / Christian Marique
Partenaire n°2 :	CRIBC Jean-Pierre Erauw / Francis Cambier
Parrain n°1 :	ArcelorMittal Michel Beguin

Résumé

Une part importante des ressources énergétiques sont consommées sous forme de chaleur qui, après utilisation (avec un rendement moyen de l'ordre de 30 à 35%) est ensuite rejetée sous forme de chaleur dégradée. Suite à des préoccupations d'ordre écologique ou de disponibilité d'approvisionnement, l'utilisation rationnelle de ces ressources est très certainement une contrainte qui se fera de plus en plus forte dans les prochaines années.

A cette fin, des solutions propres, respectueuses de l'environnement tout en étant économiquement rentables sont recherchées avec de plus en plus d'acuité afin d'améliorer le rendement global d'utilisation de la chaleur ou de récupérer et valoriser cette chaleur dégradée. Si aujourd'hui aucune solution parfaite n'existe, la conversion thermoélectrique, c'est-à-dire la conversion directe de chaleur en électricité, présente de nombreux avantages. La technologie thermoélectrique est en effet exempte de tout rejet, elle offre des avantages de fiabilité et de compacité et l'absence de parties mobiles est un gage de minimisation de maintenance à long terme. Malgré ces avantages, le développement de la conversion thermoélectrique reste marginal en raison principalement de la nature des matériaux classiquement utilisés. Il s'agit en effet de matériaux semi-conducteurs à base de bismuth, tellure, plomb, sélénium, ... qui sont toxiques, couteux, de faible disponibilité et de mise en oeuvre difficile.

Dans la perspective d'étendre l'utilisation des convertisseurs thermoélectriques pour la récupération d'énergie thermique dégradée, des chercheurs japonais ont étudié depuis plusieurs années de nouveaux composés ne présentant pas les inconvénients des matériaux thermoélectriques classiques. En particulier, ces nouveaux composés de fer sont peu couteux et présentent également l'avantage de ne pas recourir à des terres rares dont la disponibilité risque s'être problématique à l'avenir. Des applications

concrètes, notamment dans le domaine du transport, commencent d'ailleurs à être commercialisées au Japon. Néanmoins, les données relatives à ces composés thermoélectriques à base fer restent fragmentaires. De plus, les applications proposées restent basées sur les procédés classiques et non optimaux de fabrication des convertisseurs thermoélectriques, à savoir le frittage des éléments et leur assemblage par brasure, donnant lieu à de nombreuses résistances de contact et donc à une réduction du rendement de conversion.

Sur base de résultats que nous avons préalablement acquis à propos de ces nouveaux matériaux thermoélectriques, nous proposons ici un schéma innovant de conception d'un dispositif de conversion thermoélectrique de faible épaisseur devant résoudre les inconvénients des procédés actuellement utilisés. La solution innovante envisagée consistera en l'intégration sous forme d'une structure multi-couches de faible épaisseur des différents matériaux constitutifs d'un dispositif de conversion thermoélectrique, à savoir non seulement les éléments thermoélectriquement actifs à base fer, mais également les éléments servant à la conduction ou l'isolation thermique et électrique. Cette intégration sera opérée grâce à la combinaison de différentes techniques de dépôt de métaux ou de céramiques. Ces techniques assureront non seulement "l'architecture" tridimensionnelle nécessaire à la constitution d'un convertisseur thermoélectrique mais également l'optimisation des propriétés intrinsèques de transport des matériaux thermoélectriquement actifs. La maximisation du rendement de conversion repose en effet non seulement sur l'optimisation de la microstructure des matériaux constitutifs mais également sur l'optimisation de l'intégration des structures thermiquement et électriquement actives au sein du convertisseur, en particulier la minimisation des résistances de contact, tant thermiques qu'électriques.

Acronyme :	EDILCO
Titre :	Electrodéposition en milieu liquide ionique pour connecteurs (ElectroDeposition from Ionic Liquids for Connectors)
Durée :	24 mois
Promoteur :	Claudine Buess-Herman, Université Libre de Bruxelles
Coord. scient. :	Claudine Buess-Herman (02/6502939)
Partenaire n°1 :	Claudine Buess-Herman, Service de chimie analytique et chimie des interfaces (CHANI), Université Libre de Bruxelles
Partenaire n°2 :	Mireille Poelman, Surfaces et interfaces en voie humide, Materia Nova asbl.
Parrain n°1 :	MATRIO-GROUP SA. , Joseph Rosen, représentant JR Management sprl, Administrateur Délégué.

Résumé

Le secteur des traitements de surfaces est une activité majeure dans le domaine des matériaux, en particulier les métaux. De nombreux laboratoires, issus des universités, centres de recherche et entreprises, développent continuellement de nouvelles solutions ou de nouveaux procédés pour répondre à des exigences de durabilité croissante. Les dépôts métalliques (métaux sur métaux) constituent un domaine d'activité aux applications multiples (électronique, connectique, décoration, couches dures, ...). L'application de ce type de couche se fait généralement par électrodéposition à partir d'une solution électrolytique (galvanoplastie). Cependant ces solutions sont souvent très toxiques et leur utilisation progressivement interdites par les législations environnementales. L'émergence des nouvelles technologies de traitement de surface, notamment par voie plasma, a suscité l'intérêt de nombreux laboratoires de recherche pour le développement de nouveaux traitements respectueux de l'environnement. Cependant ces techniques requièrent des coûts d'investissement très élevés et ne peuvent par ailleurs pas répondre à tous les besoins du domaine (formes complexes, épaisseurs de couche...). La galvanoplastie reste donc la technologie la plus adaptée pour réaliser ce type de traitement. De nouveaux électrolytes sont dès lors développés pour répondre aux exigences environnementales et pour protéger les opérateurs. A ce titre, l'utilisation de liquides ioniques à température ambiante connaît un développement important ces dernières années. Ils présentent des propriétés intéressantes telles qu'une conductivité ionique intrinsèque, une faible volatilité, une stabilité chimique et thermique élevée, une faible inflammabilité et un large domaine de potentiel idéalement polarisable. Cette dernière propriété ouvre un large champ d'applications en galvanoplastie car elle permet de réaliser des dépôts métalliques impossibles à effectuer à partir d'un électrolyte aqueux. De par leurs autres propriétés physico-chimiques les liquides ioniques sont couramment reconnus

comme "solvants verts". Parmi les applications des liquides ioniques en galvanoplastie on peut citer le dépôt d'aluminium sur acier, le dépôt de chrome noir, le dépôt d'or et d'argent sur substrats cuivreux ou aluminium. C'est cette dernière application qui nous intéresse particulièrement car elle concerne un secteur en pleine expansion, la connectique (automobile, télécommunication, microélectronique, stockage de données...). De plus, les bains actuellement utilisés contiennent du cyanure et ne peuvent répondre aux exigences d'un développement durable.

L'objectif du présent projet est la formulation d'un nouveau bain électrolytique à base de liquide ionique et la mise au point du procédé de dépôt pour l'application d'argent et d'or sur des substrats essentiellement cuivreux en remplacement des solutions toxiques actuellement utilisées. Les dépôts obtenus devront présenter des caractéristiques similaires ou meilleures (électriques, morphologiques, ...) que les dépôts actuellement réalisés industriellement. L'accent sera mis sur une diminution de l'épaisseur de dépôt tout en gardant les mêmes propriétés pour l'obtention d'un procédé industriel respectueux de la qualité de notre environnement.

La réalisation du projet se fera en suivant les étapes suivantes : sélection du liquide ionique, étude du comportement électrochimique du substrat en présence du liquide ionique seul et ensuite en présence du liquide ionique et des ions du métal à déposer, étude de la cinétique de dépôt, optimisation des conditions, adaptation des conditions pour dépôt sur connecteurs, caractérisation des dépôts obtenus et comparaison avec les dépôts obtenus par voie classique. Une collaboration entre le service de Chimie analytique et chimie des interfaces de l'ULB et Materia Nova est impliquée à divers stade de la recherche. Le projet pourra intéresser plusieurs acteurs industriels (MATRIO-GROUP SA. ...).

Acronyme :	EMBIOSE
Titre :	EMulsions polymères BIODégradables pour la protection des SEMences
Durée :	24 mois
Promoteur :	Jean-François Gohy, Université Catholique de Louvain
Coord. scient. :	Jean-François Gohy (010479269)
Partenaire n°1 :	Philippe Dubois, Service des Matériaux Polymères et Composites (SMPC), Université de Mons
Partenaire n°2 :	Christine Jérôme, Centre d'Etude et de Recherche sur les Macromolécules (CERM), Université de Liège
Partenaire n°3 :	Guy Foucart, Centre Indépendant de Promotion Fourragère (CIPF), Université catholique de Louvain
Parrain n°1 :	Michelman International & Co, Aubange, Christophe Maertens

Résumé

Le projet vise à développer un nouveau type d'enrobage pour les semences de maïs. Cet enrobage sera réalisé au départ d'une émulsion aqueuse de copolymère biodégradable.

Des copolymères biodégradables fonctionnels de la famille des polyesters aliphatiques seront synthétisés. La biodégradation et les propriétés physico-chimiques des copolymères synthétisés seront étudiées. Des émulsions aqueuses seront réalisées à partir de ces copolymères et éventuellement d'autres additifs biodégradables. Ces émulsions seront finalement déposées sur des semences de maïs afin de créer une couche d'enrobage

protectrice. Une des propriétés physico-chimiques essentielle recherchée sera la solubilité du copolymère au delà d'une température critique, ce qui permettra de contrôler l'hydratation de la semence et donc sa germination au delà de cette température. Ce contrôle peut également permettre d'apporter plus de souplesse dans le choix de la date de semis et/ou réduire les pertes à la levée tant en production conventionnelle qu'en agriculture biologique (moins d'exposition de la semence aux attaques de champignons). Les semences de maïs enrobées par notre formulation seront évaluées en conditions réelles selon les normes en vigueur.

Acronyme :	EMPLAST
Titre :	Mise au point d'un emballage alimentaire biosourcé à hautes performances
Durée :	24 mois
Promoteur :	Rony Snyders, Université de Mons
Coord. scient. :	Rony Snyders (065554955)
Partenaire n°1 :	Prof. Rony Snyders Centre d'Innovation et de Recherche en Matériaux et Polymères (CIRMAP), Université de Mons (UMONS)
Partenaire n°2 :	Prof. François Reniers Laboratoire de la Chimie des Interfaces (Chani), ULB
Partenaire n°3 :	Dr. Fabian Renaux Materia Nova
Parrain n°1 :	Dr. Guy Debras Total Petrochemical Research
Parrain n°2 :	Dr Carine Lefèvre, R& T Manager Bemis Monceau SA
Parrain n°3 :	Dr. C. Crismer Fresh Concept sprl
Parrain n°4 :	Dr. Descamps Euro-M Flexible Packaging

Résumé

L'objectif du projet est la mise au point d'un film d'emballage alimentaire "vert" haute performance. Le projet implique deux domaines technologiques très différents : la synthèse de polymères à haute spécificité et d'un revêtement de surface par les techniques plasmas. La combinaison de ces deux technologies doit mener à la production d'un emballage "biosourcé" présentant des performances barrières supérieures aux performances des emballages actuelles. Le projet se focalise sur la limitation de la diffusion de la vapeur d'eau et de l'oxygène, deux éléments nuisibles à la conservation des aliments.

Le projet est structuré en deux axes.

L'axe 1 concerne l'activité polymère. Il comprend deux objectifs complémentaires visant à la mise au point du film plastique "biosourcé".

Premièrement, l'équipe développera un polymère partiellement "biosourcé" à base d'acide polylactide (PLA) et de polyéthylène (PE). L'utilisation du PLA produit à partir de la biomasse permettra de limiter l'impact de la production des films sur l'environnement. L'adjonction de PE préservera les propriétés de durabilité et de mise en oeuvre du polymère.

Deuxièmement, le polymère sera chargé en argiles naturelles. L'utilisation d'argiles améliore les propriétés barrières du film polymère en accroissant considérablement le parcours des molécules diffusantes.

Cette activité sera développée par le Centre d'Innovation et de Recherche en Matériaux et Polymères (CIRMAP) de l'UMONS avec l'aide du centre de recherche Materia Nova. L'équipe universitaire apportera ses compétences en matière de mise au point de polymères "biosourcés" et de polymères chargés. Materia Nova assurera la mise en oeuvre du produit sous forme de pellets, notamment, via l'extrudeuse industrielle récemment

acquise dans le cadre des plans "Convergence". Le Certech interviendra comme sous-traitant. Il réalisera des bobines de films et vérifiera les propriétés de soudabilité et d'imprimabilité.

L'axe 2 concernera l'activité plasma et sera focalisé sur la mise au point d'un revêtement transparent permettant d'atteindre des performances barrières supérieures aux performances des emballages actuels. Le film mince déposé sera composé de nitrure de silicium pur ; un matériau présentant des propriétés barrière à la diffusion de deux ordres de grandeurs supérieurs aux oxydes actuellement utilisés.

Cet axe sera piloté conjointement par l'équipe du Laboratoire de la Chimie des Interfaces de l'ULB (Dr. F.Reniers) et par Materia Nova. Le premier partenaire apportera son expertise en termes de synthèse de SiNx pur et le second ses compétences en termes de mise en oeuvre des technologies plasma à l'échelle industrielle. Les essais seront réalisés sur l'enceinte semi industrielle de dépôt acquise dans le cadre des plans convergences et du projet "Everwall" en particulier.

Les deux axes pourront progresser parallèlement durant les deux ans pour se rejoindre au final et mener au développement d'un emballage alimentaire bio sourcé hautes performances. En tant que sous traitant, le Celabor réalisera la caractérisation des films alimentaires au niveau des propriétés barrières en vue d'une certification possible.

Le projet prend en compte tous les aspects de la recherche, à savoir : la mise au point du produit, sa transférabilité à l'échelle industrielle, sa certification par rapport aux exigences du domaine visé et la fabrication de démonstrateurs (bobines de films traités) à l'intention des parrains industriels. La coordination sera assurée par le CIRMAP en la personne du Prof. R. Snyders.

Acronyme : FIBROPHOT

Titre : Structuration photonique des fibres textiles

Durée : 48 mois

Promoteur : Jean Pol Vigneron, Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix

Coord. scient. : Priscilla Simonis (+32/(0)81/724702)

Partenaire n°1 : Prof. Laurent Francis
CERMIN - UCL Research Centre in Micro and Nanoscopic Materials and Electronic Devices
Université Catholique de Louvain

Partenaire n°2 : Prof. Pierre Defrance
PAMO
Institute of Condensed Matter and Nanosciences (IMCN)
Nanoscopic Physics (NAPS)
Université Catholique de Louvain

Parrain n°1 : Traitex SA
Rue De Limbourg 145
4800 Verviers
Belgium
Mr. Dominique Godin

Résumé

La tarantule sud-américaine *Pamphobeteus antinous*, récemment étudiée par l'équipe du promoteur, a développé des soies brillamment colorées sans l'intervention d'aucun colorant absorbant : la coloration naît dans un matériau transparent multicouche de symétrie cylindrique. Cette étude montre que des fibres peuvent se colorer par un mécanisme structural. L'idée du projet est de développer, en collaboration avec l'industrie appropriée, la coloration sans pigment, structurale, des fibres textiles naturelles et artificielles.

Le but de l'étude est de réussir le dépôt d'un miroir de Bragg cylindrique sur des fibres textiles variées (naturelles et artificielles) destinées à la fabrication de tissu. La recherche portera sur le choix des matériaux et des épaisseurs nécessaires pour obtenir une coloration stable des fibres sans emploi de colorant. On notera les avantages suivants, discutés avec la société Traitex (Verviers)

- Paramètres de fabrication très robustes

- Ecologique : pas de mordantage (métaux lourds), pas de colorants toxiques

- Fibre qui ne décolore pas au cours du temps

- Fibre qui ne déteint pas au lavage

- Toutes les couleurs possibles

- Possibilité de tissage bi-color type soie

- Multitude d'autres effets visuels possibles : iridescence, protection UV,...

- Possible sur tout type de fibres (naturelles, artificielles)

Les dépôts seront calculés sur base d'un modèle de miroir de Bragg cylindrique (résolu exactement, y compris les effets de polarisation) et réalisés par différentes méthodes (Atomic layers deposition, plasma). Des techniques telles que le fibrage, le laminage, et la déposition axiale de vapeur seront également considérées et évaluées.

Les délivrables seront des échantillons courts de fibres colorées structuralement et un rapport sur leur géométrie et leurs propriétés optiques.

Les substrats seront, par priorité, des fibres fournies par la société Traitex, qui s'investira dans le suivi du projet.

Acronyme :	FOTOBIO MAT
Titre :	Développement intégré de photobioréacteurs hybrides via l'encapsulation de cellules photosynthétiques au sein de matrices poreuses pour la conversion du CO ₂ en métabolites à haute valeur ajoutée
Durée :	36 mois
Promoteur :	Bao-Lian Su, Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix
Coord. scient. :	Bao-Lian Su (081724531)
Partenaire n°1 :	Prof. Spiros N. Agathos Unité de Bio-ingénierie cellulaire Earth and Life Institute Université Catholique de Louvain
Partenaire n°2 :	Prof. Michel crine Laboratoire de Génie Chimique Université de Liège
Partenaire n°3 :	Prof. Dominique Doye Laboratoire de Génie Chimique Université de Liège
Partenaire n°4 :	Prof. Diane Thomas Service de Génie des Procédés Chimiques Faculté Polytechnique de Mons
Parrain n°1 :	Dr. Vincent Lieffrig R& D coordination AGC, Flat Glass-Europe

Résumé

Face aux problèmes de la dépendance aux énergies fossiles combinés à des émissions croissantes en CO₂, une technologie prometteuse consiste à exploiter de manière contrôlée les processus photosynthétiques réalisés, entre autres, par les microalgues pour la production de métabolites de haute valeur ajoutée à partir de CO₂. Par rapport aux systèmes de captage du CO₂ en phase liquide, nous proposons le développement de photobioréacteurs de nouvelle génération en phase solide dans lesquels des organismes vivants phototrophes sont encapsulés dans une matrice poreuse. Ce système hybride (cellule-matériau) pourrait maintenir une population cellulaire quasi-constante, pouvant fonctionner durant de longues périodes. Cette nouvelle configuration permettrait une récupération plus aisée des métabolites produits combinée à une assimilation accrue du CO₂ atmosphérique ou présent dans des émissions gazeuses industrielles.

L'objectif poursuivi ici est le développement intégré de photobioréacteurs hybrides construits via l'encapsulation de cellules photosynthétiques au sein de matrices poreuses, biocompatibles et optiquement transparentes pour la conversion du CO₂ en métabolites à haute valeur ajoutée. Un tel dispositif présenterait des avantages multiples : l'absence de toute contamination, une manipulation aisée du système, une protection des organismes et une diffusion aisée des nutriments et métabolites formés. De plus, il rendrait la purification plus facile et augmenterait le rendement en métabolites.

Les principales étapes de son développement :

(1) Sélection et ingénierie métabolique de l'organisme photosynthétique (UCL : Prof. S. Agathos). Nous envisageons la création de photobioréacteurs présentant une efficacité accrue via l'utilisation de microorganismes autotrophes dont le métabolisme sera géré pour un rendement en métabolites d'intérêt maximum. Une sélection intelligente des souches naturelles ou transgéniques (surproduction de substances à haute valeur ajoutée, telles que les pigments et les antioxydants) nous permettrait de construire un pho-

tobioréacteur hautement efficace et sélectif.

(2) Mise en oeuvre de la matrice poreuse et d'une méthode d'encapsulation biocompatible (FUNDP : Prof. B. L. Su). La productivité et l'efficacité de ce photobioréacteur dépend directement de la méthode d'encapsulation et de l'environnement chimique et biologique immédiat (matériaux poreux) dans lequel les cellules sont confinées. Le contrôle de la porosité, de la composition chimique et la stabilité mécanique est fondamental. Une meilleure compréhension de l'interface matrice-cellule permettra d'orienter et d'améliorer la productivité des cellules tout en préservant leur viabilité.

(3) Conception, mise en oeuvre et optimisation d'un photobioréacteur pilote (ULg : Profs. M. Crine et D. Toye, UMons : Prof. D. Thomas). Sa configuration joue un rôle capital dans les performances du procédé. Le choix d'une technique à microalgues encapsulées implique de concevoir un bioréacteur au sein duquel les phases fluides sont uniformément distribuées sur la surface du solide, tout en assurant un éclairage uniforme au sein de l'appareil. La technologie la mieux adaptée permettra d'optimiser la production de métabolites au sein de la phase solide et leur récupération en phase liquide. La mise en oeuvre de la phase solide au sein du bioréacteur (UMons) et l'optimisation de la distribution des phases fluides dans une "géométrie solide" donnée (ULg) seront réalisées de concert. La conception du photobioréacteur reposera sur une modélisation du couplage existant entre les mécanismes physiques et biologiques mis en oeuvre et sur une étude expérimentale de ces mécanismes. L'unité pilote sera testée en conditions réelles.

Nous visons la conception et la mise en oeuvre d'une unité pilote, c-à-d, un photobioréacteur hybride à volume de production modeste permettant la production de métabolites à haute valeur ajoutée dans des conditions de production industrielle.

Acronyme : FOXCO
Titre : Film d'oxyde conducteur à basse température
Durée : 24 mois
Promoteur : Jean-Jacques Pireaux, Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix
Coord. scient. : Jean-Jacques Pireaux (081 72 46 06)
Partenaire n°1 : François Reniers, CHANI, ULB
Partenaire n°2 : Rony Snyders, UMH
Parrain n°1 : AGC, Marc Van Den Neste

Résumé

Dans nombre de circonstances, il est fait appel à des couches minces conductrices de l'électricité et transparentes ; les travaux consacrés à l'ITO et autres TCO's sont légion, et débordent maintenant des applications sur substrats rigides vers des applications sur substrats flexibles ; les systèmes comprennent des couches organiques ou polymères. Afin de faciliter la cristallisation, un apport thermique conséquent, et donc énergivore est souvent requis. De même, l'utilisation de techniques sol-gel nécessite l'évaporation du solvant et, dans certains cas des recuits thermiques.

Le projet FOXCO entend étudier et optimiser le dépôt, à basse température (objectif < 100°C), et à haute vitesse, d'une couche d'oxyde de zinc

cristallisée et dopée de façon contrôlée pour atteindre la conductivité désirée (couche conductrice ou semi-conductrice). En utilisant des organométalliques et réactifs choisis, l'énergie et les espèces chargées disponibles dans une décharge électrique seront utilisées pour maîtriser les réactions en phase gazeuse, et pour assurer un transfert énergétique optimal vers les surfaces. La comparaison des dépôts magnétron, plasma basse pression et plasma atmosphérique, et la compréhension des processus physiques, permettra d'optimiser un procédé basse température, respectueux de l'intégrité de toutes les propriétés physico-chimiques du substrat sur lequel le film conducteur est déposé.

Acronyme :	GABIOVAL
Titre :	Amélioration des échanges gazeux au sein de photobioréacteurs par l'utilisation de parois mésoporeuses en vue de la production de molécules à haute valeur ajoutée
Durée :	48 mois
Promoteur :	Christian Bailly, Université Catholique de Louvain
Coord. scient. :	Guido Heunen (010/473560)
Partenaire n°1 :	Spiros Agathos Earth and Life Institute Unité de Génie Biologique Université catholique de Louvain
Partenaire n°2 :	Fabrice Franck Institut de Biologie Végétale Laboratoire de Biochimie et Photobiologie Végétales Université de Liège
Parrain n°1 :	Valore Said Rachidi
Parrain n°2 :	Curador Jean Gevaert

Résumé

Le projet s'inscrit dans le cadre général du développement de photobio-procédés pour la production de molécules de haute valeur ajoutée par les organismes unicellulaires photosynthétiques (microalgues et cyanobactéries). Un problème aigu observé dans les photobioréacteurs à haut rapport surface/volume est l'accumulation de l'oxygène produit par le métabolisme photosynthétique et la difficulté à assurer l'apport de CO₂ dans le milieu nutritif. Ces problèmes d'empoisonnement par l'oxygène et de carence en carbone limitent fortement le développement industriel des photobioréacteurs. Ce design peut aussi empêcher les dommages sur les cellules de microalgues sensibles aux forces de cisaillement par des bulles de gaz.

Le promoteur du projet a développé une technologie innovante de production et mise en oeuvre de matériaux polymères présentant une porosité élevée aux gaz mais imperméables à l'eau et de coût attractif. Dans le contexte des bioprocédés, cette technologie peut améliorer sensiblement les échanges gazeux entre les parois externes et internes de photobioréacteurs.

Une première étape de validation à petite échelle a été atteinte, dans le cadre d'un projet en cours (BIOVAMAT), tant pour la technologie de mise en oeuvre des matériaux poreux que pour leur utilisation dans un bioprocédé photosynthétique pour la production d'astaxanthine par la microalgue *Haematococcus pluvialis*. Cette molécule est à la fois un colorant alimentaire et un antioxydant très prometteur pour l'alimentation humaine et animale. Son marché est en pleine expansion et son prix de vente très élevé.

Les partenaires se proposent, dans la première phase du projet, d'améliorer la technologie de fabrication des matériaux poreux et d'exploiter son potentiel pour la production de biomolécules à très haute valeur ajoutée. Outre l'astaxanthine, d'autres molécules d'intérêt sont envisagées en particulier des antioxydants et alicaments, des toxines utilisées dans des tests diagnostiques de laboratoire, voire des protéines recombinantes produites par des algues génétiquement modifiées.

Le projet intègre des activités d'innovation dans le domaine des matériaux (contrôle amélioré de la structure poreuse, modifications de la surface, procédés de mise en oeuvre), des bioprocédés (conception de photobioréacteurs adaptés, validation à l'échelle pilote) et de la biologie des organismes photosynthétiques (définition des conditions optimales de culture). L'accent sera mis sur le caractère durable du procédé de production de matériau poreux (recyclage des matières premières, utilisation de solvants non toxiques).

Dans la seconde phase du projet, l'ambition des partenaires sera, en collaboration étroite avec les parrains industriels, de valider un schéma industriel et commercial permettant de maîtriser la chaîne de valorisation complète de la technologie en Wallonie (production, mise en forme et commercialisation des matériaux poreux, assemblage et commercialisation des bioréacteurs, production et commercialisation des biomolécules).

Acronyme :	GeoTherWal
Titre :	Optimisation des échanges géothermiques
Durée :	24 mois
Promoteur :	Robert Charlier, Université de Liège
Coord. scient. :	Robert Charlier (04.366.93.34)
Parrain n°1 :	OREX sc. Vincent FIQUET

Résumé

Le projet porte sur des installations géothermie en basse énergie, qui fonctionnent grâce à des forages profonds de quelques dizaines de mètres, jusqu'à 100 voir 200 m. A ces profondeurs, la température du sol (en l'absence de sonde géothermique) est très stable, proche de 15°C (à quelques degrés près) et insensibles aux variations climatiques saisonnières. Une sonde fermée est installée dans le forage. Un fluide caloporteur y circule en circuit fermé, sans interaction avec le sol. En surface une pompe de chaleur assure les échanges de chaleurs (chauffage ou refroidissement) entre l'installation de chauffage et le circuit dans le forage. Ce type d'installation est fort intéressant pour des besoins de chauffage de l'ordre d'une ou quelques habitations uni-familiales, domaines dans lequel il existe un fort besoin et un fort potentiel d'économies de chaleur.

Pour un bon développement de la technique géothermique, il est essentiel de pouvoir proposer des solutions durables et saines vis-à-vis de l'environnement. Pour ce faire, il est indispensable d'appliquer des règles de l'art qui permettent de garantir une pérennité à long terme des installations qui seront fournies au client. La base du système géothermique est bien entendu l'échange de calories entre le sol d'une part et le système hétérogène matériau de scellement, sonde géothermique (généralement en polyéthylène) et le fluide caloporteur (eau/méthyl glycol). L'enjeu est de bien maîtriser les échanges de chaleur entre le fluide caloporteur et le sol ou la roche. Ces échanges se font au travers de la gaine, du matériau de scellement du puits et du sol ou de la roche. Les matériaux les plus proches de la gaine ont plus d'influence sur la conductivité du système. Il est donc indispensable d'utiliser les matériaux optimaux afin de garantir une efficacité maximum. Les aspects relatifs à la pompe à chaleur ne sont pas abordés dans ce projet, car ce système a déjà fait l'objet de nombreux projets de recherche ces

dernières années.

De plus, l'influence de ce système a des répercussions sur le sol, diminution de la température lors des phases de chauffe et augmentation de la température du sol en phase de cooling. Le régime est donc le plus souvent transitoire, avec des périodes de prise de chaleur, des périodes de relaxation et des périodes d'injection de chaleur. C'est pourquoi, il est important de pouvoir définir une distance entre puits géothermiques qui garantisse que chaque puits fonctionne de façon optimum sans trop influencer sur les puits directement situés à ses côtés, et afin de garantir le bon fonctionnement après plusieurs cycles annuels, sans épuiser le réservoir de chaleur.

Pour évaluer et optimiser les performances d'une installation géothermique, trois facettes seront développées : des essais in situ, en forage géologique, des essais en laboratoire et une modélisation numérique avec un code aux éléments finis. Les essais in situ sont au coeur du projet : un forage sera réalisé et un échangeur y sera installé. Des cycles d'échanges de chaleur de chaleur seront réalisés. Des capteurs de température seront installés dans des forages de plus faible diamètre à proximité de l'échangeur thermique. Ils permettront de suivre les échanges de chaleur et de valider le modèle numérique. Le modèle numérique se basera sur des outils existants (code Lagamine). Il permettra de modéliser les échanges thermiques, d'abord de manière prédictive, puis pour analyser la dynamique des échanges, sur base des mesures de puissance injectée et d'évolution de la température aux capteurs. Il faut alimenter le code avec des propriétés thermiques des matériaux sollicités. Des tests thermiques seront réalisés dans ce but en laboratoire. En particulier, différents matériaux de scellement seront testés, ce qui permettra d'évaluer les propriétés du matériau idéal.

Acronyme : GLYCOLI

Titre : Production, purification et modifications du glycogène produit par fermentation bactérienne

Durée : 24 mois

Promoteur : Laurence Van Melderen, Université Libre de Bruxelles

Coord. scient. : Laurence Van Melderen (32 2 650 97 78)

Partenaire n°1 : Dr. Anouar BENSAID
MateriaNova
Rue des Foudriers, 1,
7822 Ghislenghien

Parrain n°1 : Eeckman Frédéric
UCB Pharma
BioPharmaceutical Process Sciences
Innovation & Tech. Development

Résumé

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la production d'un bio-matériau, le glycogène, à partir de la bactérie *Escherichia coli*. Le glycogène est un homopolysaccharide formé de résidus glycosyl synthétisé par *Escherichia coli* et lui servant de réserve d'énergie.

Le LGPB a construit et caractérisé un mutant d'*E. coli* accumulant des quantités très importantes de glycogène (jusqu'à 50 fois plus que la bactérie de type sauvage). Cette souche présente donc des propriétés intéressantes pour la production de glycogène à grande échelle. Actuellement, le glycogène est vendu en Belgique par Invitrogen au prix exorbitant de 35 € le milligramme. La production du glycogène par fermentation bactérienne serait moins coûteuse et de meilleure qualité/homogénéité que les productions actuelles.

Notre projet vise donc à améliorer la production de glycogène par *E. coli* à la fois d'un point de vue génétique (meilleure compréhension de la fonc-

tion des gènes et recherche d'autres gènes impliqués) et d'un point de vue conditions de culture, mise au point du scaling-up et des conditions d'extraction. Nous caractériserons également le glycogène produit par le(s) mutant(s)

Nous envisageons de nombreuses applications dérivant du glycogène. Le glycogène ultra-pur peut notamment être utilisé en biologie moléculaire, comme excipient dans des préparations pharmaceutiques pour remplacer la cellulose, en cosmétique comme stabilisant et épaississant, comme hydrogel super absorbant et/ou encore comme complément alimentaire ou bio-floculant. D'autre part, le glycogène peut être greffé avec différentes molécules afin de lui conférer des propriétés spécifiques comme par exemple avec le chitosan pour réaliser des films alimentaires antimicrobiens, ou avec de la concanavoline pour son utilisation dans des systèmes de 'drug delivery' et de biosenseurs.

Acronyme :	GreenSIP
Titre :	Développement d'un panneau structural préfabriqué à base de panneau en bois et d'isolant bio.
Durée :	24 mois
Promoteur :	Thierry Descamps, Université de Mons
Coord. scient. :	Thierry Descamps (065 37 45 32)
Partenaire n°1 :	Marc Van Leemput - Centre Technique de l'Industrie du Bois.
Partenaire n°2 :	Benoit Parmentier - Laboratoire Structure, Centre Scientifique et Technique de la Construction.
Parrain n°1 :	Pierre Watremez - Total Concept (Constructeur de maisons à ossature bois)
Parrain n°2 :	Stephane Bagory - Spanolux (producteur de panneaux et isolants à base de bois)
Parrain n°3 :	Denis Delpire - Architecte spécialiste bois

Résumé

Le projet de recherche GreenSIP a pour objectif de développer et d'industrialiser un panneau à base de bois et d'isolant bio pouvant être utilisé comme élément de mur, de plancher voire de toiture dans la construction en bois.

Ce projet de recherche s'inscrit dans le contexte d'éco-construction qui devient incontournable en Belgique. Cette démarche implique entre autres le choix de matériaux de construction et d'isolants naturels, recyclables et peu énergivores ainsi que de technologies permettant de réduire efficacement la consommation énergétique d'un bâtiment. A l'avenir, ces critères seront primordiaux pour effectuer un choix raisonné entre diverses solutions constructives.

Parmi celles-ci, la technique de construction en ossature bois présente de nombreux avantages constructifs, outre les arguments environnementaux avancés par le matériau bois. Les plus souvent cités sont le gain de temps et la rapidité du chantier, la légèreté de la construction ou encore le gain au niveau des surfaces habitables. En effet, les constructions en ossature bois ont l'avantage d'incorporer l'isolant à la structure portante, entre les montants ou les solives, et de limiter ainsi l'épaisseur des parois. Néanmoins, ces constructions consomment tout de même globalement plus de bois que nécessaire, d'un point de vue strictement mécanique, compte tenu de l'épaisseur de l'isolant requise pour assurer les performances thermiques exigées et du caractère non structural de l'isolant.

L'emploi de panneaux sandwichs isolants structuraux constitués d'une âme isolante structurale emprisonnée entre deux panneaux à base de bois) est une solution permettant d'optimiser l'emploi des matériaux. Les SIP (Structural Insulated Panels) existants sur le marché belge et étranger constituent une solution technique intéressante mais emploient des matériaux et des technologies de mise en oeuvre incompatibles avec la démarche d'éco-construction (isolant artificiel de type polyuréthane ou polystyrène,

matériaux non respirant...). En outre, ces panneaux sont produits généralement sous forme de modules de petites dimensions qui nécessitent un assemblage précautionneux et délicat de manière à assurer l'étanchéité à l'air du bâtiment.

L'objectif du projet est donc de mettre au point un panneau sandwich préfabriqué constitué de panneaux à base de bois et d'une âme isolante réalisée en matériaux recyclés ou à base de bois (p. ex. structure en nid d'abeille cartonnée remplie d'isolant) capable de reprendre une partie de l'effort mécanique et ainsi de limiter les sections de bois nécessaires. Ce panneau monolithique constituerait un module élémentaire pour la construction de bâtiments en bois (tel qu'aujourd'hui dans la construction en bois massif contrecollé mais avec l'avantage de l'intégration de l'isolation et de l'économie de matière). Afin d'atteindre les performances thermiques exigées et d'assurer le confort hydrique du bâtiment, ces panneaux respirants et entièrement préfabriqués seraient produits en grandes dimensions correspondant à celles d'un mur d'habitation (épaisseur de l'ordre de 30 cm).

Les principales étapes de développement du projet comprendraient :

- l'étude de la composition de l'âme isolante pour lui conférer un caractère structural ;
- l'étude de l'assemblage inter-couches par collage structural et de son comportement à long terme ;
- la stabilité mécanique du panneau et la compréhension des phénomènes de transfert des efforts de cisaillement inter-couches ;
- l'étude des phénomènes de déperditions thermiques et acoustiques au travers de la paroi et des connexions ;
- l'étude de l'étanchéité à l'air de la paroi passant par celle des assemblages inter-parois.

Acronyme :	GREENSTONE
Titre :	Optimisation du Bilan Energétique du Découpage en Marbrerie et Valorisation des Boues de Sciage.
Durée :	36 mois
Promoteur :	Sélim Datoussaid, Université de Mons
Coord. scient. :	Fabrice DAGRAIN (0494893251)
Partenaire n°1 :	Mr Jacques Boucqueneau, Responsable des Recherches en domotique et automatisation au CTS, Centre de Recherche de la Haute Ecole de la Communauté française en Hainaut
Partenaire n°2 :	Ir Jean Lagneau, Inisma/CRIBC
Parrain n°1 :	Diarotech sa, Etienne Lamine
Parrain n°2 :	Modyva sprl, Philippe Brux
Parrain n°3 :	La Pierre Bleue Belge sa, Benoit Misonne
Parrain n°4 :	Carrière de la Préalles, François Renier

Résumé

L'industrie marbrière belge est actuellement concurrencée par l'arrivée de nombreux produits asiatiques parfois de qualité moyenne, mais toujours à des prix très attractifs. Ces produits ont un impact environnemental dû au transport non négligeable, et de plus leur façonnage dans ces contrées ne respecte certainement aucune règle ou norme environnementale.

Le projet de recherche a un double objectif en termes de développement durable. Le projet s'attachera tout d'abord à la compréhension des techniques de sciage de manière à rendre les machines marbrières plus performantes et le moins énergivore possible par une meilleure connaissance des modes de fonctionnement des machines et de leurs outils. Le projet envisage ainsi le développement d'un banc d'essais de sciage en laboratoire, son instrumentation et son automatisation. A terme, les résultats de la recherche permettront de proposer des moyens aux marbriers de nos régions pour contrôler leur consommation énergétique, l'état d'usure de leur outil et donc leur permettre de diminuer leurs coûts de production.

En parallèle, une attention toute particulière sera apportée aux déchets de sciage. Le travail de la pierre engendre au niveau des carrières et des marbreries, la production d'une quantité très importante de boues (plusieurs dizaines voire plusieurs centaines de milliers de mètres cubes par an en Belgique) qui sont le plus souvent entreposées sur le site de production. Les boues produites lors du sciage, meulage ou polissage de la pierre sont inertes, mais ne peuvent aller en Centre d'Enfouissement Techniques telles quelles, car les déchets "liquides" n'y sont pas autorisés. Rares sont les filières de valorisation actuelles : valorisation comme amendement dans l'agriculture (boues calcaires essentiellement pour augmentation du pH des sols acides) ou valorisation dans des procédés de fabrication (en briqueterie, en vue de produire des briques de teinte claire ou dans la fabrication de colles à carrelage). L'idée serait donc de les valoriser notamment en envisageant le remplacement de certains adjuvants chimiques dans les bétons et mortiers par les boues de sciage. L'entièreté de la pierre entrant en marbrerie pourrait donc être valorisée et plus aucun déchet ne serait généré.

Acronyme :	HLEGREEN
Titre :	L'acier HLE pour une diminution de l'impact environnemental de nos constructions
Durée :	24 mois
Promoteur :	Jean-Pierre Jaspart, Université de Liège
Coord. scient. :	Jean-Pierre Jaspart (043669247)
Partenaire n°1 :	Jean-Pierre Jaspart Département Argenco, Université de Liège
Partenaire n°2 :	Christian Richard Haute Ecole Robert Schuman, Arlon
Parrain n°1 :	ArcelorMittal Liège Research Contact : Joseph Marra
Parrain n°2 :	Bureau d'Etudes Greisch Contact : Vincent de Ville de Goyet
Parrain n°3 :	GDTech Engineering Contact : Guy Janssen

Résumé

Introduction :

L'acier HLE est un acier qui a été développé afin de présenter une Haute Limite d'Elasticité (pouvant aller de 420 N/mm² à 700 N/mm²) dont l'utilisation pourrait présenter un intérêt dans différents domaines de la construction (tels que les bâtiments, les ouvrages d'art, les éoliennes, les pylônes, les engins de manutention et de levage,...) en conduisant à un allègement des structures portantes.

Ce dernier n'est toutefois effectif que lorsque la résistance seule du HLE est requise, ce qui n'est pas classiquement le cas des structures précitées qui sont souvent dimensionnées pour des aspects de fatigue sous cycles répétés de chargement. Or l'acier HLE est traité, à cet égard, comme un acier "classique" alors que des études encore parcellaires ont démontré qu'il disposait de propriétés meilleurs en terme de résistance à la fatigue.

En d'autres termes, l'acier HLE existe aujourd'hui en tant que "acier à haute résistance mécanique", mais pas comme "acier à bonne résistance à la fatigue". Le but de la recherche proposée est donc de le faire exister comme tel !

Intérêt de la recherche dans le cadre Greenomat :

L'objectif de la recherche est de démontrer les améliorations que peut apporter l'acier HLE en termes de résistance à la fatigue et de proposer des recommandations de dimensionnement.

Un meilleur dimensionnement à la fatigue des ouvrages précédemment cités permettra une réduction substantielle du tonnage de structures très couramment rencontrées en RW. Cette réduction du poids des structures induit aussi une diminution des quantités de matériaux à transporter et à manutentionner, ce qui réduit d'autant plus les problèmes de transport et de pollution atmosphérique associés. Par ailleurs, une réduction de la manutention pendant le cycle de vie ainsi que des quantités de produits arrivant en fin de vie et devant être recyclés est aussi un atout par rapport aux impacts environnementaux.

La réduction du poids des éléments structuraux est en outre un facteur important dans le cadre d'une préfabrication en atelier qui limite fortement

les nuisances de chantier (bruit, encombrement, poussières, ...).

Par ailleurs, l'acier HLE est un matériau issu du recyclage des déchets et est lui-même 100% recyclable. La production d'une tonne d'acier HLE ne génère pas plus de CO₂ que celle d'une tonne d'acier "classique".

Au final, la combinaison de ces deux paramètres (CO₂ et poids réduit) induit une diminution directe des impacts environnementaux et donc de l'empreinte environnementale des constructions en RW.

Intérêt pour la Région Wallonne :

La Région Wallonne produit de l'acier HLE dont la compétitivité sera améliorée à l'issue du projet proposé. De plus, des centres de recherche installés en Région Wallonne sont intéressés par le sujet dans le but de proposer, pour ce matériau, de nouvelles règles de calcul à la fatigue qui seraient applicables par les bureaux d'études.

Etudes requises :

Afin d'atteindre l'objectif fixé, des essais cycliques (proportionnels et non-proportionnels) seront effectués en laboratoire sur des éprouvettes lisses et entaillées de façon à caractériser le comportement en fatigue de l'acier HLE. Les courbes de fatigue classiques (contrainte en fonction du nombre de cycles) en seront déduites et permettront d'identifier un modèle d'endommagement. Dès lors, l'étude en fatigue des parties critiques des structures sera réalisée via la technique des éléments finis avec une loi de comportement basée sur le modèle d'endommagement ainsi identifié.

Partenariat et parrainage :

Les partenaires scientifiques impliqués dans le projet sont : l'Université de Liège (ULg) et la Haute Ecole Robert Schuman à Arlon (HERS). L'ULg a notamment été impliquée ces dernières années dans des recherches relatives aux aciers HLE dans le cadre de projets Européens.

Les sociétés parrainant le projet sont : ArcelorMittal, producteur d'acier HLE, le Bureau d'Etudes Greisch (BEG) et GDTECH engineering, qui dimensionnent des structures utilisant ces aciers.

Acronyme :	MAGSTEEL
Titre :	Application de gradients de champ magnétique lors de traitements thermiques des aciers
Durée :	24 mois
Promoteur :	Rudi CLOOTS, Université de Liège
Coord. scient. :	Frédéric BOSCHINI (04-3663532)
Partenaire n°1 :	Jean-Claude HERMAN, CRM
Parrain n°1 :	AKERS, Claude GASPARD
Parrain n°2 :	CMI, Paul Neirinck
Parrain n°3 :	Arcelor-Mittal, Michel BEGUIN

Résumé

Dans le domaine de la métallurgie des aciers, les industriels sont en permanence à la recherche de nouveaux procédés de traitements thermiques. Leur objectif étant de rester compétitif, de réduire les coûts de production et de décroître leur empreinte écologique. Les nouveaux traitements thermiques doivent donc permettre de proposer un produit équivalent à moindre coût ou alors des matériaux plus performants. L'utilisation d'un champ magnétique et plus particulièrement d'un gradient de champ magnétique au cours du traitement thermique a été identifiée comme une piste intéressante pour atteindre les objectifs. En effet, il a été démontré que les champs magnétiques et les gradients de champ magnétique exercent une influence significative sur les aciers et leurs transformations, et aussi parce que les technologies nécessaires à la création de champs magnétiques intenses ne cessent d'évoluer. En particulier, les coûts d'investissement diminuent rendant les technologies attractives. Dans ce contexte, l'étude de l'effet des gradients de champ magnétiques sur les aciers présente un intérêt stratégique dans le cadre du développement de procédés et de matériaux innovants. Ce nouveau type de procédé, intéresse les industriels, producteurs ou transformateurs à chaud ainsi que les fonderies. Les recherches qui seront réalisées porteront sur l'effet des gradients de champ magnétique sur deux types de traitement thermique faisant intervenir la diffusion du carbone dans l'austénite. On est en droit d'attendre des effets appréciables car il a été rapporté dans la littérature que la vitesse de diffusion du carbone dans l'austénite sous gradient de champ magnétique est accélérée. Les deux cas étudiés seront : 1) La cémentation des aciers. Ce traitement thermique réalisé à haute température permet d'enrichir superficiellement l'austénite en carbone. L'acier traité est alors trempé. Grâce à l'effet du gradient de champ

magnétique mentionné, on peut espérer enrichir plus profondément l'austénite en carbone et donc obtenir un durcissement superficiel des aciers plus profond. Cela permettra de produire des aciers dotés de meilleures propriétés mécaniques, d'augmenter leur durée de vie et donc de réduire leur consommation. 2) Les transformations des aciers au départ de l'état austénitique. La vitesse de ces transformations dépend de la vitesse de diffusion du carbone dans l'austénite. Etant donné que les gradients de champ magnétique permettent d'augmenter cette vitesse de diffusion, on peut espérer accélérer les transformations et donc diminuer les durées de traitement thermique. Cette diminution permettra de réaliser des gains appréciables en termes d'énergie. On visera donc, par toutes ces recherches, à quantifier l'effet de l'utilisation d'un gradient de champ magnétique lors d'un recuit sur les produits métallurgiques. Les résultats escomptés à la fin de cette recherche sont donc : 1) La mise au point de nouveaux procédés de traitement thermique des aciers sous gradient de champ magnétique. 2) Une amélioration des propriétés mécaniques des aciers étudiés. Le laboratoire GreenMat se chargera de manipuler l'aimant supraconducteur et de réaliser les traitements thermiques sous gradient de champ magnétique. Une partie des caractérisations microstructurales et magnétiques seront également réalisées par le laboratoire. A l'aide de ses outils et de sa connaissance du magnétisme, le laboratoire apportera une aide à la compréhension des phénomènes magnétiques. Le CRM sera en charge de la préparation des échantillons et des modifications à apporter au four disponible au sein de l'aimant. D'autre-part, il apportera ses connaissances des procédés métallurgiques étudiés via le présent projet. Le CRM prendra également en charge une partie des caractérisations (mécaniques et microstructurales).

Acronyme : MATINOVA

Titre : Développement de matériaux innovants pour des applications industrielles en optoélectronique

Durée : 48 mois

Promoteur : Guy Terwagne, Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix

Coord. scient. : Mourad Yedji (081725475)

Partenaire n°1 : Olivier DEPARIS
Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix (FUNDP)
Département de Physique (PMR)
Laboratoire de Physique de Solide (LPS)

Partenaire n°2 : Denis FLANDRE
Université Catholique de Louvain (UCL)
Laboratoire DICE

Résumé

L'idée de base du Project MATINOVA est de développer un matériau innovant ayant des propriétés électriques et optoélectroniques de très haute qualité. Ce matériau sera destiné à plusieurs applications notamment son intégration à des cellules photovoltaïques de très haut rendement. La conception de ce nouveau matériau sera réalisée par des couches minces transparentes de SiO₂, Si₃N₄, ou Al₂O₃ synthétisées sur des substrats de silicium monocristallin ou polycristallin. Ces couches minces seront remplies par la suite avec des boîtes quantiques de silicium ou de germanium. Ces dernières seront synthétisées par implantation ionique.

La qualité et la faisabilité de ce concept a été démontré au sein des FUNDP. Un brevet a été déposé à ce propos notamment pour des applications photovoltaïques de troisième génération. En effet, en une période de deux ans, nous avons déjà mis en évidence à l'échelle laboratoire que ce matériau basé sur des nanostructures de Si possède des propriétés optoélectroniques exceptionnelles qui peuvent améliorer le rendement des cellules solaires

L'originalité de ce concept réside dans la polyvalence des propriétés optoélectroniques de ce nouveau matériau sans faire appel à plusieurs techniques en même temps (tels que la PVD) ou d'autres couches (antireflet-Si₃N₄) qui peuvent être extrêmement coûteuses aux applications visées.

Par ailleurs, des résultats de caractérisation électriques et optiques appuyés par des modélisations ont été réalisés. A travers ces résultats, l'aspect scientifique et technologique intéresse déjà des partenaires potentiels wallons que nous recherchons activement.

Le projet développera également des prototypes innovateurs sur plusieurs types de substrats tels que le silicium poly-cristallin qui est condamné à des faibles rendements dans le domaine PV ou encore le verre.

La participation de partenaires potentiels wallons tels que le laboratoire DICE et la plate-forme WINFAB (UCL), LPS (FUNDP) et de parrains industriels permettront de mettre en oeuvre et de tester, à l'échelle industrielle, ces nouveaux matériaux innovants.

Acronyme :	Membrazyme
Titre :	Membranes de chitosane électrofilées pour la catalyse enzymatique supportée
Durée :	48 mois
Promoteur :	Christine Jérôme, Université de Liège
Coord. scient. :	Christine Jérôme (04/366.34.91)
Partenaire n°1 :	Moreno Galleni, Centre d'Ingénierie des Protéines (CIP), Université de Liège
Partenaire n°2 :	Jean-François Gohy, Bio and Soft Matter (BSMA), Institut IMCN, Université catholique de Louvain
Parrain n°1 :	Kitozyme, Audrey Deschamps

Résumé

Les contraintes environnementales poussent les chimistes à développer de nouveaux systèmes générant un minimum de déchets. La mise au point de catalyseurs supportés bien définis permet de répondre à ces contraintes notamment par la récupération et le recyclage du catalyseur. Alors que de nombreux systèmes catalytiques supportés à base de supports inorganiques ou organiques, sont d'ores et déjà décrits dans la littérature, peu de travaux mettent en oeuvre des systèmes à base de matériaux biosourcés, tels que des macrostructures polymériques naturelles.

Dans ce contexte, le projet vise à développer de nouveaux catalyseurs enzymatiques supportés à base d'un polysaccharide, le chitosane, en tant que support renouvelable, sous la forme de membranes de nanofibres électrofilées.

Le développement de catalyseurs supportés performants repose notamment sur la disponibilité de supports offrant une grande surface spécifique et permettant une immobilisation efficace et orientée des sites catalytiques que sont les enzymes. L'électrofilage est une technique de mise en oeuvre de polymères, respectueuse de l'environnement, permettant, à partir d'une solution aqueuse de chitosane, d'en former une membrane nanofibreuse à très haute surface spécifique et de porosité contrôlée. Des membranes de chitosane seront préparées par ce procédé "vert" et optimisées pour l'immobilisation du catalyseur enzymatique.

Afin d'immobiliser l'enzyme de manière orientée et douce, des protéines hybrides offrant d'une part l'activité catalytique souhaitée (par exemple

une isomérase) et d'autre part un site de reconnaissance spécifique permettant l'ancrage au chitosane par interaction forte mais non covalente seront élaborées. La simple immersion de la membrane dans une solution aqueuse de ces protéines hybrides permettra d'obtenir le catalyseur supporté membranaire.

L'activité catalytique de ces nouveaux catalyseurs enzymatiques supportés sera enfin testée pour la synthèse du tagatose. Ce sucre 100% naturel issu du lactose du lait, est un nouvel édulcorant alternatif au sucre "normal" (saccharose). Prébiotique totalement inoffensif pour la santé, le tagatose n'influe que peu sur la glycémie, est très peu calorique (1,5Kcal/g contre 4Kcal/g pour le sucre), n'entraîne apparemment pas de risque de carie dentaire, et tout cela avec un goût qui diffère à peine du goût du sucre normal. Par conséquent, ce nouvel édulcorant ne s'adresse pas uniquement aux personnes en quête d'une alternative saine au sucre normal, mais également aux diabétiques et aux personnes obèses, qui peuvent l'utiliser en toute sécurité.

Le tagatose est obtenu à partir du lactose du lait en deux étapes catalysées par voie enzymatique : l'hydrolyse par une lactase du lactose en glucose et galactose, suivie de l'isomérisation du galactose en tagatose par une isomérase. Disposer de supports catalytiques membranaires, comme ceux visés par le projet, pour effectuer ces réactions, devrait permettre une production en flux continu permettant d'envisager ces synthèses en cascade.

Acronyme :	NANOBRUSH
Titre :	Couches multifonctionnelles à base de brosses de nanotubes formées par plasma
Durée :	48 mois
Promoteur :	François Reniers, Université Libre de Bruxelles
Coord. scient. :	François Reniers (026503116)
Partenaire n°1 :	Jean-Jacques PIREAUX, PMR (LISE) FUNDP
Partenaire n°2 :	Joseph MARTIAL, GIGA, ULG
Parrain n°1 :	AGC, Marc Van Den Neste
Parrain n°2 :	ArcelorMittal, Michel Beguin
Parrain n°3 :	MACTAC Europe, Carine Lefèvre

Résumé

Les propriétés des matériaux peuvent être significativement améliorées par l'adjonction de couches particulières. De nombreuses couches différentes ont été développées, et des technologies, parfois complexes, développées. Certaines de ces technologies sont disponibles industriellement. Citons, entre autres, la PVD magnétron, le dépôt chimique en phase vapeur (CVD), ou les technologies sol-gel. De nouvelles propriétés comme l'hydrophilicité, l'hydrophobicité, la conductivité de surface, la biocompatibilité, l'autonettoyant, l'antisalissure, la résistance à l'usure peuvent ainsi être conférées à un matériau de base. L'empreinte environnementale de ces couches déposées est non négligeable, due soit à la technologie (chaleur utilisée en CVD par exemple), soit à la présence de solvants à évacuer, soit à la toxicité des précurseurs utilisés.

Ce projet ambitionne de développer un nouveau type de couche multifonctionnelle (présentant plusieurs nouvelles propriétés simultanément) sur une matrice de base novatrice par différentes méthodes "plasma", avec une empreinte écologique minimale, à partir de précurseurs peu onéreux, et peu

agressifs pour l'environnement et grâce à une technologie permettant de couvrir à coût réduit de grandes surfaces.

Le principe est de déposer une couche de nanotubes de carbone verticaux (brush), qui présente déjà de par sa morphologie des propriétés de surface remarquables, et de greffer ensuite sur celle-ci (ou dans celle-ci) les fonctionnalités appropriées pour lui conférer les propriétés désirées.

Par exemple : En développant une fonctionnalisation avec des groupes fluorés, une superhydrophobicité sera atteinte. En ajoutant ou combinant un traitement de décoration avec des particules métalliques (argent, cuivre...), on obtiendra une propriété antimicrobienne ; au total, la couche sera anti-salissures, tant pour les salissures classiques, que pour les bactéries.

Le projet optimisera les procédés "plasma" grâce à une analyse physico-chimique et morphologique détaillée des surfaces et interfaces des matériaux déposés, et visera des applications sur verre, métaux et polymères.

Acronyme :	NEOFINAT
Titre :	Conception de filtres textiles antistatiques à base de fibres naturelles ou recyclées
Durée :	36 mois
Promoteur :	Philippe Vanderbemden, Université de Liège
Coord. scient. :	Benoit Vanderheyden (+3243662613)
Partenaire n°1 :	Philippe Lemaire, Health, Safety and Security (HSS) CENTEXBEL
Partenaire n°2 :	Bernard Nysten Institute of Condensed Matter and Nanosciences (IMCN) - Bio& Soft Matter (BSMA) Université catholique de Louvain (UCL)
Parrain n°1 :	Bernard Colson, Entreprise Sioen-Nordifa

Résumé

Notre projet concerne les matériaux textiles utilisés industriellement pour le filtrage et le tamisage de poudres. En raison des frottements répétés des particules contre les parois du textile, les filtres sont habituellement sujets à des problèmes d'électricité statique : les charges électriques accumulées sur les parois du filtre peuvent causer des étincelles très dangereuses en présence de particules combustibles ou inflammables. En conséquence, les filtres - habituellement fabriqués en feutre polyester - doivent être rendus conducteurs électriques pour permettre l'évacuation des charges électriques vers la mise à la terre. A cette fin, il est possible d'introduire une faible quantité (<5 %) de fibres métalliques, mais cela augmente significativement le coût.

Lors d'un projet financé précédemment par la DGO6 (période 2008-2011), les partenaires ont étudié, de manière systématique et à différentes échelles, les processus de conduction électrique dans ces matériaux pour différents arrangements et types de fibres conductrices noyées dans le polyester. En collaboration avec le parrain industriel, l'étude a permis de mettre en évidence les configurations faisant intervenir un minimum de fibres conductrices tout en gardant des propriétés antistatiques adéquates. D'un point de vue fondamental, de nouvelles hypothèses concernant les processus de conduction électrique entre fibres ont pu être proposées. Il est apparu que le feutre polyester, malgré sa conductivité électrique intrinsèquement faible, est susceptible de jouer un rôle important dans le passage du courant, notamment via l'état de surface des fibres, l'influence de l'ensimage et leur comportement en atmosphère humide.

Le choix du polyester est essentiellement motivé par son faible coût. Actuellement, seules les fibres issues de l'industrie pétrochimique sont dispo-

nibles en quantité suffisante pour un traitement industriel. Dans le cadre de ce projet, nous proposons de concevoir et d'étudier des feutres antistatiques contenant une faible proportion de métal, mais où le polyester est remplacé par des fibres naturelles et/ou recyclées (animaux, végétaux, biopolymères, matériaux recyclés...).

Le but de notre projet est de déterminer le meilleur matériau naturel ou recyclé, constituant la matrice principale du filtre antistatique, permettant de minimiser la quantité de fibres métalliques et le coût des filtres tout en assurant les propriétés antistatiques requises. Nous étudierons, en ordre de priorité, le chanvre, le lin, la laine, le polyamide obtenu à partir de l'huile de ricin, le polyester recyclé de bouteilles plastiques et les polymères biosourcés. Les échantillons seront fournis par le parrain industriel. Cette étude s'inscrit naturellement dans un développement durable car elle permettra de s'affranchir à terme des produits issus de l'industrie pétrolière. L'optimisation du matériau sera déterminée en fonction du meilleur compromis prix de revient/empreinte écologique qui garantisse un comportement antistatique adéquat. Afin de réaliser l'objectif du projet, les propriétés d'échantillons de feutres antistatiques seront caractérisées systématiquement suivant trois échelles de longueur (i) centimétrique, en vue d'une caractérisation suivant des normes internationales, (ii) millimétrique, c.-à-d. à l'échelle de la distance entre fibres, et (iii) micrométrique, c.-à-d. à l'échelle du diamètre d'une fibre. Les résultats de ces études, réalisées sous différentes contraintes électriques et environnementales, seront utilisés en outre pour déterminer les processus fondamentaux de génération, conduction et redistribution de charges au sein de ces matériaux ou en contact avec des fibres ou électrodes métalliques.

Acronyme :	NOSens
Titre :	Détection et mesure de la pollution automobile et des polluants atmosphériques
Durée :	24 mois
Promoteur :	Marie-Georges Olivier, Université de Mons
Coord. scient. :	Marc Debliquy (065374425)
Partenaire n°1 :	Patrice Megret, Service d'Electromagnétisme et Télécommunications, UMONS
Partenaire n°2 :	Mireille Poelman, Unité Traitements de Surface en Voie humide, Materia Nova
Partenaire n°3 :	Jean-Pierre Raskin, Institute of Information and Communication Technologies, Electronics and Applied Mathematics (ICTEAM), UCL
Parrain n°1 :	Dalemans Gas Detection, Jean-François Dalemans
Parrain n°2 :	Micotec, Michel Hannicq
Parrain n°3 :	Sochinor SA, André de Haan
Parrain n°4 :	Taipro Engineering, Michel Saint-Mard

Résumé

Le Service de Sciences des Matériaux de l'UMons avec différents partenaires propose de déposer un projet dans la thématique "Détection et mesure de la pollution automobile et des polluants atmosphériques". Nous visons la détection et la mesure des NOx (NO et NO2) qui sont des indicateurs de la pollution automobile et qui sont bien connus pour leur nocivité à long terme.

On propose la détection des NOx de 2 manières : de manière localisée par des capteurs ponctuels type semi-conducteur basse consommation et de manière distribuée par des capteurs de type distribué sur fibre optique. Ces deux voies permettent de répondre à des besoins complémentaires et deux types d'environnement différents : en plein air (monitoring de pollution) à l'aide de capteurs ponctuels ou dans les endroits confinés mais vastes (tunnels, parkings, ...) à l'aide de capteurs distribués. Les systèmes de mesure existants ne permettent pas de répondre à ces besoins. En effet, le coût prohibitif des analyseurs et leur encombrement limitent fortement le nombre de points de mesure. Les capteurs développés seront de coût réduit et de faible volume. Le marché potentiel est immense : monitoring et cartographie de la pollution urbaine et surveillance des tunnels et parkings.

Les matériaux sensibles développés pour la détection de ces gaz pourront être à la fois utilisés pour une détection optique et électrique (les effets sont liés). Le développement des matériaux est donc commun à ces deux techniques complémentaires.

Pour les systèmes de mesure en plein air, les concentrations à détecter sont typiquement de 0 à 100 ppb pour NO2, 0 à 300 ppb pour NO et l'objectif est la mesure en des points relativement distants les uns des autres. A l'heure actuelle, les systèmes les plus à même de mesurer dans ces gammes sont les capteurs à semi-conducteur. Ces capteurs exploitent une couche d'un matériau semi-conducteur dont la conductivité électrique varie lors du contact avec un gaz cible. La mesure de la variation de conductivité du matériau

sensible constitue donc une mesure de la concentration en gaz dans l'atmosphère. Néanmoins, un effort doit être fait pour limiter la consommation électrique de ces capteurs due à la chauffe de la couche. Pour cela, on opérera au niveau du matériau sensible de sorte qu'il fonctionne à la température la plus basse possible et au niveau de la plateforme d'interrogation (mode de mesure, réduction des dimensions, isolation thermique). Pour ce travail, il faudra veiller à la compatibilité du mode de dépôt de la couche sensible avec les technologies MEMS.

Le livrable final sera un capteur semi-conducteur pour le NO et le NO2 fiable et de fabrication compatible avec une production de masse.

Pour les endroits confinés comme les parkings ou les tunnels, les concentrations à détecter sont environ 10 à 30 fois plus élevées que les valeurs mentionnées plus haut. Dans ce cadre, on peut envisager l'utilisation de méthodes optiques de mesure par l'utilisation de couches sensibles gazeuses qui présentent donc une variation d'indice de réfraction ou de coloration lors du contact avec un gaz cible donné. L'exploitation des propriétés de ces matériaux par des fibres optiques est particulièrement intéressante car la technologie employée permet une mesure distribuée ou quasi-distribuée, c-à-d que la même fibre sert sur toute sa longueur de capteur ou sur de nombreux tronçons. Notons que l'on peut placer plusieurs couches sensibles différentes sur une même fibre et donc avoir plusieurs gaz détectables par la même fibre. L'utilisation de capteurs sur fibres optiques constitue donc une solution à la problématique de mesures multiples.

Le livrable final sera un multi-capteur sur fibre optique pour le NO et le NO2 fiable et de fabrication compatible avec une production de masse ainsi que le traitement du signal associé.

Les deux parties du projet sont complémentaires et permettent de proposer des solutions innovantes sur le marché de la mesure de pollution.

Acronyme :	NOVOVAL
Titre :	NOUVELLE VOIE de Valorisation de l'Acide Lactique wallon
Durée :	36 mois
Promoteur :	Eric Gaigneaux, Université Catholique de Louvain
Coord. scient. :	Eric Gaigneaux (+32 (0) 10 47 36 65)
Partenaire n°1 :	Eric GAIGNEAUX, Professeur, Dr Ir Université catholique de Louvain Institut de la matière condensée et des nanosciences (IMCN) Pôle "MOlécules, Solids & reactiviTy" Bâtiment De Serres Croix du Sud 2/17, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique
Partenaire n°2 :	Jean-Paul PIRARD, Professeur, Dr Ir Université de Liège Département de chimie appliquée Bâtiment B6 Génie chimique - Génie catalytique Allée de la Chimie 3, B-4000 Liège 1, Belgique jean-paul.pirard@ulg.ac.be
Parrain n°1 :	Galactic Place d'Escanaffles 23, B-7760 Escanaffles, Belgique Benoît MOREAU, Dr BMOR@lactic.com

Résumé

Dans l'esprit du développement durable, le projet NOVOVAL développera un matériau catalytique et un procédé ouvrant une nouvelle voie de valorisation de l'acide lactique produit en Wallonie. Le projet participera aussi à accroître l'indépendance de la région wallonne par rapport aux produits pétroliers.

La justification du projet repose sur 4 piliers.

1) L'acide acrylique est une molécule importante pour l'industrie chimique. Cet acide est utilisé comme monomère pour la fabrication de plastiques, d'adhésifs, de peintures, de vitrifiants, etc. Il fait donc l'objet d'un marché considérable d'environ 5 millions de tonnes au niveau mondial ouvrant de nombreux débouchés. L'acide acrylique est actuellement produit - via le propylène - à partir du propane, lui-même obtenu par hydrocraquage des dérivés pétroliers. L'origine pétrolière de l'acide acrylique est donc actuellement indéniable. Il n'est en outre pas possible de fabriquer dans les conditions du développement durable cette molécule d'intérêt à partir des ressources hydrocarbonées gazières.

2) Dans le cadre du développement durable, il est de nos jours crucial pour l'industrie chimique d'utiliser des matières premières ayant une origine autre que les ressources fossiles, et en particulier d'identifier des alternatives bio-sourcées.

3) L'acide lactique est produit par fermentation de molécules issues de la biomasse. L'entreprise Galactic - parrain du projet - est une entreprise wallonne reconnue parmi les leaders mondiaux en la matière. En quête de nouveaux marchés, un axe stratégique de Galactic est de diversifier les débouchés de son produit phare.

4) La déshydratation catalytique de l'acide lactique mène à l'acide acrylique. Suivant cette réaction il est donc possible de produire l'acide acrylique par une voie bio-sourcée, respectueuse des principes du développement durable. Il y a cependant très peu de connaissances sur cette réaction,

et la plupart sont relatives à des procédés de catalyse homogène posant de nombreux problèmes de pollution/purification des produits, de séparation/récupération des catalyseurs, de piètre efficacité (production en mode discontinu) et de complexité des procédés correspondants (production en milieu liquide, à pression réduite ou sous atmosphère inerte).

L'objectif unique et quantifiable du projet NOVOVAL est ainsi de fournir un catalyseur solide et proposer les conditions opératoires et les dimensions d'un réacteur industriel permettant de produire 100 T/jour d'acide acrylique, avec une pureté de 99,5% , à partir de 130 T/jour d'acide lactique. Le projet portera sur le développement d'un procédé en phase gazeuse, mené en continu, à pression atmosphérique, en présence d'oxygène voir sous air, et à une température n'excédant pas les 250 à 300 °C.

Le consortium presenté est en adéquation avec les tâches principales du projet : 1° le groupe de catalyse de l'UCL développera la formulation d'un catalyseur innovant pour réaliser la déshydratation de l'acide lactique, en mesurera les performances, et corrélera ces dernières avec les caractéristiques physico-chimiques du matériau catalytique ; 2° le groupe de génie chimique de l'ULg développera - sur base de données fournies par l'UCL - les modèles cinétiques décrivant le système catalytique ; il réalisera ensuite le dimensionnement du réacteur et du procédé qui devront permettre d'atteindre l'objectif du projet. L'interaction entre les deux partenaires universitaires permettra d'identifier clairement les conditions opératoires optimales du procédé ainsi proposé.

En tant que parrain, Galactic fournira le groupe de l'UCL en acide lactique de grade industriel, ce qui permettra d'optimiser la durée de vie du catalyseur et d'améliorer sa résistance à la désactivation dans des conditions très proches de celles du futur procédé industriel. Le parrain étudiera aussi la faisabilité du nouveau procédé qui sera proposé, en tenant compte des paramètres du marché, et de ses impacts environnementaux et sociétaux.

Acronyme :	PLAlip
Titre :	Synthèse de plastique biosourcé biodégradable par polymérisation enzymatique.
Durée :	48 mois
Promoteur :	Patrick Fickers, Université Libre de Bruxelles
Coord. scient. :	Patrick Fickers (02-650.30.49)
Partenaire n°1 :	Prof. Patrick Fickers Service de Biosystèmes, Biomodélisation et Bioprocédés Université libre de Bruxelles.
Partenaire n°2 :	Prof. Bernard Joris Centre d'Ingénierie des Protéines Université de Liège.
Partenaire n°3 :	Prof. Michel Paquot Unité de Chimie Biologique Industrielle Gembloux Agro-Bio Tech.
Parrain n°1 :	Futtero Philippe Coszac

Résumé

Actuellement, la plupart des polymères synthétiques existants sont issus de l'industrie pétrochimique. Au niveau mondial, cela représente une production annuelle de plus de 150 millions de tonnes dont une fraction s'accumule dans l'environnement en raison de leur faible biodégradabilité et contribue in fine à la perturbation des écosystèmes. Pour remédier à cette pollution blanche, il est impératif de trouver des alternatives économiquement rentables et en adéquation avec un développement durable. C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet que nous proposons. Celui-ci visera à la mise au point d'un procédé alternatif de synthèse de plastique biosourcé et biodégradable, tel que PLA (Poly Lactic Acid), par réaction de polymérisation de monomères obtenus biotechnologiquement à partir de biomasse. L'originalité de ce procédé consistera à utiliser des enzymes comme cataly-

seur biologique en lieu et place des métaux lourds actuellement utilisés. Ce type de procédé représente donc une alternative plus écologique. De plus, ils seront moins énergivores en raison des propriétés intrinsèques de ces catalyseurs biologiques.

La stratégie de recherche qui sera développée consistera à générer, par des techniques de mutagenèse à haut débit, des enzymes possédant des propriétés catalytiques accrues et à développer un procédé en réacteur enzymatique utilisant ces enzymes sous forme immobilisée. Finalement, le développement d'outils de supervision, sur base de l'établissement de modèles mathématiques, permettra d'assurer l'optimisation, la reproductibilité et la robustesse du procédé mis en place.

Acronyme :	PrePasWall
Titre :	Développement d'un système de murs préfabriqués en éléments de maçonnerie de terre cuite visant une isolation thermique de niveau "habitation passive"
Durée :	24 mois
Promoteur :	Hervé Degée, Université de Liège
Coord. scient. :	Hervé Degée (+3243669285)
Partenaire n°1 :	Luc Courard, Laboratoire des Matériaux de Constructions, ULg
Partenaire n°2 :	Alain Sabbe, Groupe Architecture, Faculté Polytechnique, Université de Mons
Partenaire n°3 :	Yves Grégoire, Laboratoire des Matériaux, CSTC
Parrain n°1 :	Wienerberger, Luc Vasseur
Parrain n°2 :	Lhoist, Frederic Verhelst
Parrain n°3 :	CDM, Michael vanstraelen

Résumé

Le projet de recherche trouve son point de départ dans une double constatation :

- Une récente directive européenne prescrit une évolution rapide vers un habitat énergétiquement passif au cours des 10 prochaines années ;

- Les bâtiments en maçonnerie, et particulièrement en maçonneries de terre cuite, présentent d'excellentes performances en termes de durabilité par comparaison avec d'autres modes de construction, mais ils pèchent par des délais de construction assez importants en raison du caractère encore très artisanal de leur exécution.

L'objectif de la recherche est donc de développer un système constructif à haut rendement de mise en oeuvre via la préfabrication d'éléments de structures, optimisés pour rencontrer les plus hautes exigences en matière de performances thermiques.

Le point critique des développements réside dans la réconciliation de deux demandes contradictoires. Dans la structure des bâtiments tels qu'on les conçoit et réalise habituellement dans nos régions (un mur intérieur porteur, un creux où est placé l'isolation et un parement), les exigences énergétiques accrues conduisent à un creux de plus en plus important, ce qui conduit à des épaisseurs globales de murs très significativement augmentées, et donc des difficultés de manutentions si on veut pré-fabriquer des éléments de mur. A cela s'ajoutent des problèmes de stabilité du parement extérieur dont l'accrochage à la partie portante devient moins efficace. Dans la mesure du possible, les développements de ce projet viseront à limiter au minimum nécessaire les épaisseurs tant du mur porteur que du parement.

La méthodologie prévisionnelle repose sur une approche triple, conceptuelle, expérimentale et numérique, visant à développer des éléments constructifs optimisés sur base du respect des contraintes suivantes :

- Efficacité au niveau de la manutention et de l'assemblage des éléments ;
- Performances thermiques de niveau "habitation passive" (performances globales du mur, mais aussi attention spécifique portée aux risques de ponts thermiques) ;
- Performances acoustiques (pour utilisation en contexte "appartement" ou en zone à nuisances sonores élevées) ;
- Stabilité de la partie portante et du parement, y compris la prise en compte des effets du vent sur un mur de parement d'épaisseur réduite et anormalement éloigné du mur porteur en raison du creux plus important (et donc nécessité de reconsidérer complètement les techniques d'accrochage du parement au mur porteur) ;
- Tenue aux cycles de gel/dégel et à l'humidité ascensionnelle ;
- Résistance du système à des sollicitations exceptionnelles à longue période de retour ou faible probabilité (vents de tempête, neiges exceptionnelles, chocs, séismes, explosions. . .) afin de garantir la meilleure pérennité possible au bâtiment et accroître la durée du cycle de vie moyen.

Les investigations seront menées pour définir la combinaison la plus adéquate de produits existants ou développés spécifiquement (éléments de terre cuite, mortiers, isolants thermiques et acoustiques).

Acronyme :	PROTECMAG
Titre :	Traitement de surface de pièces en magnésium pour améliorer la résistance à la corrosion par des procédés de traitement de surface respectueux de l'environnement
Durée :	24 mois
Promoteur :	Joël De Coninck, Université de Mons
Coord. scient. :	Joël De Coninck (+32 65 55 49 80)
Partenaire n°1 :	Mathieu Vanderhasten, Research Department Coatings Research Institute - CoRI
Partenaire n°2 :	Jacques Halleux, Materials Engineering - SIRRIS
Parrain n°1 :	ROSCIC, Sergej Roscic
Parrain n°2 :	MAG& AL Technologies, Bernard Tillieux
Parrain n°3 :	FN HERSTAL, Marc Daenen

Résumé

De nos jours, le magnésium s'impose de plus en plus comme un matériau d'avenir que ce soit pour des pièces injectées sous pression ou bien par thixomoulage. En effet, il est le plus léger des métaux structuraux (75 % plus léger que l'acier et 35% plus léger que l'aluminium) mais il possède aussi de très bonnes propriétés mécaniques. De plus, il s'usine et se soude aisément, il est rigide et stable dimensionnellement, il est bon conducteur électrique et thermique et il est parfaitement recyclable. Le fait qu'il soit disponible à un coût comparable et dans certains cas inférieur à ses principaux concurrents constitue un autre argument de poids en sa faveur.

L'essor de l'utilisation du magnésium vient principalement de l'industrie du transport. Différents états européens, dont la Belgique, en signant les accords de Kyoto se sont engagés à diminuer leur émission de gaz à effet de serre. Pour les secteurs de l'automobile et de l'aéronautique, une des principales pistes pour réduire ces émissions est l'allègement des véhicules. Le bon rapport entre leurs propriétés mécaniques et leur densité fait du magnésium et de ses alliages des candidats de choix pour gagner du poids. L'industrie de l'électronique et plus particulièrement de la micro-électronique est une autre source importante de débouchés pour le magnésium ; ici on s'intéressera non seulement à son faible poids mais aussi à ses possibilités de blindage vis-à-vis des ondes électromagnétiques que lui confère sa bonne conductivité électrique.

Malheureusement, il est aussi le métal avec le potentiel d'électrode le plus négatif et est d'autant plus sensible à la corrosion que la couche d'oxyde qui se forme à sa surface n'est, pour une majorité d'applications, pas protectrice. Ce problème important a longtemps été un frein à son développement économique. Aujourd'hui, il existe des solutions pour sa protection, mais ces solutions sont peu industrialisées en Europe, et pas du tout en Région wallonne.

Parmi les solutions intéressantes, il y a la conversion chimique sans

chrome, l'anodisation (conversion électrochimique), les dépôts céramiques, les revêtements par voie liquide ou solide, avec notamment les sol-gels, et les dépôts métalliques type PVD et CVD.

Un tri doit être fait parmi ces divers procédés pour identifier les plus respectueux de l'environnement. Ce tri doit être fait en tenant compte de l'analyse complète du cycle de vie des pièces, tenant compte du fait que leur durée de vie est augmentée grâce à leur résistance accrue à la corrosion, mais aussi en intégrant les étapes de gestion en fin de vie et le recyclage des pièces.

L'objectif de ce projet est d'identifier trois procédés "verts" distincts apportant trois niveaux de résistance à la corrosion différents qui pourraient être : utilisation en intérieur - en extérieur continental - en extérieur bord de mer (se traduisant par une résistance minimale de 150 heures - 500 heures - 1000 heures au brouillard salin suivant la norme ASTM B117).

Dans le cadre de ce projet, les paramètres de mise en oeuvre de ces procédés seront étudiés et optimisés dans chaque cas. A l'issue du projet, une ou plusieurs industries actives dans le traitement de surface auront à leur disposition les données et l'expertise nécessaires pour se lancer directement dans la commercialisation de ces procédés.

Les partenaires du projet rassemblent des compétences dans les domaines du traitement de surface (UMons), des revêtements organiques (CoRI) et de la mise en oeuvre du magnésium (SIRRIS). Le Technifutur dispose en outre d'une petite ligne de traitement de surface permettant la mise en oeuvre de solutions à l'échelle pré-industrielle.

Les parrains industriels pressentis sont : FN Herstal (application industrielle), Saphonyx (fournisseur de solutions en traitement de surface), Roscic (société faisant du traitement de surface), Mag& al Technologies (commercialisant des pièces injectées en magnésium sur le marché européen).

Acronyme :	RECYLCLAD
Titre :	Fabrication de CYLindres bimétalliques par REchargement Laser (Laser CLADding) d'aciers à outils optimisés sur axes REutilisables
Durée :	48 mois
Promoteur :	Jacqueline LECOMTE-BECKERS, Université de Liège
Coord. scient. :	Jacqueline LECOMTE-BECKERS (04 366 91 93)
Partenaire n°1 :	Gisèle WALMAG (Senior Researcher in Advanced Materials, Solution and Sensors) CRM (Propriétés d'usage des matériaux cylindres, laminoir pilote et calculs énergétiques)
Partenaire n°2 :	Thierry DORMAL (Responsable technologique Additive Manufacturing) SIRRI : Additive Manufacturing, Laser Cladding
Parrain n°1 :	Mario SINNAEVE (R & D - Quality Manager) MARICHAL KETIN (MK) : Fabrication de cylindres de laminoir

Résumé

Actuellement les cylindres de laminoir bimétalliques sont élaborés par coulée centrifuge avec un axe en fonte GS et une enveloppe en acier à outils à hautes performances. Ce procédé implique l'élaboration d'une fonte par un procédé polluant ainsi que des traitements thermiques dans la masse. De plus, en fin de vie ces cylindres sont mitraillés en aciérie sans la moindre valorisation après un usage unique. La méthode actuelle de fabrication présente des limitations en termes de propriétés mécaniques dues aux faibles vitesses de refroidissement lors de la coulée centrifuge, qui conduisent à des microstructures grossières dans l'enveloppe.

L'objectif de la recherche est de développer une nouvelle filière permettant la réutilisation de l'axe, la réduction de la consommation d'énergie lors de la fabrication et l'élimination d'un procédé de fusion polluant ainsi que l'obtention de propriétés d'utilisation optimisées. Il s'agira donc de produire un cylindre bimétallique (4 à 15 tonnes) pour le laminage à chaud, avec un axe réutilisable en acier (au lieu d'une fonte GS) et une enveloppe fortement sollicitée en acier à outils, cette dernière étant réalisée par rechargement laser (Laser Cladding). C'est un procédé innovant permettant de recharger des pièces par addition de matière à partir de poudre métallique sous l'effet d'un laser, et caractérisé notamment par une grande vitesse de refroidissement ce qui conduira à des matériaux plus performants à structure fine. De plus le cylindre ainsi obtenu ne nécessitera qu'un traitement thermique de surface et non plus dans la masse.

Le défi scientifique actuel au niveau des cylindres consiste à réutiliser un axe en acier en tant que coeur d'un cylindre avec un rechargement du métal d'enveloppe. Lorsque le cylindre sera en fin de vie, son axe ne sera plus mitraillé, mais rechargé pour un nouveau cycle d'utilisation. L'enveloppe aura une microstructure ultra fine, et devra présenter une bonne résistance au choc et à l'usure d'une part, et une bonne tenue à la fissuration thermique et à l'oxydation à chaud d'autre part. De plus pour la tenue d'ensemble du cylindre en service, la liaison métallurgique entre le métal d'enveloppe et le matériau de coeur doit être optimisée. Outre la finesse structurale, le Laser Cladding permet un choix plus étendu de compositions chimiques

des alliages, ce qui nécessitera la mise au point de traitements thermiques adaptés.

Il existe aussi un défi technologique dans la mesure où le procédé visé pour la fabrication du métal d'enveloppe demande une optimisation poussée en vue de réaliser par Laser Cladding des dépôts épais (quelques dizaines de mm), sains et homogènes sur des pièces de la taille des cylindres envisagés (jusque 850 mm de diamètre, sur des longueurs de l'ordre de 2 m).

Les différentes étapes du développement du projet sont les suivantes :

- Dépôt par Laser Cladding et caractérisation de matériaux types aciers à outils pour le métal d'enveloppe du cylindre
- Développement de couples de matériaux en mettant au point la bonne liaison entre des matériaux d'enveloppe et un substrat en acier faiblement allié avec vérification de la résistance de la liaison après traitement thermique adapté
- Evaluation des matériaux développés du point de vue de la tenue à l'usure, à la fissuration thermique et à l'oxydation à chaud
- Calcul de l'impact énergétique du nouveau procédé et comparaison avec la filière actuelle
- Fabrication d'un petit cylindre pour laminoir pilote (Dia 400 mm, Long 400 mm).

En terme de valorisation, l'utilisation du Laser Cladding (technologie additive avec consommation minimale de matière) sur axes réutilisables s'inscrit dans une perspective de développement durable. Les nouveaux cylindres produits auront une durée de vie et des performances accrues. Cette alternative permettrait une réduction de la consommation énergétique liée à leur fabrication. Cette nouvelle filière constitue une rupture technologique qui contribuerait à rendre plus concurrentielle l'industrie wallonne, avec une croissance des exportations.

Acronyme :	REVIBIF
Titre :	Résines Epoxydes et Vinylester "BIsphenol A-Free".
Durée :	24 mois
Promoteur :	Jacques DEVAUX, Université Catholique de Louvain
Coord. scient. :	Gaëtane LELOUP (0493/24 88 10)
Partenaire n°1 :	Dr. Michaël ALEXANDRE, CRM, Université de Liège
Parrain n°1 :	VALORE Dr. RACHIDI Saïd

Résumé

Le Bisphenol A est largement utilisé comme élément de base de matériaux polymères. Il est employé dans la synthèse de thermoplastiques par exemple comme monomère du polycarbonate. Il intervient aussi dans certaines résines thermodurcissables, ea comme constituant principal de la résine époxyde DGEBA [Diglycidyléther de Bisphénol A], précurseur de résines vinylester comme le Bis-GMA [Diglycidyléther de Bisphénol A diméthacrylé]. Sa présence à l'état non-lié dans tous ces matériaux est connue depuis plus de dix ans. Elle provient soit d'un équilibre chimique soit de résidus de synthèse. Le Bisphénol A peut dès lors migrer dans un liquide avec lequel ces matériaux sont mis en contact.

Etudié dès les années 1930 comme un potentiel oestrogène de synthèse, le Bisphénol A est aujourd'hui suspecté d'être à l'origine de problèmes de santé, surtout chez les enfants. Il semble avéré que plus de 90% des adultes américains présentent des niveaux quantifiables de Bipshénol A dans leurs urines. Les effets physiologiques réels de l'ingestion de faibles quantités de Bisphénol A provenant des emballages alimentaires sont encore controversés et font l'objet de nombreux débats.

Plusieurs pays, et récemment la Communauté européenne ont pris des mesures d'interdiction ou envisagent de le faire pour la fabrication de récipients susceptibles de libérer du Bisphénol A dans la nourriture pour les bébés. Les résines époxydées, utilisées comme revêtements de boîtes de conserve font aussi l'objet de restrictions plus ou moins sévères.

Poussées par le "principe de précaution" et par la crainte du grand public suscitée par les polémiques actuelles, plusieurs compagnies commerciales envisagent dès maintenant le remplacement du Bisphénol A comme constituant de base des résines thermodurcissables utilisées comme revêtements de boîtes de conserve et de cannettes8.

Les résines vinylester dérivées de la résine époxyde DGEBA, en particulier de Bis-GMA, sont actuellement moins ciblées par les attaques des associations de consommateurs que le polycarbonate ou le DGEBA. Néanmoins,

le Bis-GMA est un composant majeur des résines de restauration dentaire.

Des résines époxydes de substitution au DGEBA commencent à apparaître sur le marché des emballages alimentaires et, notamment, des résines basées sur des dérivés de sucres comme l'isosorbide9 qui font l'objet d'un brevet américain récent.

L'objectif principal du projet "Résines Epoxydes et Vinylester "Bisphenol A - Free", est d'étudier la possibilité de réaliser en Wallonie des résines de types époxy et vinylester sur base de précurseurs biosourcés de préférence d'origine européenne. L'élément de base envisagé comme substitut du bisphénol A est l'isosorbide (produit entre autres par la firme française "Roquette Frères" avec qui des contacts ont été pris), ou tout autre diol naturel. L'époxydation sera réalisée par l'Epicérol(R), molécule biosourcée produite par Solvay à base de glycérine, sous-produit de la fabrication de Biodiesel. Cette résine époxyde biosourcée sera fonctionnalisée par des méthacrylates pour obtenir un substitut "Bisphenol A free" du Bis-GMA. L'expertise du partenaire ULg en chimie organique de synthèse sera exploitée à ce niveau.

Un second objectif est de formuler une résine dentaire photopolymérisable comprenant un substitut biosourcé du Bis-GMA et d'en étudier les propriétés physico-chimiques et mécaniques dans des conditions similaires à un usage normal, mais à l'exclusion d'études cliniques. L'expérience de dix années de recherches du promoteur dans ce domaine sera pleinement exploitée.

Un troisième objectif est d'étudier l'applicabilité des résines époxy biosourcées synthétisées comme intermédiaires des vinylesters comme résines de base de matériaux composites soit pour des applications structurales de pointe (dans la ligne du projet APC du pôle Skywin) soit pour des applications dans la construction mécanique (dans la ligne du projet Greenwin Componat).

Acronyme :	SENSMAT
Titre :	Imagerie et caractérisation non-destructives des matériaux par inversion de données radar hyperfréquence
Durée :	24 mois
Promoteur :	Sébastien Lambot, Université Catholique de Louvain
Coord. scient. :	Sébastien Lambot (+32 10 473711)
Partenaire n°1 :	Benoît Jourez, CRNFB - Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois
Partenaire n°2 :	Johan Van Opstal, ERM - Ecole Royale Militaire
Parrain n°1 :	SPANOLUX, Geoffroy Colyn
Parrain n°2 :	SONACA, Jean-Louis

Résumé

Non destructive testing (NDT) represents a wide range of techniques for imaging and characterizing materials in a non invasive way, thereby without altering the material being inspected. NDT is applied in science and industry and provides a fast and cost-effective way for material production process monitoring and product quality evaluation. Amongst existing technologies, radar techniques are of particular interest as electromagnetic waves penetrate non-metallic materials and provide high-resolution images of material structures. Radar processing techniques further permit to retrieve the electromagnetic properties of the materials, which can then be correlated to physical properties of interest for a particular application (e.g., concrete moisture). Material information retrieval can be maximized using ultra wideband radar systems and by resorting to full-waveform inverse modelling. Yet, existing processing algorithms are still limited by the strongly simplifying assumptions on which they rely regarding electromagnetic wave propagation phenomena, inherently resulting in quantitative limitations. In particular, radar antenna effects and antenna-material interactions are usually not accounted for. In that respect, we developed a theoretically exact model for the particular case of far-field measurements for wave propagation in planar layered media with application to ground penetrating radar (Lambot et al., 2004). We introduced a way to generalize the approach to near-field conditions (Lambot et al., 2010), which are of particular interest as near-field measurements permit to significantly increase characterization resolution and wave penetration depth, thereby further extending the application range of the technique. Recently, we found an exact formulation of the electromagnetic problem, proposed a strategy for antenna calibration, and successfully validated the approach for real measurements. The technique is presently under consideration for a patent and shows great promise for characterizing planar layered media using full-waveform inversion, with unprecedented accuracy and efficient computation time. In

that context, the objective of the proposed project SENS MAT within the Greenomat call is to adapt and further validate the proposed radar-based NDT method for real application case studies within the industry. Focus will be given to two industrial sectors : wood industry and aeronautics. Increasing concerns regarding our environment has progressively raised the valorisation of wood as a material for structural applications, such as home construction and large commercial structures, for which wood physicochemical and correlated mechanical properties are key factors. In aeronautics, materials are subject to specific requirements such as being light and safe, with intensive researches that are being conducted to improve existing products. NDT for product control (detecting defects such as delamination, porosities and inclusions) appears in that sector as crucial. This research project should result in a new NDT technology that is expected to outperform existing methods, not only in terms of accuracy and cost, but also by providing additional information such as frequency-dependent electromagnetic parameters. The two industrial applications that are dealt with will represent a valuable proof of concept for other applications, such as road inspection, for instance.

References

- Lambot, S., Slob, E.C., van den Bosch, I., Stockbroeckx, B. and Vanclooster, M., 2004. Modeling of ground-penetrating radar for accurate characterization of subsurface electric properties. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 42 : 2555-2568.
- Lambot, S., Andre, F., Jadoon, K.Z., Slob, E.C. and Vereecken, H., 2010. Full-waveform modeling of ground-coupled GPR antennas for wave propagation in multilayered media : the problem solved ? In *Proceedings of the 13th International Conference on Ground Penetrating Radar (GPR 2010)*, June 2010, 5p.

Acronyme : SMART

Titre : Matériaux intelligents pour l'emballage fonctionnel (cryo et thérapie, chaîne du froid, secteur textile, ...)

Durée : 36 mois

Promoteur : Yann Garcia, Université Catholique de Louvain

Coord. scient. : Yann GARCIA (010472826)

Partenaire n°1 : Eric Beeckman, MATERIALS ENGINEERING DEPARTMENT, SIRRIIS

Partenaire n°2 : Umberto Baraldi, MATERIALS ENGINEERING DEPARTMENT, SIRRIIS

Partenaire n°3 : Carl Emmerechts, MATERIALS ENGINEERING DEPARTMENT, SIRRIIS

Partenaire n°4 : Laurent Seronveaux, MATERIALS ENGINEERING DEPARTMENT, SIRRIIS

Résumé

Un matériau d'emballage intelligent qui pourrait agir comme un "thermomètre" ou écrire une information donnée sans le soutien d'une électronique externe coûteuse est très rare dans l'industrie de l'emballage d'aujourd'hui. Il y a pourtant une forte demande d'innovation technologique dans ce secteur pour des matériaux thermo et même photosensibles qui pourraient répondre à une variation de température ou une irradiation de lumière externe voire une modification de l'humidité. Dans ce contexte, la conception et la fabrication de nouveaux matériaux intelligents compatibles avec des matériaux d'emballage à partir de sources organiques et inorganiques présentant une bistabilité moléculaire sont envisagés. Ce projet revêt une innovation

scientifique et technologique dans la mesure où le choix des ingrédients pour les matériaux d'emballage ainsi que les tests de compatibilité avec les matériaux invités devra être mené avec rigueur et minutie. La rentabilité du projet est assurée par le faible coût des matériaux originaux et l'absence d'électronique lourde. Ces nouveaux matériaux conviviaux et multifonctionnels seront un grand atout pour la réforme sociale et économique envisagée par la Région Wallonne dans le secteur de l'emballage de haute technologie visant au stockage des aliments et des médicaments, ainsi que dans le secteur textile et routier.

Acronyme :	SMARTSPRAY
Titre :	Fabrication à bas coût de vitrages électrochromes, régulateurs de température, par spray pyrolyse.
Durée :	48 mois
Promoteur :	Rudi Cloots, Université de Liège
Coord. scient. :	Catherine Henrist (04 3663438)
Partenaire n°1 :	Jean-Pol Vigneron, Laboratoire de Physique du Solide, FUNDP
Parrain n°1 :	AGC Flatglass Europe, Vincent Lieffrig

Résumé

Beaucoup d'oxydes de métaux de transition ont un comportement électrochrome (EC) c'est-à-dire que leur transmittance optique est modifiée sous l'effet de l'insertion ou de la désinsertion de charge électrique. Ces matériaux peuvent être intégrés dans des vitrages multicouches, et la modulation optique est alors produite par application d'un faible potentiel électrique permettant ainsi une meilleure gestion de la lumière du jour et de l'apport de chaleur du soleil. Les films électrochromes sont donc développés pour des applications de vitrages dynamique (Smart windows) .

Les applications commerciales sont essentiellement basées sur les films d'oxyde de tungstène (qui se colore par insertion d'ions) et d'oxyde de nickel (qui se colore par extraction d'ions). La barrière actuelle à la commercialisation de ces produits à grande échelle réside dans le coût de fabrication de ces films, dominée par les technologies de pulvérisation sous vide. Une étude récente du National Laboratory of Renewable Energy démontre qu'une percée significative du marché des applications résidentielles ne pourra s'effectuer que si le prix de fabrication descend sous la barre des 215 \$ /m², soit cinq fois moins que le valeur actuelle.

Nous proposons d'étudier la mise au point d'une méthodologie de dépôt moins onéreuse, basée sur la pulvérisation de solution à pression ambiante (Spray Pyrolysis), afin de diminuer les coûts associés aux technologies sous vide. En parallèle des applications sur verre plat, cette technologie présente l'avantage d'être adaptable à des procédés roll-to-roll traitant de grands volumes de production, à vitesse élevée. C'est pourquoi elle a été sélectionnée parmi toutes les méthodes de dépôt à partir de solution déjà rapportées dans la littérature.

Les méthodes par voie humides sont déjà très étudiées pour la préparation de la couche d'oxyde de tungstène. Toutefois, pour la couche d'oxyde de nickel, une optimisation est nécessaire. En effet, la chimie "sol-gel" de

l'oxyde de nickel est nettement moins développée. De plus, l'effet électrochrome de l'oxyde du nickel est moins bien compris et plus dépendant d'effets microstructuraux tels qu'hydratation de surface, joints de grains, taille des grains, etc... Dans ce cadre, de nombreux dopants de la structure cristalline de l'oxyde de nickel ont été étudiés mais souvent de façon empirique.

Nous proposons de combiner les expertises de deux laboratoires universitaires (GreenMAT (ULg) et (Physique du Solide(FUNDP)) avec l'appui d'un parrain industriel directement intéressé par cette problématique (AGC Flatglass).

Le laboratoire GreenMAT possède une expertise dans la réalisation de couches minces d'oxydes divers par des méthodes en voie humides dérivées du sol-gel. D'autre part, il étudie depuis de nombreuses années l'influence d'éléments dopants sur les propriétés électroniques et microstructurales de céramiques à base d'oxydes. Il possède également une grande expérience et un panel important de méthodes de caractérisation microstructurale de ces films : analyse chimique et cristallographique, porosimétrie, contrôle de l'épaisseur, de la taille des grains, imagerie de la surface et de l'interface verre-film (microscopies électroniques et microscopie à force atomique)...

Le laboratoire de Physique du Solide interviendra au niveau de la compréhension des mécanismes de modulation optiques et leur modélisation . L'expertise de cette équipe concerne la structure électroniques des matériaux solides, l'approche numérique de la diffusion des électrons et des photons et la propagation de la lumière dans les matériaux inhomogènes. Elle a également une expérience dans l'étude de nouvelles interfaces pour le contrôle des flux lumineux.

Acronyme :	SOLID
Titre :	Composites à changement de phase solide-solide pour les bâtiments
Durée :	48 mois
Promoteur :	André De Herde, Université Catholique de Louvain
Coord. scient. :	Arnaud Evrard (010/47.21.60)
Partenaire n°1 :	Thomas Pardoën, Pascal Jacques, Institute of Materials and process engineering - IMAP, UCL
Partenaire n°2 :	Jacques Devaux, Christian Bailly, Institute of Condensed Matter and Nanosciences - IMCN, UCL
Partenaire n°3 :	Christian Pierre, Olivier Germain, Centre national de Recherches scientifiques et techniques pour l'Industrie Cimentière - CRIC
Parrain n°1 :	Fédération de l'Industrie Cimentière Belge - FEBELCEM, André Jasienski
Parrain n°2 :	HOLCIM, Séverine Baudoin
Parrain n°3 :	Groupe Roosens, Jésus Maria Lera Marco

Résumé

Les matériaux à changement de phase (MCP) sont déjà utilisés dans la construction pour lutter contre les surchauffes. Ils permettent de réduire les besoins en climatisation durant les périodes chaudes dans les bâtiments à faible inertie thermique ou à apports internes importants. Le principe physique est simple : une part de l'énergie n'est pas transmise à l'intérieur du bâtiment car elle est utilisée pour le changement de phase. Cette chaleur n'est en fait que temporairement emmagasinée, puisqu'elle est libérée lors du changement de phase inverse. Les MCP accroissent donc l'inertie thermique effective du bâtiment.

Les industriels ont rapidement envisagés des MCP à transition solide-liquide, mais les premiers conditionnements (poches, capsules, barres) ont été peu convaincants (fuites, toxicité, surfusion, instabilité chimique ou dimensionnelle). Aujourd'hui, ils ont été remplacés par d'autres technologies : la micro-encapsulation (capsule polymérique microscopique ultra-résistante contenant le MCP) et l'imprégnation (incorporation du MCP dans les pores d'un matériau porteur). De la plaque finie (plâtre, béton, graphite...) aux microbilles à introduire dans un mélange (béton ou enduit), la gamme d'utilisation de ceux-ci s'est fortement élargie ces dernières années.

Le projet proposé part de la question suivante : "Est-il possible d'envisager des matériaux, ou complexes composites, où les changements de phases auraient une transition solide-solide?". Si un tel matériau, ou complexe composite, existe, il s'agirait en fait d'une véritable révolution structurelle dans le domaine.

Une première analyse de la littérature scientifique a montré qu'il est possible d'envisager ce type de transition solide-solide (MCPss) avec des polymères hyper-ramifiés, des polyalcools ou des sels hydratés. Certains emmagasinent bien plus de chaleur en passant d'une phase cristalline à une phase amorphe, que lors de la fusion des MCP à transition solide-liquide. De nouveaux types d'acier ne perdant pas leurs propriétés mécaniques lors

d'un changement de phase solide-solide sont aussi en développement. De plus, les nanotechnologies offrent des possibilités encore largement sous-exploitées dans ce domaine.

Au terme des deux premières années, la recherche aboutira à la définition préindustrielle d'un élément de paroi. A ce stade, les partenaires de la recherche ont convenu de focaliser leurs efforts sur le développement et l'optimisation de MCPss existants, intégrés dans un élément de paroi non porteur destiné au cloisonnement intérieur de bâtiments du secteur tertiaire, bureaux ou écoles, dont les charges internes sont élevées et les risques de surchauffes et d'inconfort importants.

Architecture et Climat, développera une stratégie de décharge efficace, en intégrant les aspects architecturaux et constructifs, et coordonnera l'optimisation de l'effet de la paroi développée sur les performances d'ensemble du bâtiment. IMAP contribuera à l'optimisation du matériau architecturé proposé et validera la structure multi-matériaux développée, organiques et inorganiques. IMCN validera le choix des PCMss étudiés sur base d'analyses thermiques correspondant à ceux rencontrés dans la construction et sur base d'une analyse en termes de sensibilité et de longévité. Le CRIC participera à la réalisation de prototypes et à l'analyse et l'optimisation des performances d'ensemble du composant (chimie du béton, performances mécaniques, manutention). Les parrains industriels de la recherche fourniront les matériaux à tester, et permettront la valorisation et la diffusion efficace des résultats.

Basée sur le besoin de limiter les consommations en termes de climatisations, la présente recherche contribuera au développement économique et social wallon et renforçant les synergies entre les disciples de l'architecte, de l'ingénieur, de l'industriel et du praticien en multipliant l'inertie thermique effective des bâtiments dont la consommation peut dès lors devenir pratiquement nulle.

Acronyme :	THERMOMERS
Titre :	Matériaux nanocomposites polymères pour la conversion thermoélectrique en conditions ambiantes
Durée :	48 mois
Promoteur :	Roberto Lazzaroni, Université de Mons
Coord. scient. :	Roberto Lazzaroni (065 37 38 60)
Partenaire n°1 :	Roberto Lazzaroni, CIRMAP, UMONS
Partenaire n°2 :	Yves Geerts, Laboratoire de Chimie des Polymères, ULB
Partenaire n°3 :	Pierre Gaspard, Service de Physique des Systèmes Complexes et Mécanique Statistique, ULB
Partenaire n°4 :	Bernard Nysten, IMCN-BSMA, UCL
Parrain n°1 :	AGC, Marc Van Den Neste
Parrain n°2 :	Nanocyl, Alexandre Clerbaux
Parrain n°3 :	Solvay, Guy Laurent
Parrain n°4 :	TOTAL, Olivier Lhost

Résumé

La thermoélectricité est l'énergie électrique produite directement à partir de chaleur à l'aide d'un thermogénérateur. Celui-ci est composé de deux matériaux semiconducteurs, l'un transportant des charges positives (type p) et l'autre des charges négatives (type n), disposés côte à côte et reliés électriquement. Une différence de température aux bornes du dispositif engendre une force électromotrice permettant de convertir l'énergie thermique en énergie électrique.

Des thermogénérateurs fonctionnant efficacement dans des conditions ambiantes ($T < 100^{\circ}\text{C}$) manquent cruellement dans l'arsenal des technologies vertes. Pourtant leur applicabilité est gigantesque, par exemple dans les bâtiments, car une différence de température est pratiquement toujours présente aux parois, vitres et murs. La thermoélectricité à grande échelle pourrait aussi être associée aux technologies photovoltaïques, en exploitant l'échauffement des panneaux induit par la composante infrarouge solaire. Un autre domaine majeur d'application est la conversion de la chaleur produite par les équipements électriques domestiques (ordinateurs, téléviseurs, ...)

Les performances thermoélectriques d'un matériau sont liées à un facteur de mérite (ZT), qui doit être le plus élevé possible. Ce facteur est proportionnel au carré du coefficient de Seebeck (qui est lié à la différence de potentiel induite par un gradient de température) et à la conductivité électrique et est inversement proportionnel à la conductivité thermique. Il est donc nécessaire d'élaborer des matériaux bons conducteurs de l'électricité, mauvais conducteurs de la chaleur et dotés d'un coefficient de Seebeck élevé. A l'heure actuelle, les meilleurs matériaux inorganiques commerciaux (à base de bismuth et de tellure) ont $ZT \approx 1$. Pour une différence de température de quelques dizaines de degrés, le rendement d'un générateur de $ZT=1$ est seulement de quelques pourcents ; cependant, cette technologie présente les avantages d'être peu encombrante, silencieuse, durable et

sans entretien (pas de pièces mobiles). Des thermogénérateurs bon marché peuvent donc constituer une source alternative d'énergie propre.

A l'inverse des composés inorganiques, les semiconducteurs polymères organiques n'ont été que très peu étudiés pour la conversion thermoélectrique, en raison de leur relativement faible valeur de ZT et de la prévalence de matériaux de type p. Les polymères conjugués ont néanmoins d'autres avantages dont : i) la flexibilité mécanique, ii) la synthèse à bas coût, iii) l'absence de toxicité, iv) la mise en oeuvre à température ambiante et sur de grandes surfaces et v) leur conductivité thermique, qui est 3-4 fois moindre que celle des meilleurs matériaux inorganiques, ce qui permet d'espérer des performances accrues. En outre, la conductivité thermique pourrait encore être abaissée par l'usage de nanocomposites à matrice polymère.

Pour explorer le potentiel des technologies thermoélectriques polymères, notre stratégie sera double : d'une part, nous développerons de nouveaux matériaux polymères spécifiquement conçus pour le transport électrique de type n. D'autre part, nous élaborerons des nanocomposites à base de polymères conducteurs et de nanocharges, en particulier des nanotubes de carbone et des nanoparticules de matériaux inorganiques (tellure, ...).

Des études récentes indiquent que, par leurs propriétés intrinsèques et leur caractère nanométrique, ces nanocharges peuvent augmenter sélectivement la conductivité électrique et/ou le coefficient de Seebeck. Nous espérons ainsi obtenir de nouveaux matériaux combinant les propriétés favorables de chaque constituant (des conductivités électriques et coefficients de Seebeck élevés et de faibles conductivités thermiques) et dont l'élaboration et la mise en oeuvre seront relativement aisées. Nous veillerons en outre à ce que ces processus de fabrication et de mise en oeuvre soient respectueux de l'environnement (solvants non-toxiques, confinement des nanoparticules, ...)

Acronyme :	VALOPALE
Titre :	Mise au point d'une filière de valorisation des pales d'éoliennes en matériaux composites
Durée :	48 mois
Promoteur :	Marc Degrez, Université Libre de Bruxelles
Coord. scient. :	Pierre D'Ans
Partenaire n°1 :	Marc Degrez, Matières & Matériaux, Université Libre de Bruxelles (ULB)
Partenaire n°2 :	Philippe Moniotte, Intensification des procédés, Certech ASBL
Parrain n°1 :	Greenelec Europe SA, Jacques Mambour
Parrain n°2 :	Valore, Saïd Rachidi
Parrain n°3 :	3B The Fibreglass Company, Sanjay Kashikar

Résumé

Le projet a pour objectif d'établir une filière de traitement pour la valorisation des matériaux composites à fibres de verre et / ou de carbone qui composent les pales des éoliennes.

La voie principalement étudiée est la solvolysse en conditions voisines du point critique de l'eau, dans le but de séparer les fibres de verre par dissolution de la matrice. Les paramètres seront optimisés de manière à préserver au mieux l'intégrité des fibres et, si possible, à obtenir un liquide valorisable dans l'industrie chimique ou pétrochimique à partir de la matrice résineuse.

Des essais complémentaires de solvolysse sur des composites à fibres de carbone, également utilisés dans les éoliennes, sont envisageables, de même que des essais de pyrolyse (selon l'évolution du projet).

L'intégrité des fibres extraites par solvolysse, ou par une méthode alternative, sera évaluée, de même que leur réinsertion dans le circuit industriel de la production des matériaux composites.

La pertinence environnementale de la filière sera quantifiée au moyen d'analyses de cycle de vie et optimisée par la proposition de règles d'éco-conception adaptées, et ce, dès le stade prototype.

Les rôles des partenaires "recherche" respectifs seront ventilés comme suit :

1.- CERTECH :

- Tests de solvolysse sur prototypes de laboratoire :

* Dans un premier temps à basse température et basse pression en conditions catalytiques

* Dans un second temps, avec un nouveau réacteur permettant d'atteindre le point critique de l'eau (374°C, 221 bar)

- Identification des paramètres principaux du procédé

- Analyse du liquide extrait par dissolution de la matrice, ainsi que du marché potentiel qui en découle

- Tests éventuels de solvolysse sur composites à fibres de carbone et / ou de pyrolyse.

2.- ULB-Matières & Matériaux :

- Intégration de la filière. Vérification de la faisabilité des procédés envisagés.

- Analyse du cycle de vie des procédés envisagés, telle qu'une comparaison solvolysse / pyrolyse.

- Etude de l'effet des paramètres opératoires de la solvolysse sur le bilan environnemental, dès le stade du prototype.

- Impact du recyclage par solvolysse sur le cycle de vie complet d'une éolienne. Comparaison de cet impact avec les bénéfices de l'électricité d'origine éolienne.

- Analyses et caractérisations de matériaux récupérés.

La validation par les partenaires industriels et / ou valorisation pourra se faire comme suit :

1.- Greenelec :

Collecte d'échantillons de pales d'éoliennes, expertise dans l'utilisation des éoliennes. Informations pratiques de terrain concernant la phase de collecte des pales usagées. Données de terrain pour les analyses de cycle de vie mentionnées ci-dessus. Etudes des dispositifs à mettre en oeuvre pour la récupération ultérieure des pales en fin de vie tant au niveau national qu'international, notamment en liaison avec l'AWEX

2.- Valore :

Montée en échelle du procédé de solvolysse, industrialisation.

3.- 3B-Fibreglass :

Valorisation des fibres séparées par solvolysse :

- Validation du schéma de contrôle des fibres à la sortie de la solvolysse, ainsi que de leurs spécifications : composition du verre, état de surface, en particulier l'enlèvement de l'ensimage (seizing) et la propreté.

- Validation du schéma de valorisation des fibres, en particulier :

* identification des fractions de fibres pouvant être réutilisées et des étapes de ré-engineering nécessaires.

* identification des procédés nécessaires pour séparer les fibres réutilisables et celles qui ne le sont pas.

En considérant trois pales de 8 tonnes par éolienne, pour l'équivalent de 50 000 éoliennes de 2 MW, constituée aux trois quarts de composite et d'une durée de vie de 20 ans, on évalue le marché européen à 45 000 tonnes par an. De plus, l'expertise développée dans ce cadre peut s'étendre à d'autres secteurs, tels que l'aéronautique, qui utilisent des matériaux similaires.

Acronyme :	VERRECYCLE
Titre :	Traitement et valorisation des résidus issus du tri des verres domestiques
Durée :	24 mois
Promoteur :	Philippe ANCIA, Université de Mons
Coord. scient. :	Philippe ANCIA (065 37 44 68)
Partenaire n°1 :	Prof. Philippe Ancia, Service de Génie Minier, Université de Mons. 56 rue de l'Epargne 7000 Mons tél. 065 37 44 68 Philippe.ANCIA@umons.ac.be Pour les aspects traitement des matériaux (fragmentation, séparations).
Partenaire n°2 :	Prof. Fabienne Delaunois, Service de Métallurgie, Université de Mons 56 rue de l'Epargne 7000 Mons tél. 065 37 44 39 fabienne.DELAUNOIS@umons.ac.be Pour les aspects caractérisation et traitement des matériaux.
Partenaire n°3 :	Mr Jean Lagneau, INISMA/CRIBC 4 Avenue Gouverneur Cornez, 7000 Mons tél. 065 40 34 34. j.lagneau@brcr.be Pour les aspects caractérisation, tests et qualification des produits fabriqués.
Parrain n°1 :	MINERALE SA. Christian Deltenre (Directeur) rue des Aulniats 202, 6042 LODELINSART (CHARLEROI) tél : 071.20.68.00. Fax : 071.31.16.11. christian.deltenre@minerale.be

Résumé

Les fabricants de flacons et de bouteilles en verre incorporent dans leur processus de production une portion significative de verre provenant du recyclage des emballages domestiques collectés via les bulles à verre, puisque de 80 à 90% de ces déchets sont réutilisés pour fabriquer du verre.

Le processus de recyclage du verre comporte trois étapes : la collecte, le traitement et enfin la valorisation. Dans l'étape de traitement, les flacons et les bouteilles sont broyés puis traités pour d'une part extraire les métaux et les matériaux infusibles (KSP : céramique, pierres et porcelaine) et d'autre part pour séparer le verre coloré (vert et brun) du verre incolore. Ces différentes opérations sont réalisées au moyen de séparateurs magnétiques (acier), de séparateurs à courants de Foucault (métaux non ferreux) et de dispositifs automatiques par tri optique (infusibles et différentes couleurs de verre). Les opérations de séparations par tri optique ne sont réalisables que pour des fragments de dimensions supérieures à 12 mm, d'où la nécessité de réaliser au préalable un criblage qui laisse un résidu (0/12 mm), difficile à valoriser, représentant environ 10% du flux entrant ("fines de verre"). D'autre part, l'obtention de fractions de verres incolores ou colorés respectant les prescriptions de pureté des verriers conduit également à la production d'une fraction résiduelle représentant 4 à 5 % du flux de verre ("sable de verre"). Ces deux produits résiduels, déchets du traitement, sont actuellement mis en décharge.

Pour la société Minérale sa, située à Lodelinsart, qui traite chaque année quelque 200.000 tonnes de déchets de verres ménagers, les sables de verre et les fines de verre représentent environ 25.000 tonnes par an de produits fatals qui constituent une charge pour l'entreprise (environ 20 €/t), ainsi que pour les consommateurs, via la taxe sur les déchets. Par ailleurs, la

mise en décharge de ces matériaux consomme dans les centres d'enfouissement une place déjà bien limitée par les réglementations et par la difficulté d'ouvrir de nouveaux centres d'enfouissement.

Le projet de recherche présenté pour un financement dans le cadre du programme Greenomat viserait l'étude, en vue d'un traitement et d'une valorisation, de ces fractions résiduelles du traitement du verre, en se concentrant plus particulièrement sur les fines de verre. En effet, la mise en décharge des fines de verre, non contente d'être onéreuse, s'accompagne d'un gaspillage important de matières valorisables car elles contiennent des proportions conséquentes de verre (plus de 70%).

Cette recherche aurait deux objectifs principaux :

1) Diminuer la quantité d'infusibles (KSP) dans les fines de verre pour permettre leur réintroduction dans la filière de fabrication du verre (gain énergétique, qualités des produits, etc.). Cet objectif serait rencontré par l'application, après une éventuelle fragmentation complémentaire, de techniques simples, faciles à mettre en oeuvre et économiquement viables, telles que les techniques de séparation densimétrique,

2) Trouver des débouchés en dehors de la filière de fabrication du verre pour valoriser les fines de verre. Des produits innovants dans le domaine des loisirs, de l'environnement ou de la construction sont envisagés.

La réalisation de ces objectifs demanderait une bonne connaissance des matières à valoriser (fines de verre), la caractérisation des matières obtenues et la validation des produits fabriqués avec ces matières (verre ou produits nouveaux).

Acronyme :	VESTA
Titre :	Module thermoélectrique pliable et recyclable en film mince et électronique de régulation (de proximité) associée
Durée :	24 mois
Promoteur :	Jean-Hervé Lecat, Université de Liège
Coord. scient. :	Nicolas Martin (04/3824648)
Partenaire n°1 :	Laurent Francis Microsystems Chair ICTEAM- Institute for Information and Communication Technologies, Electronics and Applied Mathematics Université Catholique de Louvain
Parrain n°1 :	ALSTOM Marc Bekemans
Parrain n°2 :	CISSOID Pierre Delatte
Parrain n°3 :	it4ip Etienne Ferain
Parrain n°4 :	NOMICS Bernard Beckers

Résumé

Il s'agit de développer un module thermoélectrique pour une température d'utilisation supérieure ou égale à 220 °C. De par l'adjonction d'un module électronique convertisseur d'énergie, il permettra d'alimenter des capteurs déportés pour lesquels tirer des fils d'alimentation serait trop compliqué. Il permettra également d'éliminer le besoin de piles. Judicieusement placé dans des endroits où il existe un gradient de température naturel ou artificiel, il prodiguera une énergie électrique écologique, sans mouvement aucun et presque éternellement. Il sera également réalisé dans des matériaux recyclables et non toxiques. L'aspect économique sera pris en compte également en choisissant des matériaux bons marchés et des processus de fabrication faciles et convenant à la fabrication en grande série. Les modules thermoélectriques seront pliables pour pouvoir s'adapter à diverses surfaces.

Basé sur les travaux et l'expérience acquise, l'UCL et l'ULg vont associer leurs moyens pour développer un module thermoélectrique à films minces.

Dans des environnements extrêmes, par exemple aux températures supérieures à 200°C, les modules thermoélectriques disponibles commercialement ne sont pas adaptés en raison des températures acceptables pour les matériaux constituant l'encapsulation du module, ni non plus pour l'électronique de conditionnement dont les performances s'effondrent pour de telles conditions. En pratique, pour les températures les plus élevées seules sont utilisés des alliages de silicium et de germanium ou des alliages TAGS (Tellure-Antimoine-Germanium-Argent) en combinaison avec le tellure de plomb. Le facteur de mérite pour ces alliages reste modéré, et pour les alliages TAGS les matériaux sont à la fois rares, coûteux et polluants.

Il y a donc un besoin pour l'obtention de sources d'énergie électrique modérées mais hautement fiables et opérant dans des conditions de tempéra-

tures allant de 150°C à 400°C, voire plus. De plus, il est également nécessaire de minimiser l'impact environnemental de ces sources par l'utilisation de matériaux faiblement polluants ou présentant une grande efficacité en regard de ce qui existe actuellement sur le marché. Enfin, il y a également une certaine nécessité de pouvoir adapter géométriquement les modules de récupération à divers facteurs de forme allant de planaire à cylindrique (par exemple contre la paroi d'un boiler ou bien enserrant un tuyau d'échappement), ceci en vue d'assurer la généricité de leur utilisation. Naturellement, le coût de production est un critère final de choix imposant des restrictions sur le choix des matériaux et des techniques de mise en oeuvre de ceux-ci.

Les besoins exprimés ici peuvent être rencontrés en se basant sur l'utilisation des nanotechnologies. Une recherche est requise pour la mise au point de nanostructures efficaces rencontrant les contraintes imposées par les températures visées. A ce titre, des pistes existent actuellement sur base de la nanostructuration de matériaux comme les composés du silicium ou le tellure de bismuth. L'effet de la nanostructuration est de conserver la conductivité électrique des matériaux tout en réduisant sensiblement la conductivité thermique, aboutissant à des facteurs de mérite suffisants à partir de matériaux moins polluants, en utilisant une moindre quantité de ceux-ci, en augmentant leur performances et, éventuellement, en fabriquant des modules flexibles pouvant s'adapter géométriquement à toutes les conditions possibles. Un défi majeur réside dans la tenue en température pour ces nanostructures.

Une autre possibilité serait d'intégrer (grande densité par unité de surface) des unicouples (base élémentaire des modules thermoélectriques) réalisés dans des matériaux plus conventionnels, donc bons marchés, trouvables en grande quantité et non polluants. Leur grande quantité compensant leur plus faible rendement.