

Présentation des projets financés au titre de l'édition 2009 du programme Production Durable et Technologies de l'Environnement

APOLINR - Système de contrôle avancé de la pollution de l'air basé sur l'utilisation de lasers à cascade quantique	2
ASURET - Analyse Systémique de l'Utilisation de Ressources renouvelables de la Technosphère	4
CERVEAU NP - Comment Epurer par les Rouilles Vertes des Eaux Anoxiques Usées? Nitrate-Phosphate	6
COFRAGE - Analyse intégrée de technologies innovantes de fragmentation sélective des bétons en vue de leur recyclage dans l'industrie des granulats et l'industrie cimentière	8
COPOTERM - Copolymères pour le Traitement des Eaux et la Récupération des Métaux	10
DEFIVIANDES - Développement Environnemental de la Filière Viande	12
ECO CND - Les ondes guidées ultrasonores précurseur des nouvelles écotechnologies CND	14
GRAIN D'SEL - Nouvelles approches et capteurs innovants pour la connaissance et le suivi des aquifères côtiers. Application à la surveillance des intrusions salines dans le bassin du Roussillon.	15
IBISCUS - Indicateurs Biologiques et chimiqueS de Contaminations UrbaineS	17
LOAC - Mini compteur d'aérosols	19
MICROCYTOX - Microdispositif pour la détection in situ des cyanobactéries toxiques	21
NANOFREZES - Nanoparticules de fer pour la rémédiation des eaux souterraines	23
PECCOVAIR - Plasmas et Catalyseurs Optimisés pour le traitement de COV dans l'air	24
PHOSPHOR - Développement de procédés de recyclage du phosphore sous une forme valorisable en agriculture	26
POLHSAR - Détection des pollutions maritimes par hydrocarbures par modes SAR aéroporté et satellitaire	27
TRIPTIC - Traceurs Répartis pour Identification des Polymères et Tri Industriel en Cadence	28

<p>Titre du projet</p>	<p>APOLINR - Système de contrôle avancé de la pollution de l'air basé sur l'utilisation de lasers à cascade quantique</p>
<p>Résumé</p>	<p>La pollution de l'air est actuellement un problème environnemental majeur. Que ce soit pour la mesure des polluants in situ ou le contrôle des techniques de purification, la même conclusion s'impose : il n'existe pas actuellement d'appareil à la fois portable, performant et fiable, utilisable pour la mesure des différents polluants au niveau du ppb et permettant une mesure rapide à un coût raisonnable. La technique de spectroscopie d'absorption infra-rouge devrait permettre de lever ce verrou, grâce aux développements récents des diodes lasers et des nouvelles architectures de capteurs optiques les impliquant. L'objectif du projet est de développer un capteur de gaz ultra-sensible permettant le contrôle de la pollution de l'air environnant. La fenêtre spectrale de l'infrarouge moyen a été choisie car elle correspond à une fenêtre de transmission atmosphérique (avec une absorption faible d'H₂O et CO₂) et à une zone dans laquelle sont présents de très forts pics d'absorption des principaux polluants (NO, N₂O, CO, NH₃, SO₂, etc) et en particulier du formaldéhyde (H₂CO) qui est la molécule de validation du système de détection développé dans le présent projet.</p> <p>Des fenêtres de détection dans le Moyen Infra-Rouge (MIR) autour de 5.7 et 3.5 µm sont choisies en vue de maximiser les performances du système de détection (maximum d'absorption et effet réduit des interférents). Ceci est maintenant possible par le développement récent de lasers semi-conducteurs émettant dans la bande MIR. Basés sur le concept de « Lasers à Cascade Quantiques » (QCL), ces sources fonctionnent chez un des partenaires en mode continu à température ambiante de 4.5 à 8 µm.</p> <p>La gamme spectrale peut potentiellement être étendue vers 3.5 µm ce qui un des objectifs du projet. D'autre part, le projet met en œuvre la technologie d'amplification de l'absorption spectrale par feed-back intra cavité (OF-CEAS) mise au point par un des partenaires du projet. Le capteur ainsi développé sera validé pour le contrôle de purification de l'air par plasma. D'autre part un partenaire industriel de l'analyse des gaz environnementaux validera et qualifiera le spectromètre optique MIR développé dans le cadre de ce projet.</p> <p>Ce projet ambitieux s'appuie sur les compétences complémentaires de quatre partenaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alcatel Thales III-V Lab (coordinateur) sera en charge du

développement du cœur du capteur, à savoir le laser QCL monomode notamment autour de 3.5 μm pas couvert actuellement par une technologie laser à semi-conducteurs mature.

- LSP-UJF Grenoble et son unité de valorisation Floralis intégrera le laser dans un capteur basé sur sa technique brevetée « OF-CEAS »

Partenaires

Alcatel Thales III-V Lab (partenaire coordinateur)
Laboratoire de Spectrométrie Physique
Laboratoire de Physique et Technologie des Plasmas, Ecole Polytechnique

Environnement SA

Coordinateur

Mathieu CARRAS – Alcatel Thales III-V Lab
mathieu.carras@3-5lab.fr

Aide de l'ANR

554 861 €

Début et durée

Novembre 2009 - 36 mois

Référence

ANR-09-ECOT-001

Titre du projet	ASURET - Analyse Systémique de l'Utilisation de Ressources renouvelables de la Technosphère
Résumé	<p>Le développement de notre société repose notamment sur l'extraction, au coût le plus bas possible, de matières premières et d'énergie du sous-sol, leur transformation et leur accumulation dans la technosphère, puis leur rejet vers l'extérieur sous forme de déchets. L'augmentation de la demande a toujours été traitée par celle de la production. La prise de conscience du caractère non renouvelable de certaines ressources naturelles, les tensions observées sur les marchés, la pression réglementaire croissante impulsée par l'UE, notamment aux travers des Directives déchets, remettent en cause ce postulat. La transition vers des territoires durables et une maîtrise de l'entropie territoriale supposent une réorganisation et une diminution des flux externes (les entrées et sorties du système) et des flux internes (en optimisant la réutilisation de la matière et de l'énergie). Il s'agit de changer de paradigme en allant vers une approche systémique du territoire, probablement plus adaptée à la définition d'un modèle de développement cohérent. Un territoire soutenable doit s'envisager en termes de durabilité interne mais également externe, au regard de ses interactions potentielles avec d'autres territoires. Cette analyse est cependant encore difficile à réaliser, tant au niveau de l'organisation des flux, que de la structuration qualitative et quantitative des échanges. Une analyse du métabolisme des territoires au travers d'une approche systémique (« penser globalement et agir localement ») permettrait probablement de favoriser le développement de modèles de production et de consommation plus vertueux. Dans le même temps, le marché national des filières de collecte, de traitement et de valorisation des matériaux issus de la déconstruction peine à décoller sur le plan économique. Les questions du recyclage et de la valorisation sont principalement posées à l'échelle d'un projet, d'une ville ou d'une collectivité locale d'extension définie, sans que soient abordées les questions préalables des échelles spatiale et temporelle, de la disponibilité et de la pérennité de la ressource. ASURET posera, au travers d'une approche systémique, les bases d'une réflexion sur le long terme en considérant les territoires comme des gisements de matériaux évolutifs dans le temps et l'espace qu'il convient de caractériser et dont les conditions d'exploitation techniques et économiques restent à discuter (évaluation et utilisation des ressources accumulées dans la technosphère, anticipation des impacts de l'évolution des modes de construction et de</p>

déconstruction). ASURET propose d'aborder, au travers de l'exemple des matériaux de construction (qui représentent à eux seuls environ 40% du tonnage des matériaux transportés chaque année), les questions de l'échelle spatiale et temporelle auxquelles doivent être pensées les filières de recyclage et valorisation, les conditions économiques, techniques et sociétales de leur optimisation : Quelles installations, quelles capacités, quelle localisation, pour quels matériaux ? Comment développer les synergies, comment mesurer les progrès ?

Partenaires

BRGM (partenaire coordinateur)
INSAVALOR SA
Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
Université de Technologie de Troyes / Centre de recherche et d'études interdisciplinaires sur le développement durable
TREIZE DEVELOPPEMENT

Coordinateur

Laurent ROUVREAU – BRGM
l.rouvreau@brgm.fr

Aide de l'ANR

819 866 €

Début et durée

Novembre 2009 - 36 mois

Référence

ANR-09-ECOT-002

Titre du projet	CERVEAU NP - Comment Epurer par les Rouilles Vertes des Eaux Anoxiques Usées? Nitrate-Phosphate
Résumé	<p>La domestication en procédé industriel de la dénitrification naturelle des aquifères par les composés ferreux ferriques que révèle leur couleur bleutée dans les sols hydromorphes est l'objectif de ce projet. Le minéral fougérite identifié dans les gleys possède en effet les propriétés inédites inhérentes aux rouilles vertes, ici l'oxyhydroxycarbonate ferreux-ferrique, $[\text{FeII}_6(1-x)\text{FeIII}_6x\text{O}_{12}\text{H}_2(7-3x)]^{2+} \cdot [\text{CO}_3^{2-} \cdot 3\text{H}_2\text{O}]^{2-}$, où le rapport $x = \text{Fe(III)} / \text{Fe(total)}$ peut varier sur la gamme complète de 0 à 1. Le procédé est basé sur la synergie qui existe entre la réduction des nitrates par l'oxyhydroxycarbonate qui oxyde le FeII et celle du FeIII par les bactéries ferriréductrices en conditions anoxiques qui régénère le catalyseur. La fabrication du précurseur, son dépôt sur un support adapté tel que sable ou pouzzolane, sa transformation en catalyseur puis la détermination des cinétiques de réaction de dénitrification constitue le cœur de ce procédé qui ne génère aucune pollution et ne consomme qu'une énergie minimale. Le suivi in situ du statut du fer en cours de catalyse s'effectuera par analyse de spectrométrie Mössbauer en réflexion avec l'appareil miniaturisé MIMOS, sonde envoyée sur la planète Mars. La spéciation des espèces azotées sera effectuée en continu et un soin particulier sera apporté à la mise au point de la plage de fonctionnement qui favorise la formation de l'azote gazeux au détriment de l'ammonium. L'objectif est ainsi de valider un traitement tertiaire à Rhizostep du groupe SAUR constitué de filtres de roseaux. Cette étude peut constituer les prémices d'une réflexion sur la transposition du procédé à l'aménagement de zones humides à épuration renforcée par le fer (ZHERF) où un système amélioré de lagunage devrait participer au traitement curatif des zones côtières envahies par les algues vertes.</p>
Partenaires	<p>CNRS Délégation Régionale Centre Est (partenaire coordinateur) Université Pierre et Marie Curie : Paris VI - Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux Condensés PRES de l'université de Lorraine - Service Valorisation Innovation Transfert Société d'Aménagement Urbain et Rural MARION TECHNOLOGIES</p>

Coordinateur Christian RUBY – CNRS Délégation Régionale Centre Est
christian.ruby@lcpme.cnrs-nancy.fr

Aide de l'ANR 835 933 €

Début et durée Novembre 2009 - 42mois

Référence ANR-09-ECOT-003

Titre du projet

COFRAGE - Analyse intégrée de technologies innovantes de fragmentation sélective des bétons en vue de leur recyclage dans l'industrie des granulats et l'industrie cimentière

Résumé

Le béton durci est un matériau composite dans lequel on distingue deux phases : la matrice (pâte de ciment durcie) et les granulats (gravillons et sable). La libération et le recyclage de ces constituants permet d'apporter une solution à i) la recherche de nouvelles sources d'approvisionnement en granulats imposée par l'épuisement des gisements naturels et les difficultés rencontrées pour ouvrir de nouvelles carrières et ii) la réduction des émissions de CO₂ lors de l'élaboration du clinker en remplaçant dans le cru, une fraction du calcaire par une source de chaux non carbonatée. Des bilans matière et d'énergie préliminaires, réalisés au BRGM, montrent que d'excellents résultats, en termes de réductions d'émissions de CO₂ et de gain énergétique, sont obtenus par recyclage des matrices cimentaires produites par tri des déchets de BTP. A l'heure actuelle, le recyclage des bétons est réalisé par concassage sélectif et tri granulométrique. Cependant, la consommation énergétique de ce procédé est très importante et le degré de libération insatisfaisant. En outre, aucun procédé ne permet actuellement de recycler la pâte de ciment durcie. Afin de diminuer significativement la consommation en ressources naturelles (réutilisation des granulats), les émissions de CO₂ (réutilisation de la pâte de ciment durcie dans le procédé d'élaboration du clinker) et la consommation énergétique liée au recyclage des bétons, il apparaît nécessaire de développer des écotecnologies innovantes en rupture avec les pratiques industrielles actuelles de broyage. A travers un développement expérimental, le projet COFRAGE vise à étudier deux technologies de fragilisation et de fragmentation sélective des bétons afin d'améliorer la libération des phases qu'ils contiennent tout en minimisant la dépense énergétique associée. Il s'agit d'une part, d'une technique de fragmentation électro-hydraulique, impliquant l'application d'impulsions électriques de forte tension, (quelques kV par cm), au travers de blocs immergés dans l'eau. Cette technique permettrait de promouvoir une double valorisation des débris de béton : granulats recyclés et utilisation de la matrice cimentaire comme constituant des crus pour élaboration des clinkers Portland. Il s'agit d'autre part d'une technique d'endommagement utilisant l'énergie

électromagnétique des microondes et leurs effets sélectifs d'échauffements internes des phases minérales de compositions différentes. Certaines phases minérales appartenant au groupe des matériaux diélectriques à fort pouvoir d'absorption des microondes, s'échauffent plus rapidement que d'autres minéraux appartenant aux groupes des matériaux isolants et conducteurs quand ils sont exposés quelques secondes à un champ de microondes, par exemple de fréquence 2 à 3 GHz, jusqu'à quelques dizaines de GHz. Les différences de température entre les phases minérales induisent des différences de dilatation et des contraintes mécaniques entre les minéraux qui fragilisent le matériau, contribuent à l'abaissement de l'énergie de comminution et favorisent une fragmentation sélective ultérieure dans un concasseur ou un broyeur. L'évaluation de ces deux techniques intégrera les aspects économiques (coût du traitement et du transport), les aspects technologiques liés aux contraintes physiques de traitement de ce matériau (définition des conditions opératoires des traitements, efficacité comparée de performances de libération en fonction des « types » de bétons) et aux contraintes de réutilisation des éléments triés (propreté des granulats, taux de carbonatation et humidité de la pâte cimentaire isolée), les aspects environnementaux (impacts évités liés à la non-utilisation des matières premières, CO2 émis) et les aspects énergétiques liés aux différentes consommations de la filière de recyclage (consommation électrique et de carburant du procédé de recyclage, consommation de carburant pour le transport, consommation évitée liée à la réutilisation d'une pâte cimentaire non carbonatée comme constituant du cru dans l'élaboration du clinker).

Partenaires

BRGM (partenaire coordinateur)
 PICHETA
 INPT-LGC
 SELFRAG
 ENSEIRB - IMS

Coordinateur

Yannick MENARD – BRGM
 y.menard@brgm.fr

Aide de l'ANR

578 541 €

Début et durée

Novembre 2009 – 36 mois

Référence

ANR-09-ECOT-004

Titre du projet	COPOTERM - Copolymères pour le Traitement des Eaux et la Récupération des Métaux
Résumé	<p>Le projet COPOTERM (COPOLymères pour le Traitement de l'Eau et la Récupération des Métaux) a pour objectif le traitement d'effluents industriels chargés en métaux en vue de l'élimination des polluants métalliques. Le but est d'élaborer des copolymères thermosensibles phosphonés de taille contrôlée capables de complexer les métaux présents en milieu aqueux. Ces copolymères sont solubles dans l'eau à basse température et précipitent lors d'une très légère augmentation de température (thermosensibilité) et complexent de manière efficace les métaux. Un procédé de séparation est alors mis en œuvre afin de récupérer les précipités polymères/ions métalliques puis une étape de régénération permet de recycler le matériau. Selon les concentrations résiduelles, l'eau ainsi dépolluée peut être à nouveau utilisée dans le processus industriel ou selon la législation en vigueur, rejetée en milieu naturel. La filière de traitement développée pourrait permettre d'améliorer les performances d'élimination des métaux, de réduire les quantités de sous-produits générés par rapport à certains procédés existant, de minimiser l'ajout de réactifs par réutilisation du matériau de complexation, de minimiser les consommations énergétiques sur les étapes de séparation et de minimiser l'impact environnemental de la filière. Afin d'évaluer les performances de la filière envisagée, un consortium pluridisciplinaire a été élaboré, constitué de trois universitaires et de deux entreprises. Les partenaires universitaires ont été choisis pour leurs compétences reconnues dans divers domaines : la synthèse de polymères de fonctionnalité, le génie des procédés des traitements des eaux, l'analyse du cycle de vie avec une approche d'écologie industrielle. Les partenaires industriels apportent leur savoir faire dans le domaine de la production de matériaux à grande échelle ainsi que dans le secteur du traitement des effluents industriels. Ce projet s'intègre parfaitement dans l'axe 4 visant à mieux traiter les environnements pollués. Il s'agit d'un projet en rupture avec l'existant qui amènerait un saut de performances techniques et économiques en matière de traitement des effluents industriels. COPOTERM prend également en compte l'impact du procédé sur les plans environnemental et économique.</p>
Partenaires	<p>UM2 - ICG (partenaire coordinateur) UM2 - LGPEB SPECIFIC POLYMERS GIE ANJOU RECHERCHE</p>

Cemagref - UMR ITAP

Coordinateur Jean-Jacques ROBIN – UM2 - ICG
Jean-Jacques.Robin@univ-montp2.fr

Aide de l'ANR 694 316 €

Début et durée Novembre 2009 - 48 mois

Référence ANR-09-ECOT-005

Titre du projet	DEFIVIANDES - Développement Environnemental de la Filière Viande
Résumé	<p>Ce projet de recherche se propose d'aborder l'analyse de la filière agro-alimentaire « viande » de la production de la matière première (élevage) à l'abattage sous deux angles : d'une part les aspects impacts environnementaux avec les volets bilans pollution associés à la dépense et à la récupération d'énergie, et d'autre part les aspects risques sanitaires émergents avec principalement la mise en exergue et l'étude scientifique de la dissémination potentielle de l'antibiorésistance, ces deux aspects étant liés. Ainsi le programme propose, sur la base d'un bilan environnemental de la filière de production « viande », choisie comme modèle, de caractériser cette activité en terme environnementaux (intrant – sortant – impact), de définir les effluents qui en sont issus à chacune des étapes industrielles, de proposer une méthodologie débouchant sur un choix de procédés ou de prétraitements efficaces. Dans ce cadre, la validation d'installation de petite taille (<50kW) de méthanisation des déchets est caractérisée en terme d'efficacité énergétique, environnemental, économique et sanitaire afin de qualifier son efficacité vis à vis de molécules émergentes.</p> <p>L'émergence et la dissémination de la résistance aux antibiotiques est un problème majeur de santé publique. Les filières viandes, du fait de la prise d'antibiotiques pendant le cycle de vie de l'animal, sont une des sources reconnues de dissémination de la multirésistance bactérienne dans l'environnement. La compréhension des différents mécanismes afférents, aux travers des unités de production et la proposition d'indicateurs de surveillance, restent encore du domaine de l'exploration scientifique. Les charges microbiologiques liées à la filière seront évaluées et la dissémination de l'antibiorésistance sera qualifiée par trois méthodes différentes : la caractérisation des souches d'E. coli d'origine animale et leur phénotypage avec la recherche de l'association gènes de virulence/gènes de résistance, la recherche spécifique d'intégrons porteurs de résistance, et la susceptibilité au transfert du plasmide pB10 en milieu anthropisé. Des indicateurs de gestion et des procédés de minimisation des impacts environnementaux et sanitaires scientifiquement justifiées et économiquement acceptables sont proposés.</p>
Partenaires	<p>Université de Limoges – GRESE (partenaire coordinateur) ADIV ENVT IHAP Coli ENSAIA CNRS DR6</p>

Université de Limoges - EA 3175

Coordinateur

Christophe DAGOT – Université de Limoges – GRESE
dagot@ensil.unilim.fr

Aide de l'ANR

718 020 €

Début et durée

Novembre 2009 - 36 mois

Référence

ANR-09-ECOT-006

Label pôle

INNOVIANDE (ex Viandes et produits carnés)

Titre du projet	ECO CND - Les ondes guidées ultrasonores précurseur des nouvelles écotechnologies CND
Résumé	Développer de nouvelles techniques de CND propres par ondes guidées ultrasonores pour remplacer des techniques de contrôle par magnétoscopie et ressuage pour éviter des émissions polluantes et des volumes de déchets et d'effluents conséquents et réduire de façon significative la consommation énergétique liée à leur mise en oeuvre. Le programme scientifique consiste en 8 tâches :- Une tâche de management de projet, et de dissémination & exploitation des résultats; - Un ensemble de tâches techniques de modélisation, de réalisation d'un démonstrateur de laboratoire de type laser / EMAT, d'un équipement TOFD multélément de nouvelle génération pour le contrôle des soudures ainsi que d'une plateforme d'imagerie 3D des défauts, et enfin de qualification du procédé. A terme, ce nouveau procédé devrait permettre d'éviter une production annuelle de plus de 100 000t de substances organiques, 100 000m3 d'eau usées, 250 000t de déchets et une économie estimée à plus de 1000MKWh soit l'équivalent de 200Mt CO2.
Partenaires	IXTREM CEA LIST CNRS – IEMN HOLO3 INSTITUT DE SOUDURE
Coordinateur	Eric CRESCENZO – IXTREM ixtrem@wanadoo.fr
Aide de l'ANR	939 685 €
Début et durée	Novembre 2009 - 36 mois
Référence	ANR-09-ECOT-007

<p>Titre du projet</p>	<p>GRAIN D'SEL - Nouvelles approches et capteurs innovants pour la connaissance et le suivi des aquifères côtiers. Application à la surveillance des intrusions salines dans le bassin du Roussillon.</p>
<p>Résumé</p>	<p>Lieux de développement économique et démographique intense, les zones côtières, et plus particulièrement celles de la Méditerranée, représentent des environnements fragiles à de nombreux égards, dont ceux concernant les intrusions salines au sein des aquifères côtiers. Le fonctionnement et la dimension du biseau salé sont fonction de la géométrie, de la lithologie, des propriétés hydrodynamiques et du transport ainsi que des conditions d'exploitation. Le phénomène peut être local et variable dans le temps, voire plus régional. En l'absence de gestion et de surveillance adéquates, ce phénomène peut avoir des conséquences environnementales et économiques importantes. La plaine du Roussillon constitue un exemple représentatif des aquifères côtiers sédimentaires hétérogènes issus de démantèlement suite aux orogénèses des massifs, pour lequel de nombreuses données géo-référencées existent, notamment des données géophysiques aéroportées acquises fin 2008 dans le cadre du projet européen EUFAR. Classiquement des mesures directes ponctuelles de salinité permettent d'identifier mais non d'anticiper les risques sur les ressources en eaux souterraines du milieu littoral. Seule une approche systémique fondée sur la connaissance des aquifères côtiers en termes de géométrie et de fonctionnement avec l'acquisition de données, primordiale pour la gestion raisonnée et durable de ces environnements sensibles, peut permettre d'envisager des systèmes de gestion et d'alerte. Le projet GRAIN D'SEL se propose de développer et de valider de nouvelles approches pour la connaissance et la métrologie des aquifères côtiers, et ce à différentes échelles : (i) échelle régionale d'abord, avec l'exploitation de données géophysiques aéroportées (enregistrement simultané de magnétisme, de radiométrie spectrale et d'électromagnétisme) acquises dans le cadre du projet européen EUFAR et (ii) échelle locale ensuite, avec l'acquisition de données hydro-géophysiques en continu en forage, et de données hydrogéochimiques (dont isotopiques). L'utilisation couplée de ces différentes approches constitue une réelle innovation en matière de système d'instrumentation intégrée : leur confrontation et intégration permettent d'apporter des éléments de compréhension à la fois sur la géométrie complexe de ces aquifères, et sur leur fonctionnement hydrodynamique, sur un site test à savoir le bassin du Roussillon. Une modélisation hydrodynamique 3D avec effet de densité, à une échelle locale et en régime</p>

transitoire sera établie pour, in fine, tendre vers le développement d'un système de surveillance et d'un système d'alerte des intrusions salines. Pour atteindre ces objectifs, le projet associe un partenaire industriel spécialisé dans le développement de systèmes autonomes innovants de surveillance à long terme du sous-sol (imaGeau), un partenaire industriel spécialisé dans le domaine de l'environnement, de l'ingénierie et plus particulièrement de la modélisation numérique des eaux souterraines (BURGEAP), une équipe de recherche dédiée à la dynamique des environnements côtiers (UPVD/IMAGES), une équipe de recherche spécialisée dans les mesures de géophysique et d'hydrodynamique en forage (Géosciences Montpellier), et enfin une équipe de recherche du BRGM plus appliquée en hydrogéologie des aquifères complexes, et en outils de caractérisation innovants du sous-sol (géophysique aéroportée, hydrogéochimie, etc.). GRAIN D'SEL se situe donc dans un cadre de recherche industrielle en partenariat.

Partenaires

BRGM (partenaire coordinateur)
imaGeau
CNRS DR13
UPVD-IMAGES
BURGEAP Direction R&D

Coordinateur

Nathalie Dörfliger – BRGM
n.dorfliger@brgm.fr

Aide de l'ANR

862 576 €

Début et durée

Novembre 2009 - 36 mois

Référence

ANR-09-ECOT-008

Titre du projet

**IBISCUS - Indicateurs Biologiques et
chimiques de Contaminations Urbaines**

Résumé

Ce projet répond à l'appel d'offre ANR ECOTECH, dont l'objectif est de préserver les ressources naturelles et maîtriser les risques environnementaux, et de soutenir le développement des technologies de l'environnement centrées sur un contrôle de la pollution des milieux (eau, sol, mer et air). L'objectif du projet IBISCUS (Indicateurs Biologiques et chimiques de Contaminations Urbaines), d'une durée de 3 ans, est de développer l'identification et la quantification de polluants [hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs), résidus de pesticides et contaminations fécales], basées sur les propriétés de fluorescence de molécules représentatives de ces 3 classes de polluants (respectivement phénanthrène, carbaryl/carbofuran et tryptophane) dans la matrice organique des eaux côtières (EEM), et de développer les technologies de leur acquisition en continu par des capteurs de fluorescence à LEDs, et de leur intégration dans des véhicules autonomes de surveillance du milieu marin (« gliders »). L'originalité et le caractère ambitieux du projet résident dans le couplage entre le développement de méthodes de dosage de polluants par spectrofluorimétrie, l'utilisation des résultats d'expérience de laboratoire pour la conception de nouveaux capteurs, et l'interaction avec une entreprise spécialisée en instrumentation optique (MICROMODULE), ayant acquis une grande expérience dans l'utilisation des LEDs pour la mesure de fluorescence à très grande sensibilité, et une entreprise constructeur de véhicule sous marin autonome (ACSA). Les développements technologiques récents comme la mise à disposition de nouvelles LEDs UV et la capacité des entreprises à concevoir des capteurs in situ de fluorescence sont à la base du projet proposé. Dans le contexte de l'environnement durable, le marché de l'océanographie opérationnelle est en pleine expansion et représente un marché d'intérêt pour les entreprises. La collaboration entre ACSA et MICROMODULE et le LMGEM (projet Sea Explorer) travaillant à la conception de capteurs miniaturisés de polluants répond à cette demande. Ce projet répond à l'Axe thématique 5 de l'appel à projet ECOTECH : "Surveiller – Mesurer plus et mieux la Qualité de l'Environnement", et en particulier aux objectifs de ce thème qui visent à soutenir les projets de déploiement des systèmes d'instrumentations intégrées (capteurs,

acquisition, validation, archivage, interrogation, interprétation) innovants et les recherches permettant de réduire significativement le coût des mesures et des analyses.

Partenaires

AIX MARSEILLE II - LMGEM (partenaire coordinateur)
CNRS – LOBB
MICRO MODULE
ACSA

Coordinateur

Madeleine GOUTX – AIX MARSEILLE II - LMGEM
madeleine.goutx@univmed.fr

Aide de l'ANR

550 630 €

Début et durée

Décembre 2009 - 36 mois

Référence

ANR-09-ECOT-009

Label pôle

Mer PACA

Titre du projet	LOAC - Mini compteur d'aérosols
Résumé	<p>La détection des aérosols solides représente un enjeu fondamental pour la santé humaine en terme de pollution de l'air ambiant. La mesure de la masse des aérosols solides effectuée en routine par des techniques gravimétrique fournit une information utile mais incomplète car il n'est pas possible d'accéder à la répartition en taille des particules ni à leur nature. Les instruments de comptage actuellement disponibles sont assez onéreux et s'avèrent souvent imprécis lors de la détection de particules très absorbantes comme les particules carbonées (suies). Il est donc difficile de disposer de ces informations sur lors de campagnes scientifiques ou d'effectuer le suivi d'évènements sur une faible échelle spatio-temporelle. Le projet consiste à conduire les études préparatoires sur une nouvelle méthode de détection optique des aérosols, et de développer un compteur d'aérosols miniaturisé (LOAC), simple d'utilisation et peu coûteux. Des campagnes de mesures sont prévues pour bien caractériser la nature des aérosols solides dans l'air ambiant. LOAC pourrait ensuite être utilisé par des réseaux de mesures pour le suivi en temps réel du contenu en aérosols, pour la détection d'évènements à l'échelle locale, et pour l'identification de la taille et la nature des particules. Son but n'est pas de se substituer aux mesures gravimétriques mais de fournir une information supplémentaire. Il pourrait être déplacé en fonction des besoins et être implanté en des endroits où des instruments plus lourds ne peuvent être installés. Il pourrait aussi être utilisé lors de campagnes de mesures dans le cadre de projets de recherches. Enfin, il pourrait être implanté à bord de ballons dans l'atmosphère pour fournir une mesure du profil vertical du contenu en aérosol. Il s'agira d'une collaboration entre des laboratoires du CNRS (LPC2E, LA, LSCE) et une société privée (Environnement SA), avec le soutien de l'agence spatiale française (CNES). Le projet, dans le cadre de recherche industrielle sur les méthodes de détection optique, propose de mener les études préparatoires pour définir la technique de mesure, d'effectuer les étalonnages d'une première série d'instruments et de conduire des mesures de terrain.</p>
Partenaires	<p>CNRS -LPC2E (partenaire coordinateur) Environnement-SA</p>
Coordinateur	<p>CNRS - LA CNRS - LSCE</p>
Coordinateur	<p>Jean-Baptiste RENARD – CNRS -LPC2E jbbrenard@cnrs-orleans.fr</p>
Aide de l'ANR	<p>302 414 €</p>

Début et durée Novembre 2009 - 36 mois

Référence ANR-09-ECOT-010

Titre du projet	MICROCYTOX - Microdispositif pour la détection in situ des cyanobactéries toxiques
Résumé	<p>Le projet « MicroCytox » vise au développement et à la validation d'un dispositif complet, automatisé et miniaturisé permettant de quantifier, par PCR en temps réel, la proportion de cyanobactéries produisant des toxines (microcystines et cylindrospermopsine) lors de périodes de prolifération.</p> <p>L'obligation actuelle de surveillance des proliférations de cyanobactéries dans les plans d'eau a entraîné une forte demande pour des systèmes d'évaluation et de suivi de la qualité de l'eau. Cependant, les indicateurs de biomasse et d'abondance utilisés actuellement pour cette surveillance ne reflètent pas le potentiel toxique en cas de prolifération. Le projet comprend ainsi la mise au point opérationnelle et l'intégration de modules miniaturisés permettant la préparation d'échantillons d'eau et l'évaluation de la proportion de clones toxiques au sein des populations de cyanobactéries. Le système sera le plus compact possible et les choix techniques seront effectués pour permettre l'évolution du système vers une balise autonome. Des validations sur échantillons réels seront réalisées, ainsi qu'une étude de marché permettant la préparation d'une phase ultérieure d'industrialisation.</p> <p>Les développements scientifiques et techniques du système s'appuieront sur des réalisations antérieures des partenaires d'une part sur le suivi et les dynamiques spatio-temporelles des populations de cyanobactéries et d'autre part sur les développements récents en microtechnologie (microfluidique par électromouillage). La réussite de ce projet constituera en premier lieu la preuve de la faisabilité d'un système autonome permettant de réaliser une analyse par PCR miniaturisée à partir d'un échantillon réel appliquée à la surveillance de l'environnement. La mesure du potentiel toxique de la prolifération de cyanobactéries détectées ainsi que la rapidité de la mesure, qui pourra (à terme) se faire in-situ, représentent des atouts essentiels de ce nouvel instrument.</p> <p>Le dispositif développé pourra être appliqué à la surveillance de plans et cours d'eau dits « à risque » et utilisés en tant que ressource pour la production d'eau potable ou pour des activités récréatives. Utilisé en recherche, un tel dispositif permettra également de mieux identifier les facteurs et processus impliqués dans les variations de toxicité observées au cours des proliférations de cyanobactéries.</p>
Partenaires	<p>SUEZ Environnement (partenaire coordinateur) CNRS - UMR BIOEMCO MNHN</p>

CEA-LETI

Coordinateur Sophie COURTOIS – SUEZ Environnement
sophie.courtois@suez-env.com

Aide de l'ANR 495 682 €

Début et durée Novembre 2009 - 42 mois

Référence ANR-09-ECOT-011

Titre du projet	NANOFREZES - Nanoparticules de fer pour la rémédiation des eaux souterraines
Résumé	<p>Le projet Nanofreses vise à améliorer les connaissances fondamentales, expérimentales et procédurales dans les mécanismes de réactivité, de transferts et de toxicité des nanoparticules de fer et/ou catalysés qui sont utilisées dans le cadre du traitement des nappes phréatiques polluées par des polluants organiques récalcitrants et notamment ceux dont la biodégradabilité ou l'atténuation naturelle sont faibles ou retardés du fait des conditions spécifiques des polluants et/ou du milieu. Les partenaires impliqués dans ce projet sont au nombre de 5 : 2 UMR CNRS CEREGE et ISM2, et trois partenaires socio-professionnels, l'INERIS, SERPOL et HYPHEN.</p> <p>Le programme comprend plusieurs phases critiques : i) une phase de recherche fondamentale sur la synthèse et la préparation des nanoparticules formulées en surface, ii) Une étude de réactivité globale, mettant en regard les taux de dégradation aux produits formés en fin de réaction, iii) une étude des mécanismes moléculaires et cinétiques de l'évolution des phases métalliques et oxydées (\pm partiellement) et des contaminants organiques, iv) une étude expérimentale de laboratoire sur colonne afin de déterminer les formulations limitant les interactions avec les encaissants et donc augmentant les distances de transfert. Les formulations les plus prometteuses seront alors évaluées en laboratoire au niveau écotoxicologique. Après ce criblage, les formulations les plus intéressantes seront testées sur un site en mettant en œuvre une technologie d'injection et de suivi des réactions chimiques au sein du milieu poreux. Un travail conséquent sur l'évaluation des risques pour le manipulateur des nanoparticules Fe⁰ et les impacts sur les microorganismes et la microfaune du milieu sera fait.</p>
Partenaires	<p>UPCAM (partenaire coordinateur) CNRS DR12 INERIS SERPOL HYPHEN</p>
Coordinateur	<p>Pierre DOUMENQ – UPCAM pierre.doumenq@univ-cezanne.fr</p>
Aide de l'ANR	<p>623 233 €</p>
Début et durée	<p>Novembre 2009 - 36 mois</p>
Référence	<p>ANR-09-ECOT-012</p>
Label pôle	<p>Gestion des risques, vulnérabilité des territoires</p>

Titre du projet	PECCOVAIR - Plasmas et Catalyseurs Optimisés pour le traitement de COV dans l'air
Résumé	<p>Le projet PECCOVAIR concerne le traitement des Composés Organiques Volatils présents dans les rejets de certaines activités industrielles, à savoir les captages d'air sur les ateliers et les machines de fabrication qui sont souvent raccordés à une extraction centralisée avec un débit de sortie important, ce qui nécessite des groupes de moto-ventilation puissants. Le mélange et la dilution des différents effluents rendent le traitement souvent difficile. De plus, ces grandes longueurs de gaines d'extraction engendrent des pertes de charge qui augmentent la consommation d'énergie de ventilation. Les industriels sont donc à la recherche de technologies compactes, économiques, qui permettraient de traiter des extractions d'air chargé de COV, par poste, en continu ou en mode intermittent lors des cycles de fabrication. C'est un travail de recherche fondamentale prévu sur une durée de trois années, destiné à préparer les bases nécessaires au développement d'une technique éco-efficace associant plasma froid et catalyse, dans une gamme bien identifiée de forts débits de gaz (de 100 à 10.000 m³/h), avec des concentrations de COV inférieures à 1g/Nm³ et des mélanges complexes de polluants, de natures chimiques différentes. Le projet part d'un concept de réacteur plasma froid de type Décharge à Barrière Diélectrique multi-pointes/plan volumique, qui permet déjà de réduire la consommation électrique de ventilation (faible perte de charge). Cette géométrie pourra évoluer en fonction des résultats obtenus au cours des travaux. En premier lieu, des recherches à faible flux (quelques litres/mn) concerneront l'alimentation électrique, son couplage avec la décharge, et l'association du couple alimentation-réacteur à la catalyse « froide » (température proche de l'ambiante), en post-plasma dans l'écoulement. Des mélanges simples (1 type de COV) et complexes (plusieurs molécules de nature chimique différentes présentes dans le flux de gaz porteur) seront étudiés. Ces travaux seront suivis de montages expérimentaux conçus pour les flux forts et qui permettront, après une étude des interactions entre les différents composants et paramètres, de chiffrer le niveau de performances énergétiques pour le traitement des polluants, pouvant être atteint avec un tel dispositif optimisé. Trois laboratoires scientifiques (LPGP à Orsay, LACCO à Poitiers, département ESE de Supélec à Gif-sur-Yvette) et un laboratoire industriel (EDF RetD aux Renardières) collaboreront, avec des compétences en électrotechnique de puissance, physico-chimie des plasmas froids, catalyse en phase hétérogène, et génie des procédés. Les objectifs sont ciblés : 1/ Développer les connaissances sur les mécanismes</p>

physico-chimiques de conversion des COV et sur la synergie plasma / catalyse en post-plasma; 2/ Concevoir un réacteur afin d'obtenir, à moindre consommation énergétique, la meilleure performance de dégradation des COV par le plasma et la création d'espèces nécessaires à l'activation du catalyseur; 3/ Réaliser des générateurs d'impulsions de tension de très faible durée, avec mesure du rendement intrinsèque et des effets sur la décharge, sur les densités d'espèces produites et extraites du plasma, et sur l'efficacité énergétique; 4/ Etudier les mécanismes de traitement et de recombinaison dans les mélanges à plusieurs types de COV; 5/ Développer des formulations pour un catalyseur post-plasma fonctionnant à basse température ($T < 60^{\circ}\text{C}$); 6/ Etudier la méthode de dépôt de la formulation catalytique sur un support solide tridimensionnel à faible perte de charge. Les principaux verrous qui devront être levés sont : 1/ La mise au point de catalyseurs basse T fonctionnant sans apport d'énergie supplémentaire; 2/ La minimisation de la perte de charge; 3/ L'optimisation du dépôt d'énergie dans le plasma. Le projet se décline en quatre tâches : le couplage réacteur plasma/alimentation, la caractérisation physico-chimique des réacteurs plasmas, l'optimisation du couple réacteur plasma-catalyseur, et la recherche d'un optimum énergétique global du procédé. Les retombées industrielles et économiques seront d'autant plus importantes que les résultats de gains énergétiques seront bons. Si la réduction de la consommation énergétique est très importante, des applications pour de plus forts débits sont envisageables. Un produit optimisé et performant devrait permettre ultérieurement d'aboutir à une offre commerciale intéressante et de nombreux placements en traitement d'effluents gazeux.

Partenaires

LPGP (partenaire coordinateur)
 SUPELEC
 CNRS – LACCO
 EDF R&D

Coordinateur

Nicole BLIN SIMIAND – LPGP
 nicole.simiand@u-psud.fr

Aide de l'ANR

665 359 €

Début et durée

Novembre 2009 - 36 mois

Référence

ANR-09-ECOT-013

Titre du projet	PHOSPHOR - Développement de procédés de recyclage du phosphore sous une forme valorisable en agriculture
Résumé	<p>Dans certaines régions, l'eutrophisation des réserves d'eau liée à l'excès de phosphore (P) est telle, que les seuils d'alerte définis par l'OMS pour garantir la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine ou aux loisirs sont fréquemment dépassés. Pour protéger la ressource en eau, limiter les risques d'intoxication lors d'ingestion accidentelle, et garantir le bon état écologique des cours d'eau, les valeurs limites de rejets de P dans les eaux de surface et des quantités maximales épandables sur le sol sont revues à la baisse. Or dans les zones où les activités agricoles et agro-alimentaires dominent, ces limites deviennent un frein au développement, voire même au maintien de ces activités qui sont pourtant, en général les premiers pourvoyeurs d'emploi de ces régions. Paradoxalement, dans certaines régions où le phosphore des effluents domestiques, industriels ou agricoles est le facteur limitant de leur usage en agriculture, des quantités importantes d'engrais minéraux phosphatés sont importées pour faire face à des besoins agronomiques particuliers, et ce, alors même que le phosphore minéral est une ressource limitée. Ce projet s'appuie sur les travaux scientifiques menés récemment par deux des partenaires pour proposer le développement de procédés de recyclage du phosphore sous une forme directement substituable aux engrais phosphatés. Ceci permettra aux exploitants agricoles, aux industriels ou aux collectivités de répondre à l'évolution des politiques environnementales, en préservant la ressource en eau et en réduisant la consommation de phosphore minéral. Des industriels de l'agro-alimentaire, du traitement des effluents agro-alimentaires et agricoles ainsi que des bureaux d'études se sont associés aux partenaires scientifiques pour mettre en commun les connaissances nécessaires au développement de ces procédés dont la complémentarité permettra de proposer des solutions adaptées à chaque situation technique et réglementaire. Une évaluation de la valeur fertilisante des produits validera la démarche et permettra une évaluation de l'impact économique et environnemental de l'utilisation des produits issus de ces procédés en substitution des engrais minéraux.</p>
Partenaires	<p>Cemagref (partenaire coordinateur) INSA – LISBP INPT – LGC INRA – LBE VALBIO SOLAGRO EVALOR ODIPURE</p>
Coordinateur	<p>Marie-Line DAUMER – Cemagref marie-line.daumer@cemagref.fr</p>
Aide de l'ANR	<p>1 147 370 €</p>
Début et durée	<p>Novembre 2009 - 48 mois</p>
Référence	<p>ANR-09-ECOT-014</p>

Titre du projet	POLHSAR - Détection des pollutions maritimes par hydrocarbures par modes SAR aéroporté et satellitaire
Résumé	<p>Les pollutions maritimes par hydrocarbures représentent un enjeu environnemental encore déterminant. Surtout les pollutions « quotidiennes » volontaires. L'augmentation des sanctions ne suffit pas à les arrêter. Les statistiques du CEDRE le prouvent. La faiblesse des moyens de contrôle déployés, autant sur le plan satellitaire qu'aéroporté, en sont une explication plausible. La résolution du problème passe par une intensification des contrôles, de jour comme de nuit, en zone littorale comme en haute mer. Le projet se propose d'y répondre par une extension importante, mais accessible, des capacités des systèmes d'observation spatiaux et aéroportés.</p> <p>De manière quasi directe, le projet contribue à la réduction des nuisances du transport maritime mondial par le contrôle accru des rejets volontaires d'hydrocarbures qu'il propose. Le projet poursuit 2 objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> · Etendre la capacité de détection radar aux avions équipés d'un radar de surveillance classique et ainsi multiplier les plate-formes capables de contrôler les navires en mer, · Etendre le domaine de fonctionnement des radars spatiaux en détection des pollutions et en augmenter le taux de revisite. Des avantages seront également tirés du projet dans les opérations de lutte contre les pollutions accidentelles (Erika, Prestige). Le besoin de localisation et de dimensionnement des nappes y est essentiel pour : <ul style="list-style-type: none"> - Evaluer l'ampleur de la catastrophe, - Prédire le déplacement des nappes pour anticiper le déploiement des moyens d'intervention sur le littoral, - Guider les navires d'intervention en mer.
Partenaires	TSA/MAS/DSPM (partenaire coordinateur) CLS / DAR UN/IREENA
Coordinateur	Gabriel MARCHALOT – TSA/MAS/DSPM gabriel.marchalot@fr.thalesgroup.com
Aide de l'ANR	172 042 €
Début et durée	Novembre 2009 - 24 mois
Référence	ANR-09-ECOT-015
Label pôle	Mer Bretagne

Titre du projet	TRIPTIC - Traceurs Répartis pour Identification des Polymères et Tri Industriel en Cadence
Résumé	<p>Les directives VHU imposent de recycler 95% des véhicules hors d'usage (VHU) en 2015 avec des objectifs de recyclage pour l'utilisation des matériaux recyclés dans les véhicules neufs. Le Projet TRIPTIC a pour objectif de récupérer la matière la plus pure possible ou bien après des opérations de démontage, ou après broyage & tri (aujourd'hui, environ 8% des plastiques des VHU sont recyclés...). Comme les technologies actuelles ne permettent pas de trier les matériaux polymères en fonction de leurs formulations aussi bien qu'en fonction de leurs propriétés rhéologiques qui sont des paramètres importants pour leur valorisation, il est nécessaire d'utiliser une signature avec traceurs qui devraient être détectés par tri spectrométrique (Fluorescence X ou UV). Le tri avec traceurs devrait permettre de trier les polymères plus rapidement et avec une meilleure qualité. TRIPTIC comporte trois tâches expérimentales : 1- Dispersion de quelques dizaines ou centaines de ppm de traceurs commerciaux dans des matrices représentatives d'enjeux industriels et économiques . 2- Optimisation de la détection spectrométrique (Fluorescence X ou UV).3- Etude de l'industrialisation de systèmes de tri par fluorescence X et UV. Ces tâches expérimentales sont associées à de la veille scientifique et à une analyse de cycle de vie qui permettra de connaître les impacts des technologies développées et, si besoin, de proposer des orientations pour les réduire. Une autre tâche a pour objectif d'étudier l'extension des technologies de tri à d'autres matériaux polymères et d'autres secteurs industriels tels que les secteurs des équipements Electrique et Electroniques (EEE) et de l'emballage. La dernière tâche porte sur la diffusion des résultats pour élaborer une nouvelle normalisation visant à développer le tri avec traceurs. Cette étude sera faite avec le souci permanent de développer des procédés respectueux de la santé et de l'environnement en conformité avec les spécifications de l'industrie.</p>
Partenaires	<p>INSA Lyon - IMP (partenaire coordinateur) ENSAM RECORD Renault POAES TT PST CEA List</p>
Coordinateur	<p>Valérie MASSARDIER – INSA Lyon - IMP valerie.massardier@insa-lyon.fr</p>
Aide de l'ANR	<p>913 999 €</p>
Début et durée	<p>Novembre 2009 - 45 mois</p>
Référence	<p>ANR-09-ECOT-016</p>
Label pôle	<p>AXELERA et PLASTIPOLIS</p>