

CARACTERISATION DE MATRICES SOLIDES PROPRES AUX SYSTEMES DE TRAITEMENT D'EAUX ET BOUES D'EPURATION : APPLICATION AU DEVENIR DE MICROPOLLUANTS ORGANIQUES LORS DE TRAITEMENTS BIOLOGIQUES

NOM DU PORTEUR : Dr Wisniewski Christelle, Maître de conférences
UMR 16 GPEB (CIRAD-UM1-UM2)
Université Montpellier II
Polytech'Montpellier
Place Eugène Bataillon
34095 MONTPELLIER CEDEX 5 France
Tel : direct 04 67 14 46 24
E-mail : wisniewski@univ-montp2.fr

En association avec Dr Carrère Hélène, Chargée de Recherche
Dr Dominique Patureau, Chargée de Recherche
UR050 Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (INRA)
Avenue des Etangs
11100 NARBONNE
Tel : direct 04 68 42 51 68
E-mail : carrere@supagro.inra.fr

Dr Gomez Elena, Maître de conférences
Dr Fenet Hélène, Maître de conférences
UMR 5569 HYDROSCIENCES MONTPELLIER (CNRS-IRD-UM1-UM2)
Université Montpellier I
UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques
15 Avenue Charles Flahault BP 14491
34093 MONTPELLIER CEDEX 5 France
Tel : direct 04 67 66 80 86
E-mail : egomez@univ-montp2.fr

Dr Plantard Gaël, Maître de conférences
UPR8521 PROMES/CNRS
Rambla de la Thermodynamique,
66100 Perpignan-France.
Tel : 06 12 52 47 82
E-mail : gael.plantard@univ-perp.fr

Mots clés : matrice solide boue, micropolluants organiques, caractérisation, réaction biologique, adsorption, bioréacteur à membranes, lyse thermique, méthanisation.

Contexte scientifique du projet

Si, grâce aux performances efficaces des procédés de traitement aujourd'hui mis en œuvre, les trois sources principales de pollution des eaux usées, que sont les composés carbonés, azotés et phosphorés, sont traités, et ce relativement à la sensibilité du milieu récepteur, les micropolluants organiques restent peu éliminés par les filières classiques. Parmi ces micropolluants, on retrouve des composés connus de longue date (pesticides, hydrocarbures aromatiques polycycliques, solvants...) ou dits émergents (hormones, antibiotiques, anticancéreux,...). Susceptibles, entre autres, de perturber le système endocrinien, les impacts de ces molécules sur le milieu récepteur, la faune, la flore mais également l'homme, sont encore mal connus. Cependant, il s'avère dès à présent nécessaire non seulement de pouvoir quantifier précisément leur présence dans les eaux mais également d'en assurer le traitement, et ce dans l'objectif d'être en conformité avec les exigences européennes de 2015.

L'élimination des micropolluants organiques est donc devenu aujourd'hui un objectif de santé publique et de protection des milieux récepteurs fragiles pour un développement durable. Cette élimination nécessite des procédés de traitement avancés, que ce soit au niveau de la filière *eau* ou de la filière *boue*. Le devenir de ces micropolluants organiques est également très intimement lié à la matrice boue (biomasse épuratrice dans la filière *eau* et substrat à épurer dans la filière *boue*) et tout particulièrement à leur adsorption sur cette matrice. En effet, ce phénomène est un point clé pour leur élimination, quelle que soit la filière. Afin de mieux cerner les mécanismes qui régissent cette élimination, il est donc nécessaire de caractériser au mieux ce phénomène d'adsorption, particulièrement au travers d'une caractérisation fine de la matrice boue. **Cet aspect est le point central de la collaboration où les diverses compétences des laboratoires seront croisées.**

Objectifs de la collaboration

L'objectif de la collaboration est d'acquérir, au sein de l'IFR ILEE, des compétences sur la caractérisation de matrices solides propres aux systèmes de traitement d'eaux usées (type floc bactérien). L'objectif est ainsi de mettre en relation l'activité de biodégradation, les capacités d'adsorption et de désorption et une caractérisation fine de la matrice organique, établies sous diverses conditions, afin de mieux comprendre notamment le devenir des micropolluants organiques lors de traitements biologiques.

Principe et méthodologies

Les matrices solides à caractériser seront extraites de deux procédés de traitement avancés, destinées à éliminer des micropolluants organiques ciblés :

- **un bioréacteur à membrane**, BAM (filière *eau*),
- **un méthaniseur couplé à une lyse thermique** (filière *boue*).

Le **bioréacteur à membranes**, couplage d'un procédé biologique et d'un procédé membranaire, possède un certain nombre d'atouts comparativement aux procédés de traitement conventionnels: traitement possible d'effluents fortement concentrés, rétention complète des matières en suspension et germes pathogènes, installation compacte avec faible emprise au sol, réduction des contraintes d'exploitation et fiabilisation des performances (Grasmick et al., 2007 ; Wisniewski, 2007). De récents travaux ont montré que des âges de boues (ou temps de rétention de la phase solide) élevés devraient permettre le développement, en BAM, de communautés bactériennes susceptibles d'assurer la dégradation de composés ciblés, tels certains micropolluants organiques (Clara et al., 2005).

L'**hydrolyse thermique** a été couplée à la digestion anaérobie des boues afin d'améliorer la conversion de la matière organique en biogaz, maximisant la production d'énergie renouvelable et réduisant la quantité de boues à gérer (Bougrier, 2005). De tels procédés sont ainsi proposés industriellement (Kepp et al., 2000, Chauzy et al., 2003). Par ailleurs, la dégradation de micropolluants organiques (hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), polychlorobiphényles (PCB), nonylphénols (NP)) présents dans les boues a été observée lors de la digestion anaérobie mais elle est limitée par leur biodisponibilité (Trably, 2002 ; Patureau et al., 2007). L'hydrolyse thermique, permettant de déstructurer les floccs de boues et de solubiliser leur matière organique, devrait accroître la biodisponibilité des micropolluants adsorbés sur les boues. L'hypothèse que le couplage hydrolyse thermique devrait permettre d'optimiser la dégradation des micropolluants organiques reste à vérifier.

Organisation des tâches

Tâche 0 : Coordination avec réunions, rédactions communes d'article et participation croisée à des conférences.

Tâche 1 : Etude de la dégradation des micropolluants organiques en bioréacteur à membranes

Les performances de traitement de composés médicamenteux de deux systèmes BAM seront suivies durant plusieurs mois (GPEB et Hydrosiences). Le premier système, à l'échelle de laboratoire (15 litres), fonctionne sous un âge de boues de 80 jours et est alimenté en eau usée synthétique alors que le second, à l'échelle pilote (15 m³), fonctionne sous un âge de boues de 40 jours et est alimenté en eau usée réelle.

Tâche 2 : Etude de la dégradation des micropolluants organiques lors du couplage hydrolyse thermique/méthanisation

Les performances du procédé couplant **la lyse thermique et la méthanisation** sur l'abattement du NP, de 7 PCB et de 13 HAP sont étudiées grâce à 4 réacteurs de 5 L semi-continus de digestion anaérobie thermophile opérés avec un temps de séjours hydraulique de 15 jours sur une durée de 3 mois minimum par condition étudiée (LBE). Un réacteur stérilisé permettra d'évaluer les pertes abiotiques. Les réacteurs seront dans un premier temps alimentés en boue non hydrolysée puis en boue hydrolysée afin d'évaluer l'impact du prétraitement thermique sur l'abattement des micropolluants. Le potentiel de dégradation biologique des différents réacteurs sera mesuré via un bilan matière et sera caractérisé via le suivi de la diversité fonctionnelle (deux fonctions ciblées : benzylsuccinate synthase et déhalogénase).

Tâche 3 : Caractérisation des boues

En terme de caractérisation, les différentes équipes mettront leurs compétences en commun et seront proposées :

- l'analyse de la composition biochimique (protéines, polysaccharides, lipides, matière organique et minérales) des boues extraites des différents systèmes. Ces analyses seront réalisées par l'UMR GPEB et au LBE, les différentes méthodes utilisées seront ainsi confrontées.
- l'analyse des propriétés physiques de ces mêmes boues (granulométrie, densité, surface spécifique, rhéologie,...). La densité et la surface spécifique seront mesurées par l'UMR GPEB et par PROMES. La granulométrie et la rhéologie seront mesurées au LBE.
- les isothermes et cinétiques d'adsorption et désorption :
 - du nonylphénol (NP), de 7 polychlorobiphényles (PCB) et de 13 hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sur des boues activées (fortes et faibles charges) avant et après traitement thermique et avant et après digestion anaérobie, réalisé au LBE
 - de composés médicamenteux sur boues extraites de systèmes BAM, réalisé à l'UMR GPEB et Hydrosiences

- de nouvelles méthodes d'extraction peu agressives des polluants organiques et destinées à prédire la fraction biodisponible telles que l'utilisation de solvant doux (méthanol), ou l'adsorption sur phase solide (Tenax, Xad) ou la cyclodextrine (Cuypers et al., 2002 ; Swindel et Reid, 2006), réalisées au LBE.

Calendrier

Tâches	2008	2009	2010
1. Dégradation en Bioréacteur à membranes			
1.1 Performance en système laboratoire			
1.2 Performance en système pilote			
2. Couplage hydrolyse thermique-digestion anaérobie			
2.1 Performance de dégradation des micropolluants			
2.2 Suivi de la diversité fonctionnelle			
3. Caractérisation des boues			
3.1 Composition biochimique			
3.2 Propriétés physiques			
3.3 Isothermes de sorption			
3.4 Méthodes d'extraction			

Compétences scientifiques des partenaires impliqués

L'UMR **Hydrosciences**, plus particulièrement l'équipe relative à l'étude des contaminants organiques et à la biosurveillance du milieu aquatique (équipe ECORISK), s'intéresse à la problématique relative aux micropolluants organiques. Les travaux réalisés, portent sur la caractérisation de contaminants organiques (alkylphénols, nonylphénols,...), leurs possibles impacts sur l'environnement mais également le suivi de leur dégradation en station d'épuration¹.

¹. David A., Dagnino S., Pichot Y., Munaron D., Escande A., Casellas C., Fenet H., Gomez E. 2007. Temporal study of estrogenic responses of mussel (*Mytilus galloprovincialis*) extracts applied to reporter cell lines. *Marine Environmental Research*, in press.

Gomez E., Wang X., Dagnino S., Leclercq M., Escande A., Casellas C., Picot B. Fenet H. 2007. Fate of endocrine disrupters in waste stabilization pond systems. *Water Science and Technology* 55(11), 157-163.

Lemaire G, Mnif W, Pascussi JM, Pillon A, Rabenoelina F, Fenet H, Gomez E, Casellas C, Nicolas JC, Cavaillès V, Duchesne MJ, Balaguer P 2006. Identification of new human pregnane X receptor ligands among pesticides using a stable reporter cell system. *Toxicological Sciences* 91(2), 501-509.

Fenet H., Gomez E., Rosain D., Casellas C. 2006. PAH metabolites and EROD activity in caged European eel. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 51(2), 232-236.

Pillon A., Boussioux A-M., Escande A., Aït-Aïssa S., Gomez E., Fenet H., Ruff M., Moras D., Vignon F., Duchesne M.J., Casellas C., Nicolas J.C., and Balaguer P. 2005. Binding of Estrogenic Compounds to Recombinant Estrogen Receptor alpha: Application to Environmental Analysis. *Environmental Health Perspectives* 113, 278-284.

Gomez E., Pillon A., Fenet H., Rosain D., Duchesne M.J., Nicolas J.C., Balaguer P., Casellas C. 2005. Estrogenic activity of cosmetic components in reporter cell lines: parabens, UV screens and musks. *Journal of Toxicology and Environmental Health A* 68(4), 239-251.

Devez A., Gomez E., Gilbin R., Elbaz-Poulichet F. Persin F., Andrieux P., Casellas C., 2005. Assessment of copper bioavailability in vineyard runoff waters by DPASV and algal bioassay. *Science of the Total Environment*, 348, 82-92.

Laville N., Aït-Aïssa S., Gomez E., Casellas C., Porcher J.M., 2004. Effects of human pharmaceuticals on cytotoxicity, EROD activity and ROS production in fish hepatocytes. *Toxicology* 196, 41-55.

Fenet H., Gomez E., Pillon A., Rosain D., Nicolas J-C, Casellas C., Balaguer P., 2003. Estrogenic activity in water and sediments of a French river- contribution of alkylphenols. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 44, 1-6.

L'UMR GPEB, quant à elle, développe des activités relatives aux bioréacteurs à membranes (BAM) appliqués au traitement des eaux et effluents depuis 1992. L'étude systémique des bioréacteurs à membranes a fait l'objet jusqu'à ce jour d'une recherche continue au travers de différents travaux de thèse dont la plupart ont été conduits en partenariat avec des grands groupes industriels ou sur des programmes de coopérations internationales. Les travaux conduits au sein du laboratoire ont montré le potentiel des BAM, au travers de leur capacité à opérer avec des temps de rétention de la biomasse active élevés, à permettre le développement de communautés bactériennes susceptibles d'assurer la dégradation de composés considérés comme difficilement biodégradables dans des conditions opératoires conventionnelles (Héran et al., 2008 ; Lobos et al., 2007 ; Orantes et al., 2006)².

- ² Héran M., Wisniewski C., Orantes J. and Grasmick A. (2008), Measurement of kinetic parameters in a submerged aerobic membrane bioreactor fed on acetate and operated without biomass discharge, *Biochemical Engineering Journal*, Volume 38, Issue 1, 15 January 2008, Pages 70-77.
- Grasmick A., Cabassud C., Sperendio M. and Wisniewski C. (2007), Bioréacteurs à membranes (BAM) et traitement des eaux usées, *Techniques de l'Ingénieur*, W4140.
- Wisniewski C. (2007), Membrane bioreactor for water reuse, *Desalination*, Volume 203, 15-19.
- Lobos J., Wisniewski C., Héran M. and Grasmick A. (2007), Membrane Bioreactor performances: effluent quality of continuous and sequencing systems for water reuse, *Desalination*, Volume 204, Issues 1-3, 39-45.
- Lobos J., Wisniewski C., Héran M. and Grasmick A. (2006), Membrane Bioreactor performances: comparison between continuous and sequencing systems, *Desalination*, Volume 199, Issues 1-3, 319-321.
- Orantes J., Wisniewski C., Héran M. and Grasmick A. (2006), The influence of operating conditions on permeability changes in a submerged membrane bioreactor, *Separation and Purification Technology*, Volume 52, Issue 1, 60-66.
- Pellegrin M-L, Wisniewski C., Grasmick A., Tazi-Pain A. and BUISSON H. (2002), Sequenced Aeration in Membrane Bioreactor: Specific Nitrogen Removal Rates, *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, Volume 80, Number 3, 386-392.
- Pellegrin M-L, Wisniewski C., Grasmick A., Tazi-Pain A. and Buisson H. (2002), Respirometric needs of heterotrophic populations developed in an immersed membrane bioreactor working in sequenced aeration, *Biochemical Engineering Journal*, Volume 11, 2-12.
- Wisniewski C., Leon Cruz A. and Grasmick A. (1999), Kinetics of organic carbon removal by a mixed culture in a membrane bioreactor, *Biochemical Engineering Journal*, Volume 3/1, 61-69.

Le LBE est spécialisé dans l'étude et le développement de procédés biologiques permettant de proposer des filières durables de traitement des pollutions. Ainsi des travaux sont menés sur l'optimisation de la méthanisation des boues d'épuration par un traitement d'hydrolyse thermique depuis 2001. Le LBE possède également une expertise sur les micropolluants organiques, thématique sur laquelle il travaille depuis 1999. Un certain nombre de projets nationaux et internationaux ont été menés sur les perturbateurs endocriniens dont le Nonylphénol, les HAP et les PCP pour lesquels le laboratoire possède les moyens analytiques (suivi sur le continuum eaux usées, boues, sol et plante). Il a en outre démontré le potentiel des filières de traitement biologique à dégrader ces divers polluants via la caractérisation des cinétiques et des microflores dégradantes, cette dégradation étant limitée par leur faible bioaccessibilité en raison de leur adsorption sur la matrice boue³.

- ³Trably, E., Patureau, D., Delgenès, J. P. (2003) Enhancement of polycyclic aromatic hydrocarbons removal during anaerobic treatment of urban sludge. *Wat. Sci. Technol.*, 48 (04), 53-60.
- Bernal-Martinez A., Carrere H., Patureau D. and Delgenès J.P. (2005) Combining anaerobic degradation and ozonation to remove PAH from urban sludge. *Process Biochem*, 40, 3244-3250.
- Patureau D. and Trably E. (2006) Impact of anaerobic and aerobic processes on PolyChloroBiphenyl removal in contaminated sewage sludge. *Biodegradation*, 17, 9-17,.
- Trably E. and Patureau D. (2006) Successful treatment of low PAH-contaminated sewage sludge in aerobic bioreactors. *Environ. Sci.Poll. Res.*, 13(3), 170-176,.
- Carrere H, Bernal-Martinez A., Patureau D. and Delgenès J.P. (2006) Parameters explaining PAHs removal from sewage sludge by ozonation. *AIChE*, 52(10), 3612-3620.
- Patureau D., Laforie M., Lichtfouse E., Caria G., Denaix L., Schmidt JE. (2007) Fate of organic pollutants after sewage sludge spreading on agricultural soils : a 30-years field-recording. *Wat. Practice Technol.* 2(1), doi10.2166.
- Bernal-Martinez A., Carrere H., Patureau D. and Delgenès J.P. (2007) Ozone pre-treatment to improve PAHs removal during anaerobic digestion of urban sludge. *Chemosphere*, 67, 1013-1019.
- Muller M., Rabenoelina F., Balaguer P., Patureau D., Lemenach K., Budzinski H., Barcelo D., Lopez de Alda M., Kuster M., Delgenès J.P. and Hernandez-Raquet G. (2007) Fate and removal of Estrogenic Compounds in an Advanced Sewage Treatment Plant: Evaluation Combining Chemical and Biological Analysis. *Acceptée à Environ. Tox. Chem.*

Valo A., Carrere H., Delgenes J.-P, Thermal, chemical and thermo-chemical pre-treatment of waste activated sludge for anaerobic digestion, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 79 (2004) 1197-1203.
Bougrier C., Albasi C., Delgenes J.-P, Carrere H., Effect of ultrasonic, thermal and ozone pre-treatment on waste activated sludge solubilization and anaerobic digestion, *Chemical Engineering and Processing*, 45 (2006) 711-718
Bougrier C., Delgenes J.-P, Carrere H., Impacts of thermal pre-treatments on the semi-continuous anaerobic digestion of waste activated sludge, *Biochemical Engineering Journal*, 34 (2007) 20-27
Bougrier C., Delgenes J.-P, Carrere H. Effects of thermal treatments on 5 different waste activated sludge samples solubilisation, physical properties and anaerobic digestion, *Chemical Engineering Journal* 2007 in press, doi:10.1016/j.cej.2007.07.099

UPR-8521 PROMES/CNRS (partenaire associé). Le laboratoire PROcédés, Matériaux et Energie Solaire, et spécifiquement l'équipe Stockage pour HélioProcédé Photochimique et Energétiques (SHPE), est structuré autour de deux axes de recherches principaux : les matériaux pour le stockage (énergie, matière) et les procédés photochimiques et solaires. Le projet de recherche proposé s'intègre au pôle matériaux, et tout particulièrement, au volet centré sur les phénomènes de sorption/désorption en phase gaz et liquide et à l'analyse des propriétés des matériaux développés⁴.

⁴ V. Goetz, O. Pupier and A. Guillot, Carbon dioxide-Methane Mixture Adsorption on Activated Carbon, *Adsorption*, 2006, 12 (1), 55-63.

O. Pupier, Thèse de 3ème cycle, Equilibres de co-adsorption de mélanges gazeux : application au stockage de gaz naturel, Université de Perpignan (2004).

X. Py, A. Guillot and B. Cagnon, Nanomorphology of activated carbon porosity: geometrical models confronted to experimental facts. *Carbon*, 2004, 42, 1743-1754.

X. Py, V. Goetz and G. Plantard, Activated Carbons textural optimization for gas storage processes. *Chemical Engineering and Processing*, 2007, under press.

G. Plantard.; M. Papini.; Radiative and electrical properties of granular materials. Application to mixtures of insulating and conducting polymers, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 2002, 74, 3, p 329-337.

B. Cagnon, X. Py, A. Guillot and F. Stoeckli, The effect of the carbonization/activation procedure on the microporous texture of the subsequent chars and active carbons, *Microporous and mesoporous materials*, 57 (2003) 273-282.

X. Py, A. Guillot and B. Cagnon, Activated carbon porosity tailoring by cyclic sorption/decomposition of molecular oxygen, *carbon*, 41 (2003) 1533-1543.

Valorisation des travaux

Les travaux de ce projet seront valorisés par deux thèses :

- la thèse de Michael Aubenneau (GPEB et Hydrosiences) dont la soutenance est prévue le dernier trimestre 2010,
- la thèse de Maialen Barret (LBE) dont la soutenance est prévue le dernier trimestre 2009.

Les travaux issus de la collaboration seront valorisés par des publications croisées dans des journaux à comité de lecture et des conférences internationales.

Perspectives envisagées

La mise au point de nouveaux protocoles de caractérisation de la matrice solide boue, d'extraction de micropolluants organiques et la caractérisation des phénomènes d'adsorption-désorption de ces composés sera la base de projets novateurs dans les années à venir. Ce travail permettra d'initier une collaboration étroite entre les quatre équipes sur ces problématiques émergentes et leur donner ainsi la possibilité de publier et communiquer ensemble sur ce projet fédératif. Ce début de collaboration devrait permettre, à terme, de déposer des projets de recherche de type ANR ainsi que d'envisager des co-directions de thèse sur cette thématique (déjà effectives pour GPEB et Hydrosiences, *thèse de Michael Aubenneau 2007-2010*).

Références

- Bougier C. Optimisation du procédé de méthanisation par mise en place d'un co-traitement physico-chimique. Application au gisement de biogaz représenté par les boues d'épuration des eaux usées, Thèse, Université de Montpellier II, 2005.
- Chauzy J., Cretenot D., Patria L., Fernandez P., Sauvegrain P. and Levasseur J.P. (2003) Bio Thelys : a new sludge reduction process. Biosolids 2003, wastewater sludge as a resource, Trondheim, 23-25 June 2003, pp 473-479.
- Clara M., Kreuzinger N., Strenn B., Gans O. and Kroiss H., The solids retention time - a suitable design parameter to evaluate the capacity of wastewater treatment plants to remove micropollutants, Water Research 39 (2005) 97-106.
- Cuypers C., Pancras T., Grotenhuis T. and Rulkens W. (2002) The estimation of PAH bioavailability in contaminated sediments using hydroxypropyl-beta-cyclodextrin and triton X-100 extraction techniques. Chemosphere, 46, 1235-1245.
- Grasmick A., Cabassud C., Sperandio M. and Wisniewski C. (2007), Bioréacteurs à membranes (BAM) et traitement des eaux usées, Techniques de l'Ingénieur, W4140.
- Héran M., Wisniewski C., Orantes J. and Grasmick A. (2008), Measurement of kinetic parameters in a submerged aerobic membrane bioreactor fed on acetate and operated without biomass discharge, Biochemical Engineering Journal, Volume 38, Issue 1, 15 January 2008, Pages 70-77.
- Kepp U., Machenbach I., Weisz N., and Solheim O.E. (2000) Enhanced stabilization of sewage sludge through thermo hydrolysis- three years of experience with full scale plant. Water Sci. Technol., 42(9) 89-96.
- Lobos J., Wisniewski C., Héran M. and Grasmick A. (2007), Membrane Bioreactor performances: effluent quality of continuous and sequencing systems for water reuse, Desalination, Volume 204, Issues 1-3, 39-45.
- Orantes J., Wisniewski C., Héran M. and Grasmick A. (2006), The influence of operating conditions on permeability changes in a submerged membrane bioreactor, Separation and Purification Technology, Volume 52, Issue 1, 60-66.
- Patureau D., Delgenès N. and Delgenès JP. (2007) Impact of sewage sludge treatment processes on the removal of the endocrine disrupters nonylphenol ethoxylates. Soumise à *Chemosphere*.
- Swindel A.L. and Reid B.J. (2006) Comparison of selected non-exhaustive extraction techniques to assess PAH availability in dissimilar soils.
- Trably E. Etude et optimisation de la biodégradation d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) et de polychlorobiphényles (PCBs) au cours de la digestion anaérobie et aérobie de boues urbaines contaminées, Thèse, Université de Montpellier II, 2002
- Wisniewski C. (2007), Membrane bioreactor for water reuse, Desalination, Volume 203, 15-19.

Fiche budgétaire

Les tableaux suivants donnent une prévision des dépenses présagées pour l'étude par les quatre équipes impliquées.

Equipes membres de l'IFR ILEE

	LBE		GPEB		Hydrosciences	
Personnel						
	H. Carrère CR1, 30% sur 3 ans	54 000	C. Wisniewski MCF, 30% sur 3 ans	51480	E. Gomez MCF, 30% sur 3 ans	54 000
	D. Patureau CR1, 30% sur 3 ans	54 000	M. Héran MCF, 20% sur 3 ans	34320	H. Fenet MCF, 30% sur 3 ans	54 000
	M. Barret Allocataire de recherche, 100% sur 3 ans	84 000	T. Ruiz MCF, 10% sur 3 ans	17160	C. Casellas PU, 10% sur 3 ans	25 000
			M. Aubenneau Allocataire de recherche, 100% sur 3 ans	84000	D. Rosain TRF, 20% sur 3 ans	21 500
Equipement						
	4 réacteurs (5 L) semi continus avec leurs périphériques (pompes, débitmètres, pHmètres, agitateurs)	12 000	Réacteur BAM entièrement équipé	15000	Lecteur fluorescence HPLC	10 500
	Table agitante (isothermes)	20 000			Collecteur de fractions	10 000
Consommables, fonctionnement						
	Consommables pour analyses HPLC et GC-MS	8 000	Consommables pour caractérisation des boues (DCO, protéines, sucres, matières organiques...)	1000	Consommables pour extraction de la phase liquide (SPE)	5 000
	Consommables pour extraction de la phase liquide (SPE)	5 000	Caractérisation physique des boues (granulométrie, rhéologie, densité...)	3000	Consommables pour extraction de la phase solide (MAE)	2 000
	Consommables pour extraction de la phase solide (ASE)	2 000			Consommables pour l'analyse	8 000
	Consommables pour caractérisation des boues (DCO, protéines, sucres, matières organiques...)	1 000			Colonne chromatographique	5 000
	Prestations pour caractérisation des boues (densité, surface spécifique, rhéologie...)	3 000				
Déplacements-missions						
		2 000		3000*		2000
Total						
		245 000		206 960		194 920
Aide demandée						
		9000		9000		9000
Répartition de l'aide						
0 à 6 mois	Equipement	4000	Equipement	4000	Equipement	4000
6 à 12 mois	Fonctionnement	2500	Fonctionnement	2500	Fonctionnement	2500
12 à 18 mois	Fonctionnement	2500	Fonctionnement	2500	Fonctionnement	2500

* Déplacement sur site, pour suivi BAM pilote

Equipe associée à l'IFR ILEE

	PROMES	
Personnel		
	G. Plantard MCF, 10% sur 2 ans	11440
Consommables		
	Consommables pour mesures de densité et de surface spécifique	1000
Déplacements-Missions		
		2000
Total		
		14 440

L'aide demandée s'élève à 27000 euros et représente 4% du budget total du projet (661 320 euros) et 23% du budget hors salaires (113 420 euros). Cette aide concerne uniquement les trois équipes intégrées directement à l'IFR ILEE (Hydrosciences, GPEB, LBE).

NOTES :

- Cette étude implique un certain nombre de chercheurs, pour la plupart déjà bien engagés sur ces problématiques.
- La collaboration est censée s'étaler sur trois années universitaires (2007-2008 à 2009-2010) et les travaux seront menés simultanément et de façon continue sur ces trois années.
- L'aide demandée vise essentiellement à couvrir les besoins en équipement et en fonctionnement.
- Les compléments de financements seront issus des ressources propres des différents laboratoires

Visa des responsables des unités impliquées

UMR 16 GENIE des PROCÉDES - EAU ET BIOPRODUITS (CIRAD-UM1-UM2)
Université Montpellier II
Place Eugène Bataillon
34095 MONTPELLIER CEDEX 5 France

Alain Grasmick

UMR 5569 HYDROSCIENCES MONTPELLIER (CNRS-IRD-UM1-UM2)
UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques
Université Montpellier I
15 Avenue Charles Flahault BP 14491
34093 MONTPELLIER CEDEX 5 France

Eric Servat

UR050 Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (INRA)
Avenue des Etangs
11100 NARBONNE

J.P. Delgenes

UPR8521 PROMES/CNRS
Rambla de la Thermodynamique,
66100 PERPIGNAN

G. Flamant

Visa des responsables des unités impliquées

UMR 16 GENIE des PROCEDES - EAU ET BIOPRODUITS (CIRAD-UM1-UM2)
Université Montpellier II
Place Eugène Bataillon
34095 MONTPELLIER CEDEX 5 France

Alain Grasmick



UMR 5569 HYDROSCIENCES MONTPELLIER (CNRS-IRD-UM1-UM2)
UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques
Université Montpellier I
15 Avenue Charles Flahault BP 14491
34093 MONTPELLIER CEDEX 5 France

Eric Servat

UR050 Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (INRA)
Avenue des Etangs
11100 NARBONNE

J.P. Delgenes

UPR8521 PROMES/CNRS
Rambla de la Thermodynamique,
66100 PERPIGNAN

G. Flamant

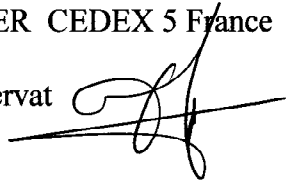
Visa des responsables des unités impliquées

UMR 16 GENIE des PROCEDES - EAU ET BIOPRODUITS (CIRAD-UM1-UM2)
Université Montpellier II
Place Eugène Bataillon
34095 MONTPELLIER CEDEX 5 France

Alain Grasmick

UMR 5569 HYDROSCIENCES MONTPELLIER (CNRS-IRD-UM1-UM2)
UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques
Université Montpellier I
15 Avenue Charles Flahault BP 14491
34093 MONTPELLIER CEDEX 5 France

Eric Servat



UR050 Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (INRA)
Avenue des Etangs
11100 NARBONNE

J.P. Delgenes

UPR8521 PROMES/CNRS
Rambla de la Thermodynamique,
66100 PERPIGNAN

G. Flamant

Visa des responsables des unités impliquées

UMR 16 GENIE des PROCÉDES - EAU ET BIOPRODUITS (CIRAD-UM1-UM2)
Université Montpellier II
Place Eugène Bataillon
34095 MONTPELLIER CEDEX 5 France

Alain Grasmick

UMR 5569 HYDROSCIENCES MONTPELLIER (CNRS-IRD-UM1-UM2)
UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques
Université Montpellier I
15 Avenue Charles Flahault BP 14491
34093 MONTPELLIER CEDEX 5 France

Eric Servat

UR050 Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (INRA)
Avenue des Etangs
11100 NARBONNE

J.P. Delgenes



UPR8521 PROMES/CNRS
Rambla de la Thermodynamique,
66100 PERPIGNAN

G. Flamant

Pour le Directeur et par délégation
Le Directeur Adjoint
G. FLAMANT

