

# Rapport d'avancement No 1 du projet ARMISTIQ - Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques

*Rapport d'étape*

*Marina Coquery (coordination),  
Jean-Marc Choubert, Maxime Pomies  
(Cemagref, centre de Lyon)*

Janvier 2011

*Avec les partenaires : H. Budzinski (LPTC, Université  
Bordeaux 1), S. Besnault, S. Martin (CIRSEE, Suez  
Environnement)*

## Contexte de programmation et de réalisation

---

Ce document correspond à l'action 28-5 « Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques (ARMISTIQ) », domaine Ecotechnologies et pollution.

Ce document vise à présenter les objectifs et la méthodologie du projet de recherche ARMISTIQ ainsi que l'état d'avancement du projet ARMISTIQ qui a démarré en juillet 2010.

Ces travaux sont réalisés dans le cadre du projet ARMISTIQ avec le Cemagref Lyon (Marina Coquery, Jean-Marc Choubert, Cécile Miège, Maxime Pomies, Alexandre Tahar), CIRSEE Suez-Environnement (Sophie Besnault, Samuel Martin-Ruel, Mar Esperanza, Auguste Bruchet), et ISM-LPTC, Université de Bordeaux 1 (Hélène Budzinski, Karyn Le Menach).

## Les auteurs

---

*Marina Coquery (coordination du projet), Directrice de recherche, [marina.coquery@cemagref.fr](mailto:marina.coquery@cemagref.fr)  
Cemagref, centre de Lyon*

*Jean-Marc Choubert, Ingénieur de l'agriculture et environnement, [jean-marc.choubert@cemagref.fr](mailto:jean-marc.choubert@cemagref.fr)  
Cemagref, centre de Lyon*

*Maxime Pomies, doctorant, [maxime.pomies@cemagref.fr](mailto:maxime.pomies@cemagref.fr)  
Cemagref, centre de Lyon*

Avec la participation de :

*Sophie Besnault, [Sophie.Besnault@suez-env.com](mailto:Sophie.Besnault@suez-env.com)  
CIRSEE, Suez Environnement*

*Samuel Martin, [Samuel.Martin@suez-env.com](mailto:Samuel.Martin@suez-env.com)  
CIRSEE, Suez Environnement*

## Les correspondants

---

Onema : Pierre-François Staub, [pierre-francois.staub@onema.fr](mailto:pierre-francois.staub@onema.fr)

Cemagref : Marina Coquery, Cemagref, [marina.coquery@cemagref.fr](mailto:marina.coquery@cemagref.fr)

Référence du document : M. Coquery, J.-M. Choubert, M. Pomies, S. Besnault. (2010). Rapport d'avancement No1 du projet ARMISTIQ - Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques, Cemagref, 54 p.

<b>Droits d'usage :</b>	<i>accès restreint</i>
<b>Couverture géographique :</b>	<i>national</i>
<b>Niveau géographique :</b>	<i>national</i>
<b>Niveau de lecture :</b>	<i>Professionnels, experts, chercheurs</i>
<b>Nature de la ressource :</b>	<i>Document</i>

**Rapport d'avancement No 1 du projet ARMISTIQ - Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques**

*M. Coquery, J.-M. Choubert, M. Pomies, S. Besnault*

SOMMAIRE

<b>Résumé</b> .....	4
<b>Etat d'avancement</b> .....	5
<b>I. CONTEXTE ET OBJECTIFS</b> .....	5
<b>II. DESCRIPTION DE L'AVANCEMENT DU PROJET ET PREVISION 2011</b> .....	7
<b>Action A ó Réduction des micropolluants réfractaires par traitements avancés intensifs</b> .....	7
Avancement 2010 .....	7
Prévisions 2011 .....	8
<b>Action B - Réduction des micropolluants réfractaires par traitements avancés extensifs</b> .....	8
Avancement 2010 .....	8
Prévisions 2011 .....	10
<b>Action C - Modélisation des processus de dégradation pour la réduction des micropolluants partiellement biodégradables dans le procédé boues activées</b> .....	11
Avancement 2010 .....	11
Prévisions 2011 .....	14
<b>Action D - Réduction des micropolluants hydrophobes par procédés de traitement biologiques et thermiques des boues avant valorisation agricole</b> .....	15
Avancement 2010 .....	15
Prévision 2011 - 2012 .....	17
<b>III. CONCLUSIONS</b> .....	18
<b>ANNEXE 1</b> .....	19
<b>Description détaillée des protocoles de suivi par action</b> .....	
PROCOLES : <i>procédés tertiaires intensifs (action A)</i> .....	20
PROCOLES : <i>procédés avancés extensifs (action B)</i> .....	22
PROCOLES : <i>procédés secondaires (boues activées aération prolongée) (action C)</i> .....	28
PROCOLES : <i>boues (action D)</i> .....	35
<b>ANNEXE 2</b> .....	45
<b>Planning des campagnes de mesures (2010 - 2011)</b> .....	
<b>ANNEXE 3</b> .....	49
<b>Compte rendu de la réunion de lancement du projet</b> .....	

## Rapport d'avancement No 1 du projet ARMISTIQ - Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques

M. Coquery, J.-M. Choubert, M. Pomies, S. Besnault

### Résumé

#### RESUME

Le projet ARMISTIQ a pour objectif d'évaluer et d'améliorer la connaissance et la maîtrise de technologies de traitements secondaire et tertiaire des substances prioritaires et émergentes présentes dans les eaux usées et les boues urbaines.

Ce rapport présente l'essentiel de la réalisation des travaux pour l'année 2010. L'activité principale des partenaires du projet a concerné les points suivants : réaliser l'état de l'art, finaliser le choix des sites et des molécules ciblées pour chacune des actions, définir les protocoles et le planning des campagnes de terrain, réaliser les premières campagnes de terrain et les expérimentations préliminaires en laboratoire.

Les livrables 2010 sont les suivants :

- Etat de l'art sur les procédés avancés intensifs pour la réduction de micropolluants dans les eaux traitées (Livrable A1) ;
- Matériaux adsorbants pour la rétention et le traitement de substances pharmaceutiques et phytosanitaires : Caractéristiques et éléments de choix (Livrable B1) ;
- Etat de l'art des processus, des protocoles de quantification des vitesses d'adsorption et de dégradation, et des outils de simulations pour l'élimination des micropolluants dans les procédés biologiques (Livrable C1) ;
- Etat de l'art sur les procédés de traitement des boues pour l'élimination de micropolluants (Livrable D1).

#### MOTS CLES

Station de épuration, traitement secondaire, traitement tertiaires, boues, substances prioritaires, substances pharmaceutiques, rendement d'élimination

## Rapport d'avancement No 1 du projet ARMISTIQ - Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques

M. Coquery, J.-M. Choubert, M. Pomies, S. Besnault

### Etat d'avancement

#### I. Contexte et objectifs

Les procédés conventionnels de traitement des eaux usées, bien que n'ayant pas été conçus initialement pour cela, réalisent une élimination non négligeable des micropolluants essentiellement par adsorption sur les boues (substances hydrophobes) puis une dégradation par voie biologique, ou encore par dégradation directe pour certains composés.

Les résultats d'un programme de recherche ANR (2006-2009), intitulé « AMPERES », a permis, hormis le développement de techniques analytiques (eau et boues), d'acquérir des connaissances et d'évaluer l'efficacité de réduction des substances prioritaires et émergentes par différentes filières de traitement des eaux usées. Ainsi, pour le procédé boues activées aération prolongée par exemple, des rendements de dépollution de la phase liquide des effluents de l'ordre de 50 à 85 % pour les HAP et pour certains métaux, de 75 à 85 % pour les alkylphénols et les diphenylétherbromés (PBDE), de 75 à 95 % pour les hormones oestrogéniques et les analgésiques/anti-inflammatoires, ont été mesurés.

Néanmoins, certaines substances peuvent être qualifiées de « réfractaires » au traitement car partiellement ou pas du tout dégradées (par exemple certains pesticides et médicaments hydrophiles). Ainsi, un certain nombre de micropolluants (environ 15 % des substances prioritaires) est encore présent dans les rejets en sortie de stations conventionnelles de traitement des eaux usées à des concentrations significatives ( $> 0,1 \mu\text{g/L}$ ). La modification de certains points de conception, dimensionnement et d'exploitation de la filière de traitement (durée d'aération, âge et taux de boue) pourrait augmenter les rendements, mais l'influence de ces paramètres reste encore peu documentée.

De plus, du fait qu'environ 70 % des micropolluants qui sont éliminés de l'eau sont majoritairement adsorbés sur les boues, il paraît intéressant de déterminer dans quelle mesure un abattement supplémentaire est possible lors de l'amélioration du traitement de ces dernières.

On constate également que certains procédés tertiaires avancés éliminent une partie des micropolluants mais les conditions opératoires les plus adaptées pour atteindre cet objectif ne sont pas maîtrisées pour les combinaisons de procédés d'oxydation et d'adsorption sur charbon actif. Par ailleurs, plusieurs techniques extensives faisant appel au traitement par le sol, naturellement en place (zone de dissipation végétalisée) ou bien rapporté (lit planté de roseaux à écoulement horizontal) représentent un potentiel de traitement à faible empreinte environnementale, mais dont l'efficacité en étage tertiaire est peu connue. L'acquisition de connaissances opérationnelles sur ces systèmes et ces molécules paraît encore nécessaire.

De plus, il est d'importance de dégager les éléments techniques, économiques et environnementaux qui permettront d'améliorer le fonctionnement des installations de traitement (eau et boues). Ceci favorisera également la prise de décision éclairée sur la définition de priorités d'actions quant à la réduction ou à la substitution des micropolluants à la source.

Le projet ARMISTIQ dans sa globalité consiste à évaluer et à améliorer la connaissance et la maîtrise de technologies de traitement des substances prioritaires et émergentes présentes dans les eaux usées et les boues urbaines.

Le projet, dont la coordination est assurée par le Cemagref, s'articule autour de 6 actions :

- **Action A** - Réduction des micropolluants réfractaires par traitements avancés intensifs (ozonation, osmose inverse, oxydation catalytique) ;
- **Action B<sup>1</sup>** - Réduction des micropolluants réfractaires par traitements avancés extensifs (zone de dissipation végétalisée à tranche d'eau permanente, filtre planté horizontal à matériau adsorbant) ;
- **Action C** - Acquisition de connaissance sur les processus de dégradation pour la réduction des micropolluants partiellement biodégradables dans les traitements conventionnels de type boues activées. La démarche couplera essais en laboratoire, modélisation et validation sur site réel ;
- **Action D** - Réduction des micropolluants hydrophobes par procédés de traitement biologiques et thermiques des boues (digestion anaérobie, compostage et séchage, lit de séchage) avant valorisation agricole ;
- **Action E<sup>2</sup>** - Outils innovants d'échantillonnage, d'analyses chimique et biologique pour le suivi de traitements avancés d'eaux usées et de boues ;
- **Action F** - Transfert des méthodologies et des connaissances aux opérationnels et communication.

<sup>1</sup> Ce point correspond à la fiche d'action 28-2 (volets 2 et 3) de la convention ONEMA . Cemagref pour l'année 2010.

<sup>2</sup> Cette action constitue un projet annexe financé par l'ANR ECOTECH 2010 (titre du projet : ECHIBIOTEB ; coordination : C. Miège). Cette partie est citée pour montrer toute la cohérence du projet global ARMISTIQ, mais ne sera pas développée ici.



## II. Description de l'avancement du projet et prévision 2011

Nous présentons ci-dessous l'essentiel de la réalisation des travaux réalisés pour l'année 2010. L'activité principale des partenaires du projet ARMISTIQ pour ces premiers mois du projet a concerné les points suivants : réaliser l'état de l'art (4 Livrables produits), finaliser le choix des sites et des molécules ciblées, définir les protocoles et le planning des campagnes de terrain, réaliser les premières campagnes de terrain et les expérimentations préliminaires en laboratoire.

Pour la partie expérimentale, un premier travail a consisté à définir les protocoles expérimentaux de chacune des actions du projet ARMISTIQ et à les présenter de façon détaillée selon un format harmonisé. Ces protocoles expérimentaux sont présentés en Annexe 1.

Il s'agissait ensuite de définir le planning des campagnes pour 2010 et également le planning prévisionnel pour 2011 et 2012. Ce planning est présenté en Annexe 2.

Les premiers éléments de cadrage du projet ont été présentés et discutés lors d'une réunion plénière le 1<sup>er</sup> septembre 2010 qui a eu lieu au Cemagref de Lyon, en présence des partenaires du projet et des membres du comité de suivi du projet (ONEMA, AE, MEEDDM). Ce comité de suivi a été constitué durant l'été. Cette 1<sup>ère</sup> réunion a permis de présenter les sous-actions du projet ARMISTIQ de façon détaillée et de discuter de certains points techniques restant à caler (Cf. Annexe 3).

### **Action A ó Réduction des micropolluants réfractaires par traitements avancés intensifs**

#### ***Avancement 2010***

L'état de l'art sur les procédés avancés intensifs pour la réduction de micropolluants dans les eaux traitées a été réalisé (Livrable A1 - coordination S. Besnault, Suez Environnement).

Les 1<sup>ères</sup> campagnes de terrain ont eu lieu en novembre et décembre 2010. Le choix des sites et la planification des campagnes pour l'ensemble de l'action sont en cours de finalisation.

En 2010, la première partie de la première campagne ASE1-PA1 et ASE1-PA2 a été réalisée. Cette campagne est étendue jusqu'à 2011 afin d'évaluer l'efficacité du charbon actif dans le temps. La colonne de charbon actif a été installée le 25 novembre à Bernières sur Mer et elle est en fonctionnement 24h/24.



Pilote de charbon activé

### ***Prévisions 2011***

Pour 2011, la campagne ASE3-PA (pilote d'oxydation avancée après filtre à sable) est prévue au mois de juin sur trois semaines également à Bernières sur Mer. Cette campagne a dû être retardée à cause de la non disponibilité du pilote d'oxydation avancée.

La campagne ASE2-PA est prévue pour septembre 2011.

### **Action B - Réduction des micropolluants réfractaires par traitements avancés extensifs**

#### ***Avancement 2010***

Objectifs : Acquérir des données opérationnelles concernant l'élimination des substances prioritaires et émergentes émises par les stations de traitement secondaires par plusieurs types de filières de traitement extensif.

En 2010, deux études ont été réalisées portant sur deux types de zones de rejet végétalisées (ZRV), ouvrages construits entre le rejet de la station et le milieu aquatique.



- ZRV de type (i) ó fossé avec cheminement sur sol imperméable - (ACA3-PA1)

Objectif : Mesure du rendement d'élimination sur une période de 24 h de la ZRV. Evaluation du rôle de la photodégradation (bilans 2 h en période nocturne et diurne).

La ZRV de la station de purification de Valfleury (42) a été étudiée du 20 au 22 septembre 2010. Cette ZRV a été choisie après des pré-visites de plusieurs sites réels réalisées au cours du premier semestre 2010. Elle avait déjà fait l'objet d'une visite en 2009 qui avait confirmé le type argileux du sol. L'ouvrage est situé en aval d'une filière décanteur/digester + filtre à sable de capacité nominale de 450 équivalents-habitants (EH).

Le plan d'échantillonnage comprenait deux points de prélèvements. En chaque point, six échantillons ont été prélevés proportionnellement au débit, soit un total de 12 échantillons. Des prélèvements moyens 24 h ou moyen 2h (échantillonneurs automatiques réfrigérés) ont été réalisés en entrée et en sortie, pendant deux périodes, en conditions de temps sec, et de bon ensoleillement. La ZRV était équipée de mesures de débit en amont et aval. La première analyse de données met en évidence des temps de séjour très court (< 1h) avec une infiltration de faible intensité.

Les échantillons ont été envoyés à quatre laboratoires via TNT : Cemagref de Lyon, Suez-Environnement, Université Bordeaux 1 et IPL. Les analyses ont été demandées sur la phase dissoute uniquement, compte-tenu des très faibles teneurs en MES en entrée/sortie de la station.

Le rapport complet de la méthode d'intervention et des résultats est en cours de rédaction. Nous pouvons cependant déjà mentionner qu'à cette période de l'année, les résultats de concentration des paramètres majeurs ne montrent pas de modifications de la qualité de l'eau entre l'amont et l'aval de la ZRV, excepté pour l'ammonium pour lequel une diminution de 1 mgN-NH<sub>4</sub>/L est observée.

Les analyses chimiques des micropolluants organiques sont en cours et seront disponibles au premier semestre 2011. Une règle de calcul des rendements (de consolidation intégrant l'erreur analytique) spécifiques aux effluents tertiaires sera appliquée, afin de ne retenir que les rendements calculés de manière fiable.

- ZRV de type (iv) filtre horizontal, à écoulement lent au sein d'un matériau adsorbant (caractérisation de matériaux adsorbants) - ACA4-PA1.

Objectifs : Caractérisation expérimentale des capacités d'adsorption de matériaux adsorbants. Trois matériaux sont étudiés : charbon actif, zéolite, argile expansée. Détermination des isothermes d'adsorption (capacité maximale et affinité adsorbant/substance).

Le travail expérimental réalisé fait suite à la réalisation d'un état des lieux des caractéristiques d'adsorption des micropolluants en 2010 (Cf. Livrable B1 intitulé « Matériaux adsorbants pour la rétention et le traitement de substances pharmaceutiques et phytosanitaires : Caractéristiques et éléments de choix », Tahar A., Choubert J.-M., Molle P., Coquery M., Cemagref).

Trois matériaux adsorbants ont fait l'objet de tests au laboratoire :

- (i) charbon actif Filtrasorb 400 (société Calgon Carbon) ;
- (ii) argile expansée Filtralite (société Weber, filiale de Saint Gobain) ;
- (iii) zéolite clinoptinolite (société Somez).

Les expérimentations ont été menées en octobre 2010 (20 échantillons). Le protocole a été appliqué à 20 réacteurs en verre contenant 7 L d'eau de sortie de la station de Valfleury (42), et complètement agités. Des solutions de dopage sont ajoutées aux solutions pour imposer des concentrations en micropolluants initiales. La mesure des concentrations atteintes à l'équilibre après 24 h d'agitation adsorbants / solution permet d'établir les isothermes d'adsorption, et d'en déduire les caractéristiques des matériaux.

Les résultats permettront de déterminer les coefficients d'adsorption (CMA et b) de chaque matériau. Ces informations permettront de sélectionner les matériaux à tester en pilote de taille semi-industrielle (au plus proche des conditions réelles), d'ajuster la fréquence d'échantillonnage pour évaluer les capacités d'adsorption et la durée de vie de matériaux adsorbants.

### ***Prévisions 2011***

- ZRV de type (ii) cheminement sur sol perméable (ACA5-PA1)

Objectif : Evaluation de ce type de procédé vis à vis des micropolluants et détermination du rôle du sol.

Initialement prévue en 2011, l'opération de prélèvement a été reportée en 2012. Une veille en vue du choix des sites est néanmoins menée avec l'aide de Catherine Boutin.

- ZRV de type (iv) filtre horizontal, à écoulement lent au sein d'un matériau adsorbant (Caractérisation de matériaux adsorbants)

Objectif : Fournir les capacités d'adsorption en conditions hydrodynamiques de filtration lente à une échelle intermédiaire entre l'échelle de laboratoire et l'échelle industrielle. Dégager des éléments de dimensionnement (en terme de m<sup>2</sup> nécessaire par équivalent habitant) et d'exploitation.

Une expérimentation en pilote de taille semi-industrielle, sera initiée fin 2011 (8 échantillons prélevés).

Les prélèvements devront être poursuivis en 2012 (20 échantillons) pour avoir une image de la pérennité du système et estimer la durée de vie des matériaux adsorbants.

## Action C - Modélisation des processus de dégradation pour la réduction des micropolluants partiellement biodégradables dans le procédé boues activées

### Avancement 2010

L'année 2010 a fait l'objet des travaux suivants :

- synthèse bibliographique des différents modèles prédictifs développés (ou en cours de développement) pour les micropolluants, et les protocoles expérimentaux permettant de les calibrer. Une attention particulière a porté sur la mesure des vitesses des principaux processus de sorption et de biodégradation des micropolluants ;
- choix des substances concernées et phases à analyser ;
- tests méthodologiques et choix de la STEP qui fera l'objet de l'étude (travaux préparatoires à l'action expérimentale prévue en 2011) ;
- mise en place de la stratégie expérimentale.

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de la thèse de Maxime Pomiès portant sur le « Comportement de micropolluants prioritaires et émergents au sein du procédé boues activées : modélisation dynamique et limites de traitement du procédé » (Cemagref, Université de Montpellier). Les points suivants détaillent les principales avancées des travaux et les prévisions pour 2011.

- **Principales conclusions du Livrable C1** « Etat de l'art des processus, des protocoles de quantification des vitesses de sorption et de dégradation, et des outils de simulations pour l'élimination des micropolluants dans les procédés biologiques » :

Cette partie reprend les principales conclusions de l'état de l'art présenté dans le Livrable C1, portant sur (i) les différences entre les modèles prédictifs existants et (ii) les protocoles expérimentaux utiles pour leur calage. Ces éléments seront utiles pour les choix expérimentaux.

#### Modèles traduisant l'élimination des micropolluants dans les boues activées

Un état de l'art a été établi concernant les différents modèles proposés dans la littérature pour décrire le comportement des micropolluants dans le procédé à boues activées aération prolongée. Au total, 18 modèles ont été recensés et classifiés selon différents critères de comparaison préalablement définis. Les points suivants abordent successivement les substances concernées, les mécanismes et les phases impliquées.

*Substances concernées.* Tout d'abord, les travaux de modélisation portant sur les micropolluants sont finalement peu nombreux pour une même famille de substances. Seuls quelques métaux et tensioactifs ont fait l'objet de 4 études distinctes. En revanche, les familles des pharmaceutiques, hormones ou HAP n'ont fait l'objet que d'une à deux études chacune. Pour certaines substances réglementées, aucun modèle n'est disponible, comme par exemple pour les alkylphénols, des pesticides (atrazine, simazine) ou le tributylétain. Les modèles ne sont donc pas exhaustifs vis-à-vis des micropolluants

*Mécanismes de transformation et phases impliquées.* Les mécanismes d'élimination mis en équation sont au nombre de 3 : la volatilisation, la sorption et la biodégradation. La volatilisation concerne uniquement les composés dits volatils comme les COV. La sorption traduit l'affinité des micropolluants pour la boue. Ce mécanisme est donc responsable du transfert des micropolluants vers la phase boue. C'est surtout la biodégradation qui fait l'objet d'approches différentes suivant les auteurs. Les concepts adoptés se différencient notamment par :

- la part de micropolluant accessible à la dégradation (dissoute, sorbée, ou totale) ;
- la biomasse responsable de la dégradation (MES, MVS, ou une fraction de la biomasse spécifique).

Au final, chacun des concepts proposés par les auteurs des publications scientifiques permet de décrire de manière satisfaisante l'élimination des micropolluants mais les critères de choix n'étant jamais décrits, il est très difficile de choisir tel ou tel modèle pour modéliser le devenir des micropolluants en boues activées. Aussi ce travail préliminaire conclut à la pleine nécessité de tester et de comparer les modèles existants, afin de proposer les équations les mieux adaptées aux substances ciblées.

Ce travail préliminaire est en cours de valorisation au sein d'une publication scientifique intitulée « Modelling the fate of micropollutants with existing models ó a review » par M. Pomiès, J.-M. Choubert, C. Wisniewski, C. Miège, M. Coquery.

### Protocoles expérimentaux pour caractériser la sorption et la biodégradation des micropolluants

Le livrable C1 regroupe également des informations relatives aux protocoles expérimentaux utilisés pour définir les paramètres des équations (parmi les modèles ainsi que d'autres publications scientifiques). Les différents tests se différencient par :

- le traitement (mécanique ou chimique) de la boue avant le test ;
- l'apport ou non de substrat exogène et son type ;
- le dopage ou non en micropolluants ;
- l'aération ou non.

Pour la sorption, notons que dans de nombreux modèles, seul le coefficient de partition ( $K_d$ ) est utilisé. La plupart du temps, sa valeur est estimée empiriquement à partir de la valeur du coefficient de partition octanol-eau ( $K_{ow}$ ). La cinétique de sorption est rarement évaluée : en général l'hypothèse d'un équilibre atteint de façon instantanée est supposée. Néanmoins, plusieurs études ont montré que la capacité d'un micropolluant à se sorber dépend des conditions (notamment des caractéristiques de la boue). L'évaluation expérimentale de la sorption passe par des tests avec un dopage en micropolluants, sans aération, sans apport de substrat supplémentaire et avec une boue issue du bassin d'aération ou inhibée (par stérilisation ou chimiquement) suivant les auteurs.

En ce qui concerne la dégradation, la majorité des tests documentés dans la littérature se déroule à l'aide d'un dopage afin de ne pas être en conditions limitantes. La boue utilisée est de la boue du bassin sans traitement particulier. L'apport ou non de substrat exogène fait apparaître des cinétiques différentes : biodégradation directe sans absence de substrat, cométabolisme si autre substrat facilement biodégradable présent. Enfin, la plupart des tests

sont réalisés en conditions aérobies. Très peu de données sont disponibles quant aux cinétiques de biodégradation en conditions anoxiques.

- **Démarche et protocoles expérimentaux proposés** (Cf. Fiche Protocole détaillée en Annexe 1)

A partir des objectifs définis de calage de modèle et de la littérature (notamment des manques identifiés), nous avons établi une démarche expérimentale, impliquant plusieurs protocoles.

Tout d'abord, 8 campagnes de mesures sur STEP permettront de déterminer les rendements d'élimination en régime stabilisé pour différentes conditions de fonctionnement (taux de MES, température, durée journalière d'aération). Ces images d'une même STEP au cours du temps permettront une comparaison des rendements de STEP en fonction des conditions opératoires.

Ensuite, lors de 4 campagnes, nous étudierons la dynamique des apports et rejets en micropolluants (concentrations à plusieurs instants dans la journée) à la STEP, de façon à disposer des éléments permettant de réaliser des simulations dynamiques.

Enfin, simultanément à ces 4 campagnes, nous réaliserons des essais en batch qui permettront de caractériser plus finement les processus se déroulant dans les boues biologiques liquides, notamment leur capacité d'élimination des micropolluants par sorption et biodégradation. L'objectif sera d'évaluer si ces capacités sont modifiées par les conditions opératoires dans le bassin d'aération (taux de MES, température, durée journalière d'aération).

Les modalités exactes de variation des conditions de fonctionnement du procédé boues activées sont en discussion avec l'exploitant de la STEP et le maître d'ouvrage.

- **Travaux préparatoires**

#### - Tests module de filtration (Polymem)

Lors des essais en batch, il est prévu d'utiliser un module de filtration Polymem (0,1 µm) afin d'analyser la fraction dissoute au cours du temps (avantage : filtration rapide d'un volume important).

Deux essais ont été conçus :

- afin d'évaluer la possible contamination par cet outil, des tests d'adsorption/désorption ont été effectués avec de l'eau traitée de STEP ;
- afin d'évaluer l'influence du seuil de coupure à 0,1 µm (contre 0,7 µm pour les filtres classiques), de même, un test de comparaison entre la filtration avec ce module (0,1 µm) et un filtre classique GF/F (0,7 µm) a été mené.

Les expérimentations ont été réalisées en octobre et novembre 2010, et nous sommes en attente des résultats analytiques.



### - Choix d'une STEP pour les campagnes de mesure

Les critères de choix de la STEP sont les suivants : procédé à boues activées en aération prolongée, bon fonctionnement vis-à-vis des paramètres majeurs, pas de difficultés liées à l'exploitation, proximité de Lyon. Plusieurs STEP ont été visitées et le choix s'est portée sur la STEP de Dommartin Sémanet (69), 3000 EH, dont le maître d'ouvrage est le Grand Lyon et l'exploitant est la Nantaise des Eaux. Une convention de collaboration et un plan de prévention sont en cours d'élaboration. Deux analyses ponctuelles des paramètres majeurs (une troisième est prévue courant janvier 2011) ont été effectuées ne décelant pas de problèmes particuliers (comme par exemple une dilution de l'eau d'entrée). Une analyse sur un échantillon d'eau usée brute de la STEP est actuellement en cours pour vérifier la présence et le niveau de contamination des substances ciblées.

### - Choix des substances

Le choix des substances a été établi à partir des données d'élimination portant sur les 6 STEP à boues activées aération prolongée du projet AMPERES. Les critères de choix ont été :

- gamme de rendements observés intermédiaire (entre 30 et 70% d'élimination) ;
- gamme de rendements étendue (forte variabilité suivant les STEP)
- fréquence de quantification élevée (dans eau brute et eau traitée).

Aux substances correspondant à ces critères, nous avons ajouté des substances très peu éliminées (propranolol, diclofénac) ou très bien éliminées (acébutolol, paracétamol, ibuprofène) afin de tester le modèle sur ce type de substances (Cf. Annexe 1).

## ***Prévisions 2011***

### **• Mise en place du modèle**

Dès début 2011, le choix du modèle devra être effectué. A partir des conclusions du livrable C1, nous choisirons les équations traduisant les mécanismes de sorption et de biodégradation les plus pertinentes. Notons qu'un compromis devra être fait entre la précision, donc la complexité du modèle, la capacité analytique dont nous disposons, et les fractions (dissous, particulaire) disponibles.

### **• Choix outil informatique**

Pour l'utilisation du modèle, un support informatique est nécessaire. Plusieurs logiciels sont envisageables. Le langage de programmation Matlab a l'avantage d'être puissant et d'être déjà utilisé dans l'équipe Epuración du Cemagref mais la licence est payante. Le langage Octave est quant à lui libre. On étudiera également la possibilité d'utiliser le logiciel de simulation de STEP GPS-X déjà largement utilisé pour la modélisation du traitement de l'azote.

### **• Campagnes de prélèvements**

Le planning des campagnes de prélèvements s'étendent de février 2011 à février 2012, au rythme de 4 campagnes allégées et 2 campagnes approfondies par période de six mois (Cf. Annexe 2).

## Action D - Réduction des micropolluants hydrophobes par procédés de traitement biologiques et thermiques des boues avant valorisation agricole

### Avancement 2010

L'état de l'art sur les procédés de traitement des boues pour l'élimination de micropolluants a été réalisé (Livrable D1).

Les campagnes de terrain ont débuté en 2010 (1 campagne en juin, 1 en septembre et 1 en décembre). Les prochaines campagnes auront lieu en 2011. Le choix des sites 2011 est en cours de finalisation.

- **Procédés intensifs**

Objectif : Suivre un lot de boue à travers les procédés étudiés (sécheurs thermiques à haute ou basse température) ainsi que les condensats, et mesurer l'évolution des concentrations en substances.

En 2010, les deux premières campagnes ASE1-Boue et ASE2-Boue sur les sécheurs thermiques ont été réalisées au mois de juin (sécheur haute température) et au mois de septembre (sécheur basse température), respectivement. Pas de problèmes particuliers à noter. Les conditions de fonctionnement des sécheurs étaient représentatives de leur fonctionnement habituel.



Prélèvement de boues séchées et de condensats de séchage.

- **Procédés extensifs**

### **Lit de séchage planté de roseaux (LSRP)**

Objectif : Connaître l'évolution des concentrations en substances lors du traitement par lit de séchage plantés de roseaux.

Une campagne d'échantillonnage a été réalisée début décembre 2010 sur les mêmes filtres des deux installations étudiées en 2007 (projet AMPERES). Par ailleurs, une comparaison sommet / fond de filtre a été menée.

- Andancette (26), Lit de séchage planté de roseaux (8 lits de 470 m<sup>2</sup> chacun) en fonctionnement depuis 5 ans. Traitement des boues d'une station de épuration à boues activées aération prolongée recevant 50% de sa charge nominale (13000 EH, réseau unitaire) ;
- Beaujeu (69), Lit de séchage planté de roseaux (8 lits, 75 m<sup>2</sup> chacun) en fonctionnement depuis 4 ans. Traitement des boues d'une station de épuration à boues activées aération prolongée recevant 60% de sa charge nominale (2900 EH, réseau séparatif avec infiltration).

Des échantillons de boues ont été reconstitués dans l'espace à partir de prélèvements individuels collectés en haut et en bas de filtres des deux LSPR.

Les filtres des 2 installations comportaient 50 à 60 cm de boues. L'accès a été difficile (enlèvement). Les photos ci-dessous illustrent l'étape de prélèvement (photos E. Vray, Cemagref).

En chaque point de chaque installation, les 20 premiers cm de boues, et les 20 derniers cm de boues sont collectés sur une surface de 0.3 m<sup>2</sup>. Les échantillons individuels sont ensuite réunis pour constituer un échantillon moyen haut de filtre et fond de filtre. Ces échantillons sont ensuite débarrassés des débris grossiers (végétaux, minéraux) et mélangés avant d'être répartis dans les flacons destinés aux laboratoires d'analyses.

Les analyses de micropolluants sont en cours.



Cavité après prélèvement individuel en un point



Réceptacles verre des prélèvements de boues

## **Prévision 2011 - 2012**

- **Procédés intensifs**

En 2011, trois campagnes sont prévues :

En février, à Corbeil (91) ASE4-Boue, sur un site possédant une digestion anaérobie et un compostage. Le choix de ce site a été compliqué, en effet très peu de STEP possèdent les deux types d'installations et les rares sites avec digestion anaérobie et compostage ont tous quelque chose d'atypique (ajout de graisses dans le digesteur, boues de MBBR). Les sites sur lesquels des boues étaient mélangées à d'autres boues pendant le procédé ont également dû être éliminés. La durée de la campagne a été étendue par rapport aux prévisions initiales à cause des temps de séjour, relativement longs.

En mai, à Bellecombe (39) ASE3-Boue, séchage solaire. La durée de cette campagne ne peut pas être exactement fixée à l'avance car le séchage solaire dépend de la météo (durée comprise entre 1 mois et 1 mois et demi). Cette campagne a été avancée afin de réaliser la campagne ASE3-PA en juin.

En septembre-octobre, sur site à déterminer ASE5-Boue, compostage. La durée de cette campagne sera également allongée car les temps de séjour dans une installation classique de compostage sont beaucoup plus longs que ceux initialement prévus (durée totale d'environ 10 semaines). Cette campagne a également été légèrement avancée afin de ne pas la faire par temps trop froid, non représentatif du procédé classique de compostage.

- **Procédés extensifs**

### **Lit de séchage planté de roseaux (LSRP)**

Etude d'un LSPR à quantité de boue importante : échantillonnage avant curage des deux installations précitées (4 échantillons solides). La date prévisionnelle d'intervention est fixée à décembre 2011 (code campagne ACA2-boue2), et pourrait être reportée à 2012 selon l'organisation de l'opération de curage.

Etude d'un LSPR à faible quantité de boue : échantillonnage après curage des deux installations précitées (4 échantillons solides). L'intervention est prévue en 2012, ou 2013 si report du curage (code campagne ACA2-boue3).





Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

**Partenariat 2010**  
Technologies et pollution  
5 : Amélioration de la réduction  
des polluants dans les stations de  
traitement des eaux usées domestiques



### III. Conclusions

Le choix des sites, des protocoles expérimentaux, et la définition du planning des campagnes sur site constituent une étape difficile et cruciale du projet. Certains problèmes rencontrés ont concerné par exemple un fonctionnement défectueux des installations noté lors de la visite préliminaire sur site. Le planning d'intervention sur site a donc occupé beaucoup de temps des responsables de l'action. Certaines campagnes ont dû être décalées dans le temps en 2010 ou 2011.

Malgré tout, le projet a débuté de façon tout à fait satisfaisante et les campagnes de mesures se sont déroulées dans d'excellentes conditions de réalisation. Les analyses chimiques sont en cours de réalisation.

La 2ème réunion plénière des partenaires, en présence du comité de suivi du projet, aura lieu le 31 janvier 2011 à l'Onema.

Cependant, la difficulté du montage de la convention de collaboration entre les partenaires (et donc du versement des financements) est à noter ; notamment car elle induit un retard dans la réalisation des analyses pour l'Université de Bordeaux 1.





*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

**Partenariat 2010**  
*technologies et pollution  
5 : Amélioration de la réduction  
polluants dans les stations de  
t des eaux usées domestiques*



## **ANNEXE 1**

### **DESCRIPTION DETAILLEE DES PROTOCOLES DE SUIVI PAR ACTION**

(versions mis à jour en décembre 2010)

## PROTOCOLES : *procédés tertiaires intensifs (action A)*

Rédacteur : S. Besnault  
Version du 28/12/2010

### PROJET ARMISTIQ

Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques

**Action A** - Réduction des micropolluants réfractaires par traitements avancés intensifs (ozonation, charbon actif, oxydation avancée, UV)

### CONTEXTE

Certains procédés tertiaires avancés éliminent une partie des micropolluants mais les conditions opératoires les plus adaptées pour atteindre cet objectif ne sont pas maîtrisées, pour les combinaisons de procédés d'oxydation avancée et d'adsorption sur charbon actif. En outre, dans un objectif d'excellence environnementale, il est important de mettre en relation les performances de traitement des procédés de traitement avec l'énergie qu'ils consomment.

### OBJECTIFS

Hierarchiser les procédés applicables pour la réduction des substances réfractaires aux traitements conventionnels (primaires et secondaires), afin de proposer des solutions techniques complémentaires adaptées aux grosses collectivités ; déterminer les conditions optimales de fonctionnement de ces procédés afin de maximiser et de fiabiliser la réduction des micropolluants réfractaires ; mettre en regard les coûts de ces technologies et le contexte du traitement (capacités, exigences) et évaluer l'impact environnemental des procédés étudiés.

### METHODE

#### **Campagnes de mesures 2010**

- Bernières sur Mer (14) - Filtration sur sable (FAS) + ozonation + pilote charbon actif - ASE1-PA

Objectif : Déterminer les conditions optimales de fonctionnement des traitements intensifs (différentes doses d'ozone, différents débits dans la colonne de charbon activé - CA), et également comparer les performances de différents pilotes d'oxydation avancée (filtre à sable + ozone *versus* BRM + ozone).

Novembre - décembre 2010, 7+8 échantillons  
Mars 2011, 3 échantillons  
Juin 2011, 3 échantillons

Echantillons moyens 2 heures, 2 doses de  $DO_3$ , 1 charge de CA, évolution dans le temps du CA (semaines 1 et 3, puis après 3 mois et 6 mois).

### Campagnes de mesures 2011

- Un site en aval d'un BRM - Couplage de procédés d'oxydation avancée après un BRM - ASE2-PA

Objectif : Tester l'efficacité de différentes combinaisons de procédés avancés (O<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, UV+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>+UV) dans des conditions proches des conditions optimales

Tests réalisés avec un pilote construit par Degremont

Moyen 2h, 4 combinaisons pour O<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 2 combinaisons UV+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 2 combinaisons O<sub>3</sub>+UV, prélèvement entrée sortie pilote + 1 entrée BRM

15-20 échantillons ; Juin 2011, campagnes sur 2 à 3 semaines.

- Bernières sur mer (14) - Pilote oxydation avancée en amont/aval d'un filtre à sable (FAS) . ASE3-PA

Objectif : Comparer le pilote d'oxydation avancée avec le traitement par charbon activé, évaluer la toxicité éventuelle des sous-produits.

15-20 échantillons, septembre 2011, campagnes sur 2 à 3 semaines.

Substances étudiées :

CIRSEE	LPTC	CEMAGREF
Sulfaméthoxazole, roxithromycine + Iopromide + LISTE No1 Atrazine, simazine, diuron, isoproturon	Carbamazépine, ibuprofène, diclofénac, diazepam  AKP (4-t-butylphénol, 4-t-OP, 4-NP, 4- NP1EO, 4-NP2EO, 4- NP1EC)  HAP (16)  + liste médicaments élargie AMPERES + anti-cancéreux (uniquement sur échantillons campagnes couplées ECHIBIOTEB)	Bêtabloquants : aténolol, métoprolol, propranolol, sotalol  Glyphosate, AMPA (sous-traitance)  Molécules complémentaires : métaux (pour vérifier éventuel relargage par charbon actif) : B, Ti, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb, U + V, Mo, Sn, Ba ? (à finaliser suite aux 1ères analyses)

## PROTOCOLES : *procédés avancés extensifs (action B)*

Rédacteurs : J.-M. Choubert et M. Coquery  
Version du 06/01/2011

### PROJET ARMISTIQ

Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques

**Action B** - Réduction des micropolluants réfractaires par traitements avancés extensifs (zone de dissipation végétalisée à tranche d'eau permanente, filtre horizontal à matériau adsorbant).

### CONTEXTE

Les zones de rejet végétalisées (ou ZRV), ouvrages construits entre le rejet de la station et le milieu aquatique, connaissent un fort développement sur le territoire français. On en trouve de multiples configurations, et on leur prête des vertus de traitement de certaines substances. A ce jour il n'y a pas d'élément justifiant de l'efficacité de ces installations pour l'élimination de micropolluants.

### OBJECTIFS

Acquérir des données opérationnelles concernant l'élimination des substances prioritaires et émergentes émises par les stations d'épuration secondaires par plusieurs types de filières de traitement extensif :

- (i) type fossé avec cheminement sur un sol imperméable ;
- (ii) type fossé avec cheminement sur un sol perméable avec infiltration dans le sol ;
- (iii) type lagunage avec macrophytes ;
- (iv) type filtre horizontal, à écoulement lent au sein d'un matériau adsorbant (ex. charbon actif ou matériaux alternatifs type argile ou zéolite).

### METHODE

#### ***Campagne de mesure et expérimentations 2010***

Deux études ont été réalisées portant sur les zones de rejet végétalisées de type (i) et (iv).

- ZRV de type (i) . fossé avec cheminement sur sol imperméable

Objectif : Mesure du rendement d'élimination sur une période de 24h de la ZRV. Evaluation du rôle de la photodégradation (bilans 2h en période nocturne et diurne).

La ZRV de Valfleury a été étudiée du 20 au 22 septembre 2010 (code campagne ACA3-PA1).

- Choix et description de la station de purification :

La ZRV de la station de purification de Valfleury (42) a été choisie pour représenter le type (i). Cette installation a été choisie après des pré-visites de plusieurs sites réels réalisées au cours du premier semestre 2010. Elle avait déjà fait l'objet d'une visite en 2009 qui avait confirmé le type argileux du sol (vitesse d'infiltration de 1,9 mm/h). Celle-ci comporte un cheminement de 80 m sur sol imperméable (inclinaison terrain de 20%), planté de saules (1,3 m de haut) sur la deuxième moitié du parcours. L'ouvrage est situé en aval d'une filière décanteur/digesteur + filtre à sable de capacité nominale de 450 équivalents-habitants (EH). Bien entretenus et assurant la nitrification de l'effluent brut, l'étage filtre à sable est composé de trois filtres à sable biologiques alimentés pendant une semaine puis au repos pendant deux semaines. La ZRV se déverse dans le milieu superficiel du ruisseau Durèze (affluent du Giers).



Station de purification de Valfleury située en amont de la ZRV



ZRV de Valfleury

L'exploitant (employé communal) est présent une demi-journée par semaine (le lundi matin) pour l'exploitation de la station de purification de type secondaire (située en amont de la ZRV) afin d'éliminer manuellement les refus de dégrillage (raclage grille), d'effectuer le basculement de l'alimentation des filtres à sable, d'éliminer manuellement (grattage à la fourche) la surface du filtre alimenté la semaine précédente, de relever le nombre de bâchées appliquées au filtre (totalisateur basculement siphon), d'appliquer des tests bandelettes nitrates en sortie de filtre, et enfin de tenir à jour un cahier d'exploitation. L'installation, qui comporte entre autre une étape de pré-traitement avec bassin garnis de sacs à pouzzolane (1 m<sup>3</sup>), nécessite un nettoyage au jet tous les 3 mois et un renouvellement tous les trois ans.

Le passage de l'exploitant sur la ZRV est par contre irrégulier. Les opérations de maintenance consistent en l'application de produits phytosanitaires permettant de limiter la pousse des orties dans le long du cheminement (application 1 à 2 fois par an), ainsi que la coupe des saules et de la végétation basse (1 fois par an). À l'aval de la zone est située une zone de entreposage des déchets verts de la commune, qui sont brûlés lorsqu'ils sont secs. Lors de l'intervention Cemagref, il n'y avait pas eu d'application récente de produits contre les orties, ni de feu de déchets verts, ni d'exportation de végétal.



- Moyens mis en œuvre :

Le plan d'échantillonnage comprenait deux points de prélèvements. En chaque point, six échantillons ont été prélevés proportionnellement au débit, soit un total de 12 échantillons.

- Prélèvements moyens 24 h (échantillonneurs automatiques réfrigérés) en entrée et en sortie, pendant deux jours : Jour 1 (20-21/09, 10h à 10h), puis Jour 2 (21-22/09, 10h à 10h) ;
- Prélèvements moyens 2 h en période diurne (échantillonnage intégré par mélange de prélèvements ponctuels) en entrée et en sortie, pendant deux périodes (20 et 21/09, 12h à 14h) ;
- Prélèvements moyens 2 h en période nocturne (échantillonnage intégré par mélange de prélèvements ponctuels) en entrée et en sortie, pendant deux périodes (20 et 21/09, 12h à 14h).

La campagne a été réalisée par deux personnes pendant 48 heures, en conditions de temps sec et de bon ensoleillement (septembre 2010). Pour le fonctionnement des équipements de instrumentation et d'échantillonnage, nous avons utilisé un groupe électrogène car le site n'est pas équipé d'électricité. La commune avait fait poser le canal de mesure avec lame V mis à disposition gracieusement par le Satese 42 pour la mesure du débit de sortie. Ainsi, la ZRV était équipée de mesures de débit en amont et aval. La première analyse de données met en évidence des temps de séjour très court (< 1h) avec une infiltration de faible intensité. Débit journalier traité par temps sec d'environ 30 m<sup>3</sup>, en 4 bâchées par jour.

Lors de la campagne, un préleveur automatique a été installé en entrée général de la station pour avoir une image de l'efficacité de traitement des paramètres majeurs par le procédé secondaire amont à la ZRV.

Les échantillons ont été envoyés à quatre laboratoires via TNT : Cemagref de Lyon, Suez-Environnement, Université Bordeaux 1 et IPL. Les analyses ont été demandées sur la phase dissoute uniquement, compte-tenu des très faibles teneurs en MES en entrée/sortie de la station.

- Premier retour de l'intervention sur site :

Le rapport complet de la méthode d'intervention et des résultats est en cours de rédaction. Nous pouvons cependant déjà mentionner qu'à cette période de l'année, les résultats de concentration des paramètres majeurs ne montrent pas de modifications de la qualité de l'eau entre l'amont et l'aval de la ZRV, excepté pour l'ammonium pour lequel une diminution de 1 mgN-NH<sub>4</sub>/L est observée.

Pour les métaux, on observe une conservation des éléments que l'on trouve habituellement dans la phase dissoute des eaux (Li, B, Rb). Les métaux généralement présents dans la phase particulaire des eaux usées (Fe, Al, Ag, Ti, Cr) restent à des concentrations constantes au sein de la zone, et ne sont pas retenus par adsorption. Une diminution de 30 à 50 % des concentration est observée pour les métaux de la DCE (Cd, Ni, Pb). Les analyses chimiques des micropolluants organiques sont en cours et seront disponibles au premier semestre 2011.

Substances étudiées :

- Béta-bloquants (aténolol, métoprolol, propranolol, sotalol)
  - Antibiotiques (sulfaméthoxazole, roxithromycine, + autres)
  - Autres pharmaceutiques (carbamazépine, ibuprofène, diclofénac, diazépam)
  - Pesticides (atrazine, simazine, diuron, isoproturon, glyphosate, AMPA),
  - Alkylphénols (4-t-butylphénol, 4-t-OP, 4-NP, 4-NP1EO, 4-NP2EO, 4-NP1EC)
  - HAP (16 de la liste EPA)
- ZRV de type (iv) filtre horizontal, à écoulement lent au sein d'un matériau adsorbant (caractérisation de matériaux adsorbants) - ACA4-PA1.

Objectifs : Caractérisation expérimentale des capacités d'adsorption de matériaux adsorbants. Trois matériaux sont étudiés : charbon actif, zéolite, argile expansée. Détermination des isothermes d'adsorption (capacité maximale et affinité adsorbant/substance).

Moyens mis en œuvre :

Protocole appliqué à 20 réacteurs en verre contenant 7 L d'eau de sortie de la station de Valfleury (42), et complètement agités. Des solutions de dopage sont ajoutées aux solutions pour imposer des concentrations en micropolluants initiales (0.1, 1, 10, 100, 1000 µg/L). La mesure des concentrations atteintes à l'équilibre après 24 h d'agitation adsorbants / solution permet d'établir les isothermes d'adsorption, et d'en déduire les caractéristiques des matériaux.

Les expérimentations ont été menées en octobre 2010 (20 échantillons).



Réacteur verre mélangé par agitateur mécanique équipé d'une pale Téflon



Mélange effluent Valfleury dopé en micropolluants + matériau adsorbant

Trois matériaux adsorbants ont fait l'objet de tests au laboratoire :

- (i) charbon actif Filtrasorb 400 (société Calgon Carbon) ;
- (ii) argile expansée Filtralite (société Weber, filiale de Saint Gobain) ;
- (iii) zéolite clinoptinolite (société Somez).

Les substances sélectionnées sont :

- Béta-bloquants (aténolol, métoprolol, propranolol, sotalol)
- Antibiotiques (sulfaméthoxazole, roxithromycine, + autres)
- Autres pharmaceutiques (carbamazépine, ibuprofène, diclofénac, diazépam)
- Pesticides (atrazine, simazine, diuron, isoproturon, glyphosate, AMPA),

Les alkylphénols (AKP) et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ne sont pas intégrés dans cette étude.

### **Campagnes de mesures 2011**

- ZRV de type (ii) cheminement sur sol perméable (ACA5-PA1)

Objectif : Evaluation de ce type de procédé vis à vis des micropolluants et détermination du rôle du sol.

Moyens mis en œuvre :

Initialement prévue en 2011, l'opération de prélèvement a été reportée en 2012. Une veille en vue du choix des sites est néanmoins menée.

- ZRV de type (iv) filtre horizontal, à écoulement lent au sein d'un matériau adsorbant (Caractérisation de matériaux adsorbants)

Objectif : Fournir les capacités d'adsorption en conditions hydrodynamiques de filtration lente à une échelle intermédiaire entre l'échelle de laboratoire et l'échelle industrielle. Dégager des éléments de dimensionnement (en terme de m<sup>2</sup> nécessaire par équivalent habitant) et d'exploitation.

Moyens mis en œuvre :

Une expérimentation en pilote de taille semi-industrielle, sera initiée fin 2011 (8 échantillons prélevés).

Les prélèvements devront être poursuivis en 2012 (20 échantillons) pour avoir une image de la pérennité du système et estimer la durée de vie des matériaux adsorbants.

## Campagnes de mesures 2012

- ZRV de type filtre horizontal, à écoulement lent au sein d'un matériau adsorbant (Caractérisation de matériaux adsorbants)

Objectif : Poursuite de la mesure des capacités d'adsorption en conditions de filtration lente à une échelle pilote, afin de dégager des éléments de dimensionnement, d'exploitation, en particulier la durée de vie des matériaux.

Moyens mis en œuvre :

Poursuite des prélèvements (20 échantillons) sur l'installation pilote de taille semi-industrielle mise en route fin 2011.

Rédaction d'une publication technique.

- ZRV de type (ii) cheminement sur sol perméable (ACA5-PA1)

Objectif : Evaluation de ce type de procédé vis à vis des micropolluants et détermination du rôle du sol.

Moyens mis en œuvre :

L'opération de prélèvement (10 échantillons) comprendra deux bilans 24h en entrée/sortie de zone et des prélèvements dans le eau du sol.

- ZRV de type (iii) lagunage tertiaire avec macrophytes

Objectif : Evaluation de ce type de procédé vis à vis des micropolluants et comparaison au lagunage tertiaire sans macrophytes.

Moyens mis en œuvre :

L'opération de prélèvement (10 échantillons) comprendra quatre bilans 24h en entrée/sortie de zone compte-tenu du temps de séjour très long.

## PROTOCOLES : *procédés secondaires (boues activées aération prolongée) (action C)*

Rédacteur : Maxime Pomiès et J.M. Choubert  
Version du 10/01/2011

### PROJET ARMISTIQ

Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques

**Action C** : Acquisition de connaissance sur les processus de dégradation pour la réduction des micropolluants partiellement biodégradables dans les traitements conventionnels de type boues activées. La démarche couplera essais en laboratoire, modélisation et validation sur site réel.

### CONTEXTE

Les résultats du projet AMPERES ont démontré le potentiel d'élimination de certains micropolluants par les procédés à boues activées. L'action C du projet ARMISTIQ vise à mieux appréhender les phénomènes d'élimination (adsorption et biodégradation) des substances partiellement éliminées, et de comprendre les variabilités observées. La finalité est de concevoir un outil de modélisation du comportement de ces substances.

### OBJECTIFS

L'objectif est de approfondir les premiers résultats du projet AMPERES en caractérisant davantage les mécanismes qui ont lieu au sein même du réacteur ainsi que l'influence des conditions opératoires (taux de boues, conditions aérobie/anoxie). La démarche expérimentale se traduira par un suivi d'un procédé biologique à boues activées plusieurs fois pendant une durée de 12 mois. En complément, des essais en laboratoire seront appliqués permettant de caractériser plus finement les capacités d'élimination de la boue biologique liquide présente au sein du procédé. Ils auront notamment pour but de mesurer les cinétiques de sorption et de dégradation, et de déterminer le paramétrage.

### METHODES

*Eléments préparatoires à l'acquisition expérimentale*

#### 1. Evaluation de l'influence des modules de filtration pour la filtration in-situ

Objectif : Evaluer le comportement d'un module filtration à fibres creuses (Polymem) vis-à-vis des micropolluants. Si les tests sont satisfaisants, le module de filtration permettra de filtrer les échantillons directement sur site (ACA1-S et ACA1-P) et donc d'envoyer les échantillons déjà filtrés aux laboratoires.

➤ *Evaluation de l'éventuel relargage/adsorption par le module de filtration*

ACA1-S-BA1 (13-17 septembre 2010)

- Evaluation du relargage : après utilisation préalable du module, puis application de la procédure de lavage, filtration d'eau d'évian



- Analyse eau de vian avant filtration en triplicats (3 échantillons dissous)
- Analyse eau de vian après filtration en triplicats (3 échantillons dissous)
- Evaluation de l'adsorption : filtration d'une eau traitée (sortie procédé boues activées)
  - Analyse eau traitée avant filtration en triplicats (3 échantillons dissous)
  - Analyse eau traitée après filtration en triplicats (3 échantillons dissous)

➤ Comparaison de la filtration à 0,1 µm et 0,7 µm vis-à-vis des micropolluants

ACA1-S-BA2 (4-8 octobre 2010)

- Filtration de boues activées (boues de la STEP de DOMMARTIN qui sera suivie par la suite) en utilisant (i) le module de filtration à fibres creuses (0.1µm) et (ii) la méthode de filtration AMPERES (filtre fibre de verre GF/F, 0.7µm)
  - Analyse filtrat (filtré à 0,1µm) en triplicats (3 échantillons dissous)
  - Analyse filtrat (filtré à 0,7µm) en triplicats (3 échantillons dissous)

## 2. Choix de la STEP

4 installations de purification à boues activées situées au nord de Lyon ont été visitées. Le choix s'est porté sur la STEP de DOMMARTIN SEMANET (Grand Lyon, 69) : procédé à boues activées aération prolongée, capacité : 3000 EH, bonne performances sur les paramètres majeurs, proximité Lyon, possibilité de modifier les paramètres de fonctionnement, réseau séparatif, connaissance de cette STEP par l'équipe Epuraton du Cemagref.

Les photos ci-dessous présentent les équipements de l'installation et les points de prélèvements :



Point de prélèvement entrée : canal avant dégrillage



Point de prélèvement sortie : canal de comptage sortie



Point de prélèvement boues : bassin aération

## Stratégie de échantillonnage et démarche expérimentale

### 1. Suivi approfondi d'une STEP pendant 1 an

ACA1-S (8 campagnes échelonnées entre février 2011 et mars 2012)

Objectif = Détermination des paramètres du modèles en conditions de fonctionnement réelle de l'installation boues activées. Calculs des rendement Eau et filière globale (incluant le transfert dans les boues). Performances d'élimination en régime permanent, dans différentes conditions de fonctionnement. Acquisition des données expérimentales indispensables à l'initialisation du modèle.

L'objectif est de déterminer les rendements de délimination des micropolluants par le procédé à boues activées en régime stabilisé, dans plusieurs conditions de fonctionnement.

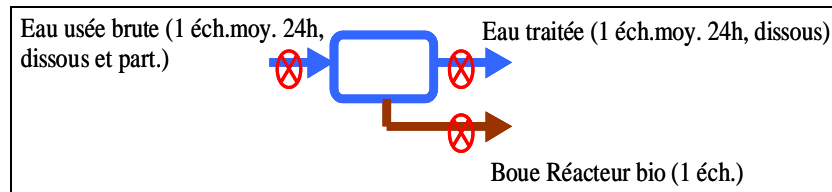


Figure 1 : Schéma des points de prélèvements manip ACA1-Sx

Les points de prélèvements sont les suivants (Figure 1) :

- Prélèvement eau entrée : échantillons moyens 24h, analyse dissous et particulaire. Le volume d'échantillon final est d'environ 10 L.
- Prélèvement eau sortie : échantillons moyens 24h, analyse dissous. Le volume d'échantillon final est de 4 L.
- Prélèvements boues liquides : en ponctuel dans le bassin de aération, après 10 min de aération pour assurer la bonne homogénéisation du bassin. Le volume d'échantillon final est de 10 L.

Les prélèvements de eau sont réalisés à l'aide d'un préleveur automatique réfrigéré (type AMPERES) équipé de flacons en verre et de tuyaux d'aspiration en téflon.

Trois conditions de fonctionnement vont être étudiées. Elles seront balayées par 8 campagnes de mesures (détaillées dans le Tableau 1) :

- Taux de MES (3 et 5 g/L, suivant la marge de manœuvre laissée par l'exploitant) ;
- Durée présence de O<sub>2</sub> (10 et 14 h/j, suivant la marge de manœuvre laissée par l'exploitant) ;
- Température (hiver/été).

Tableau 1: Conditions de fonctionnement pour chaque campagne

Code campagne	Date	Température (°C)	Taux MES (g/l)	Durée présence O <sub>2</sub> (h/j)
ACA1-S1	févr-11	hiver	Taux 1	Durée 1
ACA1-S2*	mars-11			
ACA1-S3	mai-11	été		Durée 2
ACA1-S4*	juin-11			
ACA1-S5	oct-11	hiver	Taux 2	Durée 1
ACA1-S6*	nov-11			
ACA1-S7	janv-12			
ACA1-S8*	févr-12			

\* : à ces campagnes, seront couplés des essais batch (voir plus loin).

Les paramètres majeurs seront mesurés afin de connaître les performances de la STEP à chaque campagne et de pouvoir établir des bilans précis :

- dans eau : MES, DCO, DCOfiltrée, DCO après coag-filtration, DBO<sub>5</sub>, NTK, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, COD, COT, Ptot, PO<sub>4</sub>.
- dans boues : MES, MVS, Ptot.

En terme de analyse de micropolluants, cela correspond, par campagne (ACA1-S) à :

- 1 échantillon eau brute (dissous, particulaire);
- 1 échantillon eau traitée (dissous) ;
- 1 échantillon boues liquides.

## 2. Suivi intensif de la STEP

ACA1-P (4 campagnes prévues courant 2011, début 2012)

Objectif : Détermination des variables d'entrée du modèle dynamique. Investigation processus sorption/dégradation. Pour calage du modèle. Valeurs de sortie STEP pour vérification du calage.

### ➤ Suivi dynamique entrée / sortie de la station de purification

L'objectif est de déterminer les variations de concentrations en entrée et sortie du procédé au cours d'une journée.

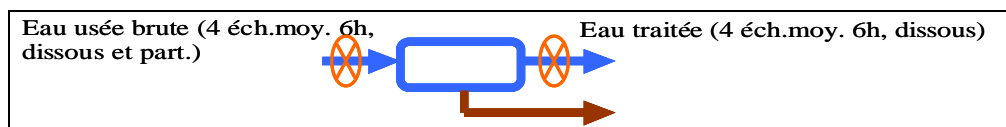


Figure 2: Schéma des points de prélèvements manips ACA1-Py

Les points de prélèvements sont les suivants (Figure 2) :

- Prélèvement eau entrée : 4 échantillons moyens 6 h consécutifs, analyse dissous et particulaire. Le volume de l'échantillon final est de 10 L.
- Prélèvement eau sortie : 4 échantillons moyens 6 h consécutifs, analyse dissous. Le volumes de l'échantillon final est de 4 L.

Les prélèvements d'eau sont réalisés à l'aide d'un préleveur automatique spécifique et de tuyaux en téflon.

### ➤ Essais batch

Les essais batch, en conditions contrôlées, permettront de caractériser plus finement la boue et notamment de déterminer les paramètres cinétiques de sorption et de dégradation qui lui sont associées.

Pour ces essais, la boue sera prélevée directement dans le bassin de aération (Figure 3). Elle sera préalablement aérée pendant 24 h pour éliminer le substrat carbonée résiduel présent dans le eau interstitielle des boues lors du prélèvement dans le réacteur biologique.

Des échantillons liquides seront prélevés à différents instants, puis filtrés à l'aide d'un module de filtration Polymem. Pour chaque échantillon 4 L sont nécessaires. Des échantillons de boues seront prélevés également (10 L) en début, au cours et à la fin des essais de façon à réaliser un bilan matière et déterminer les parts adsorbées et dégradées.

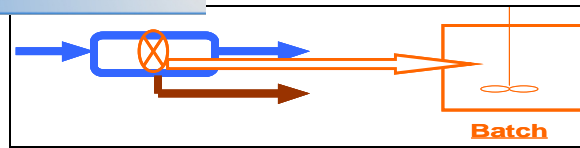


Figure 3 : Schéma prélèvement boues pour batch

Les conditions à faire modifier entre les différents batchs sont :

- conditions d'oxydoréduction (aérobie versus anoxie) ;
- présence/absence substrat exogène carboné et azoté;
- conditions dans le bassin biologique au moment du prélèvement de la boue.

Tout d'abord, la boue initiale de chaque batch aura été dans des conditions différentes au sein du bassin de génération, comme le montre le Tableau 2. Un dopage sera réalisé.

Tableau 2 : Conditions de la boue utilisée pour les essais batch

Code campagne	Date	Conditions boues dans bassin de génération		
		Température (°C)	Taux MES (g/l)	Durée présence O2 (h/j)
ACA1-P1	mars-11	hiver	Taux 1	Durée 1
ACA1-P2	juin-11	été		Durée 2
ACA1-P3	nov-11	hiver	Taux 2	Durée 1
ACA1-P4	févr-12			Durée 2

Pour chaque campagne, deux essais batch seront réalisés simultanément, l'un dans des conditions aérobie, l'autre dans des conditions anoxie (Tableau 2). Pour chacun des deux, une première période sera menée sans apport de substrat dégradables. Au début de cette période, nous dopons la boue en micropolluant. Un blanc de sorption sera réalisé en même temps afin de déterminer l'adsorbabilité de chaque substance. A la suite, de cette période, une injection de substrat sera faite (substrat contenant de la DCO, NH<sub>4</sub> et NO<sub>3</sub> pour être en conditions non limitantes). La durée du batch sera de 24 h.

La composition de la boue (protéines, glucides, lipides) sera analysée dans les échantillons de boue.

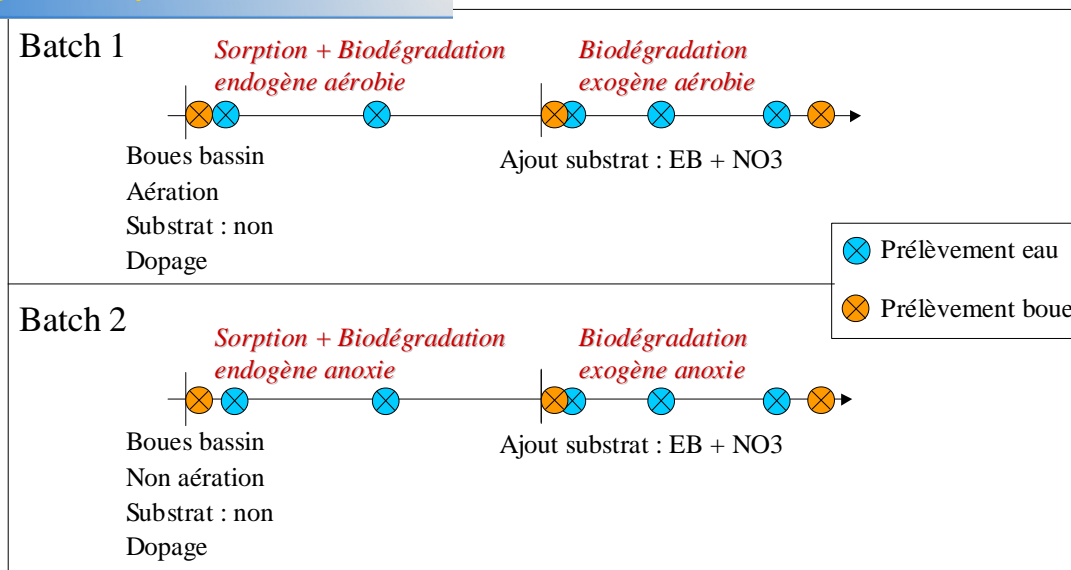


Figure 4 : Démarche expérimentale des essais batch

En termes de analyse de micropolluants, cela correspond, par campagne ACA1-P :

- 4 échantillons eau brute (dissous, particulaire) ;
- 4 échantillons eau traitée (dissous) ;
- 12 échantillons eau traitée filtrée (dissous) ;
- 3 échantillon boues liquides.

### 3. Blanc préleveur

ACA1-S-BP (2 campagnes, courant 2011)

Objectif = Evaluer l'éventuel relargage/adsorption de la chaîne de prélèvement

Les chaînes de prélèvement (de l'eau entrée et de l'eau sortie) seront utilisées pour échantillonner de l'eau de Evian. La comparaison des concentrations dans l'eau de Evian et dans l'eau prélevée permettra de vérifier l'intégrité des chaînes de prélèvement.



#### 4. Planning des campagnes de mesure

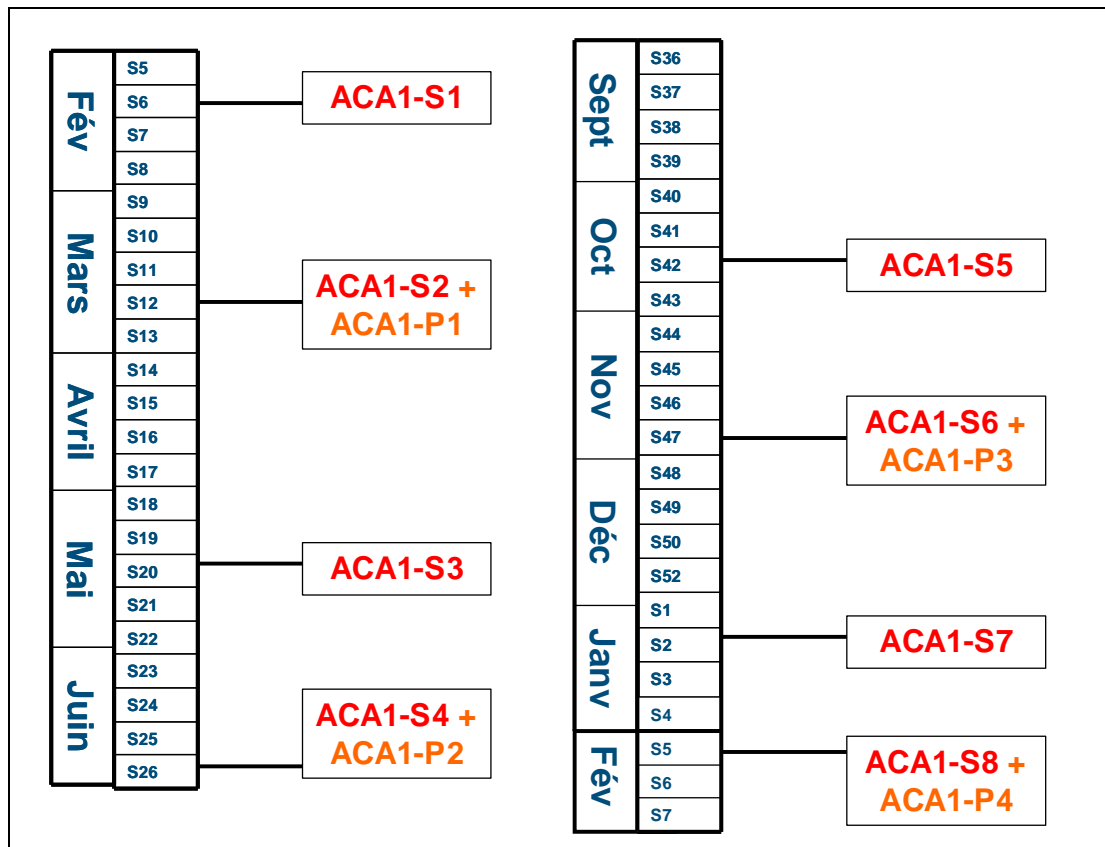


Figure 5 : Planning des campagnes de mesure pour la tâche C (2011 -2012)

#### Liste des substances recherchées :

AKP	4-t-butylphénol, 4-t-OP, 4-NP, 4-NP1EO, 4-NP2EO, 4-NP1EC
HAP	Naphtalène, acénaphthylène, acénaphtène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, dibenzo(a,h)anthracène, benzo(g,h,i)pérylène, indéno(1,2,3-cd)pyrène
Pharmaceutiques	Aténolol, métoprolol, propranolol, acébutolol, bisoprolol, betaxolol Sulfaméthoxazole, roxithromycine Ibuprofène, paracétamol, diclofénac Fluoxétine, bromazépam, amitriptiline <i>+ liste complémentaire antibio, produits contraste</i>
Pesticides	Diuron
Métaux	B, Ti, Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, Se, Al, Fe
Autre	Bisphénol A

## PROTOCOLES : boues (action D)

Rédacteurs : S. Besnault et J.M. Choubert  
Version du 28/12/2010

### PROJET ARMISTIQ

Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques

**Action D** - Réduction des micropolluants hydrophobes par procédés de traitement biologiques et thermiques des boues (digestion anaérobie, compostage et séchage, lit de séchage) avant valorisation agricole

### CONTEXTE

La plupart des micropolluants qui sont éliminés de l'eau (environ 70%) sont en majorité adsorbés sur les boues. Les différents types de traitement des boues peuvent permettre un abattement supplémentaire.

### OBJECTIFS

Identifier les points d'amélioration et de fiabilisation des procédés de traitement biologique (compostage, lits de séchage plantés de roseaux) et thermique (séchage thermique et solaire) pour l'élimination des micropolluants dans les boues solides. Le rapport d'une digestion anaérobie en amont de ces filières sera également évalué. Produire une évaluation économique et environnementale de ces procédés afin d'avoir une vision globale des possibilités d'abattement de micropolluants avant valorisation agricole des boues.

### METHODE

#### **Campagnes de mesure 2010 :**

- **Procédés intensifs**
  - Limay (78) (sécheur thermique haute température) . ASE1-Boue

Objectif : Suivre un lot de boue à travers le procédé de séchage haute température (HT) ainsi que les condensats.

Description de l'installation :

L'usine PrismaQ de Limay dispose de deux lignes de traitement des boues en parallèle (BVA et BVT) et ainsi de deux sécheurs NARA. Chacun des deux sécheurs a une capacité nominale d'évaporation de 3,4 Teau/h. La température des boues est d'environ 115°C et la température à l'intérieur des sécheurs d'environ 120°C.



Figure 6 : Sécheur Haute Température de Limay

Moyens mis en œuvre :

- Prélèvements boues moyens 3 h reconstitués (prélèvements manuels) en entrée, sortie et condensats (moyen 4 h reconstitué) : J1 (22/06/10), puis J2 (23/06/10) pour une ligne de séchage ;
- Prélèvements boues moyens 3 h reconstitués (prélèvements manuels) en entrée, sortie et condensats (moyen 4 h reconstitué) : J1 (22/06/10) pour une autre ligne de séchage.

(4 échantillons de boues, 1 échantillon de condensats)

Pour les quatre prélèvements de boue, 10 prélèvements ponctuels de 500 g ont été réalisés, toutes les 20 minutes, afin de reconstituer un échantillon. La méthode du quartage a été employée pour réduire la quantité de boue à la fraction nécessaire pour les laboratoires. Le nombre de prélèvements, ainsi que la fréquence d'échantillonnage, ont été calculés selon la procédure de prélèvement définie dans la norme ISO 5667-13:1998 (Qualité de l'eau -- Échantillonnage -- Partie 13 : Guide pour l'échantillonnage de boues provenant d'installations de traitement de l'eau et des eaux usées), ainsi que sur la proposition de révision de cette norme de mai 2009, et la norme NF U 44-108.

Les points de prélèvement sont indiqués sur le schéma ci-dessous (Figure 7) par les étoiles noires.

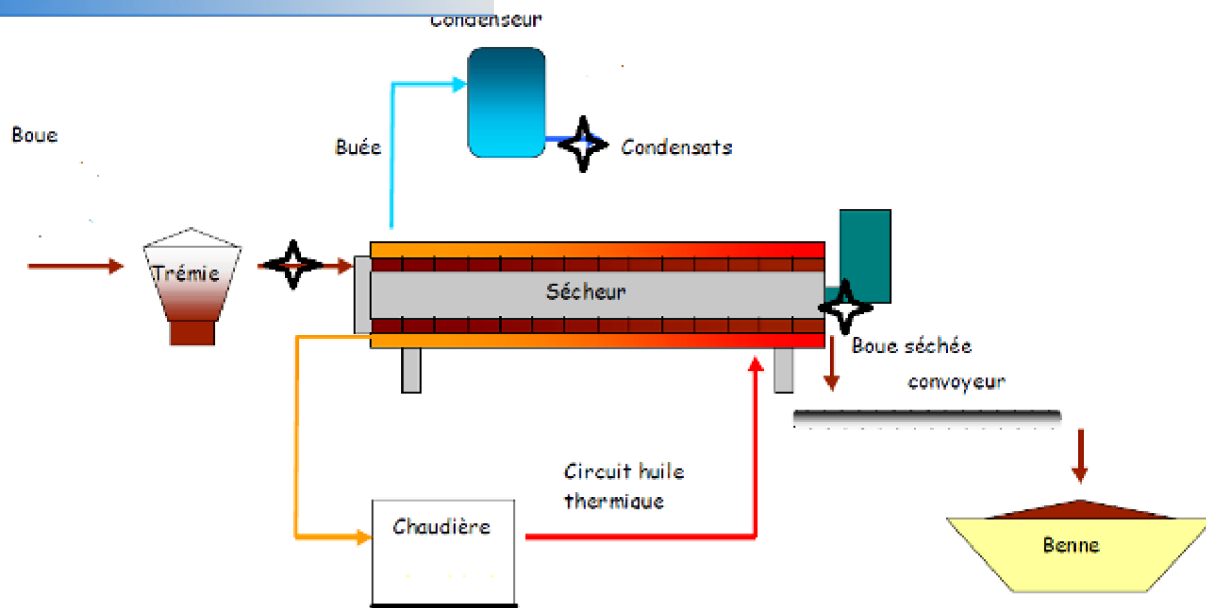


Figure 7 : Emplacement des points de prélèvement ASE1-Boue

▪ Espagne . ASE2-Boue

Objectif : Suivre un lot de boue à travers le procédé de séchage basse température (BT) ainsi que les condensats.

Description de l'installation :

Le site sélectionné pour la campagne comprend un système de séchage qui fait partie d'une installation de traitement des eaux d'une capacité de 2,800,000 EH. La capacité d'évaporation de l'installation est de 16,000 L/h. Le sécheur basse température est un sécheur à bande et donc un sécheur direct. Ce type de sécheur a été développé par l'entreprise Sistemas de Transferencia de Calor et est communément appelé « sécheur STC ». L'installation comporte quatre lignes en parallèle (A, B, C et D), chacune comprenant un sécheur d'une capacité de 4,000 L/h de eau condensée. Les sécheurs fonctionnent à une température inférieure à 80°C et la chaleur nécessaire au séchage des boues vient de moteurs de co-génération de chaleur et de puissance (CHP) installés sur la STEP, qui fonctionnent au gaz naturel. Une chaudière au gaz naturel est disponible mais elle n'est utilisée que si les moteurs CHP ne peuvent pas fournir la chaleur nécessaire. Le procédé de séchage fonctionne automatiquement et en continu, en recevant de la boue pompée du procédé de déshydratation. La figure 8 ci-après montre deux des sécheurs.





Figure 8 : Deux des sécheurs de la campagne ASE2-Boue

Moyens mis en œuvre :

- Prélèvements boues moyens 1.5 h reconstitués (prélèvements manuels) en entrée, sortie et condensats (moyen 2 h reconstitué): J1 (21 sept. 2010) pour une ligne de séchage;
- Prélèvements boues moyens 1.5 h reconstitués (prélèvements manuels) en entrée, sortie et condensats (moyen 2 h reconstitué): J2 (22 sept. 2010) pour la même ligne de séchage.

(4 échantillons de boues, 1 échantillon de condensats)

Pour les quatre prélèvements de boue, 10 prélèvements ponctuels de 250 g ont été réalisés, toutes les 10 minutes, afin de reconstituer un échantillon. La méthode du quartage a été employée pour réduire la quantité de boue à la fraction nécessaire pour les laboratoires. Le nombre de prélèvements, ainsi que la fréquence d'échantillonnage, ont été calculés selon la procédure de prélèvement définie dans la norme ISO 5667-13:1998 (Qualité de l'eau -- Échantillonnage -- Partie 13 : Guide pour l'échantillonnage de boues provenant d'installations de traitement de l'eau et des eaux usées), ainsi que sur la proposition de révision de cette norme de mai 2009, et la norme NF U 44-108.

Les points de prélèvement sont indiqués par des étoiles noires sur la figure 9 ci-après.



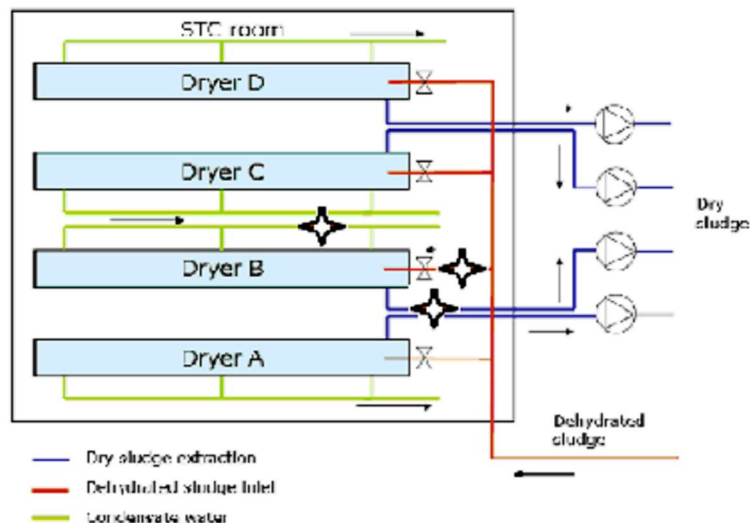


Figure 9 : Points de prélèvement ASE2-Boue

- **Procédés extensifs**

Objectif : Connaître l'évolution des concentrations en substances lors du traitement par deux lits de séchage plantés de roseaux (LSPR) qui ont déjà été étudiés en mars 2007 (projet AMPERES).

Une campagne d'échantillonnage a été réalisée début décembre 2010 sur les mêmes filtres des deux installations étudiées en 2007 (projet AMPERES). Des échantillons au milieu et au fond des filtres ont été collectés.

- Andancette (26), Lit de séchage planté de roseaux . ACA2-boue2
- Collecte d'échantillons de boues (échantillons moyens reconstitués dans le espace). Des prélèvements individuels ont été collectés en trois points (profils verticaux) du filtre, et à deux hauteurs (mi-hauteur et fond du filtre). Un des profils a été réalisé au centre du filtre, et les deux autres sont situés à 2 m des points d'alimentation. Les 3 prélèvements individuels de chacune des hauteurs sont ensuite mélangés pour constituer un échantillon de mi-hauteur et un échantillon de fond de filtre.

Lit de séchage planté de roseaux (8 lits de 470 m<sup>2</sup> chacun) en fonctionnement depuis 5 ans. Traitement des boues d'une station d'épuration à boues activées aération prolongée recevant 50% de sa charge nominale (13000 EH, réseau unitaire). Prélèvement réalisés au sein du filtre F, au repos depuis 8 semaines

(2 échantillons de boues)

▪ Beaujeu (69), Lit de séchage planté de roseaux . ACA2-boue2

- Collecte d'échantillons de boues (échantillons moyens reconstitués dans l'espace). Des prélèvements individuels ont été collectés en un seul profil (vertical) sur deux filtres, à mi-hauteur et au fond des filtres (filtre 1 au repos depuis 3 semaines et filtre 6 au repos depuis 7 semaines). Les prélèvements individuels de chacune des hauteurs sont ensuite mélangés.

Lit de séchage planté de roseaux (8 lits, 75 m<sup>2</sup> chacun) en fonctionnement depuis 4 ans. Traitement des boues d'une station de épuration à boues activées aération prolongée recevant 60% de sa charge nominale (2900 EH, réseau séparatif avec infiltration).

(2 échantillons de boues)

Les filtres des 2 installations comportaient 50 à 60 cm de boues. L'accès a été difficile (enlèvement).

En chaque point de chaque installation, les 20 premiers cm de boues (sommet), et les 20 derniers cm de boues (fond) sont collectés sur une surface de 0,3 m<sup>2</sup>. Les échantillons individuels de chaque installation sont ensuite réunis pour constituer un échantillon moyen haut de filtre et fond de filtre. Ces échantillons sont ensuite débarrassés des débris grossiers (végétaux, minéraux) et mélangés avant d'être répartis dans les flacons destinés aux laboratoires d'analyses. En pratique, la collecte des échantillons individuels a été réalisée rapide d'une cuillère en inox et de cristallisoirs en verre.

### **Campagnes de mesures 2011 :**

- **Procédés intensifs**

- Bellecombe (39) (sécheur solaire) . ASE3-Boue

Objectif : Suivre un lot de boue à travers le procédé de séchage solaire ainsi que les condensats.

Description de l'installation :

Le sécheur sélectionné pour la campagne se trouve sur le site de Bellecombe. Le site possède deux sécheurs Héliantis, procédé développé par Degremont et qui possède une machine de scarification. L'installation est située sur le site d'une station de épuration d'une capacité de 32 000 EH et traite les boues des trois filières « eau » de la STEP après déshydratation par filtre presse ou filtre à bandes.

Moyens mis en œuvre :

- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) en entrée : S1, prélèvement d'un condensat
- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) au milieu : S2
- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) au milieu : S3

- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) en sortie : S4, prélèvement d'un condensat

(6 échantillons de boues, 2 condensats sur 1 mois)

Prévu en juin 2011 sur un mois (la durée totale peut varier en fonction de la météo).

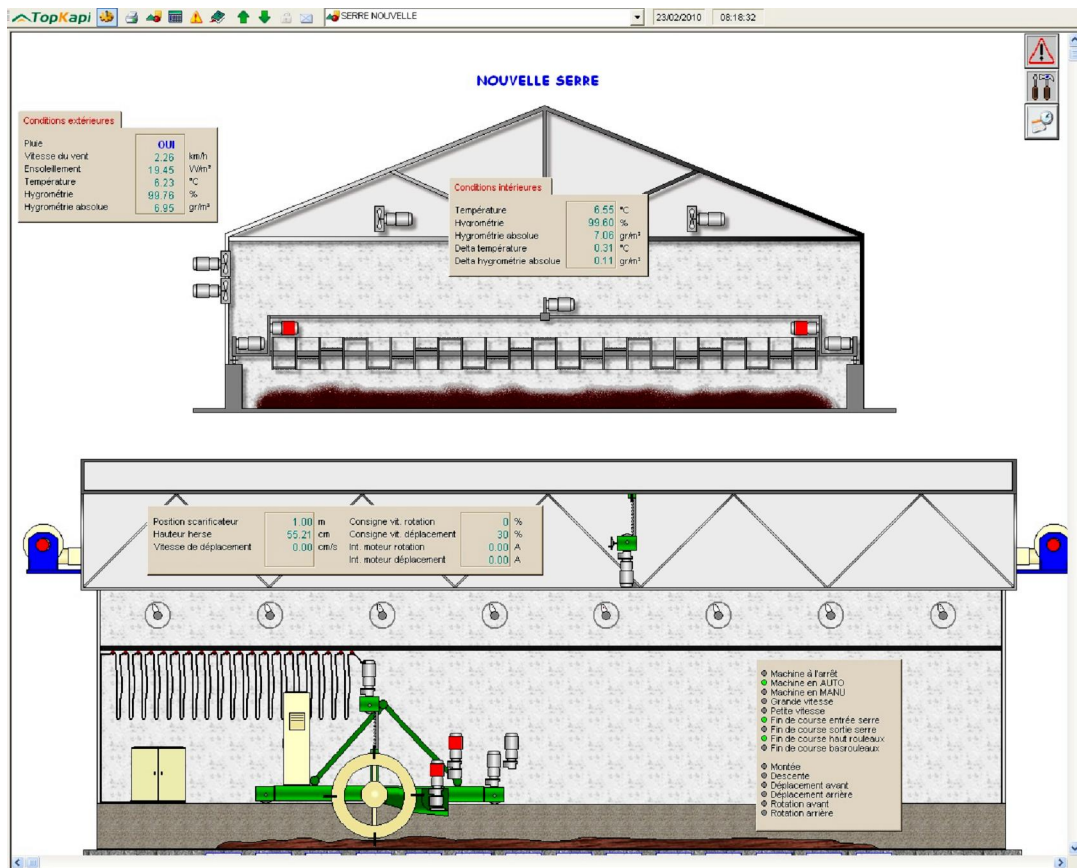


Figure 10 : Une des serres du site de Bellecombe

- Corbeil (91) (compostage + digestion anaérobie) . ASE4-Boue

Objectif : Suivre un lot de boue à travers le procédé de digestion anaérobie suivie d'un compostage ainsi que les condensats et les co-produits

Description de l'installation :

Le site de Corbeil possède pour le traitement des boues un digesteur anaérobie ainsi qu'un compostage, ce qui est plutôt rare. Le digesteur est un digesteur mésophile avec une capacité de 2400 m<sup>3</sup>. Le compostage fonctionne avec le procédé Amendor dont les étapes sont décrites ci-dessous.

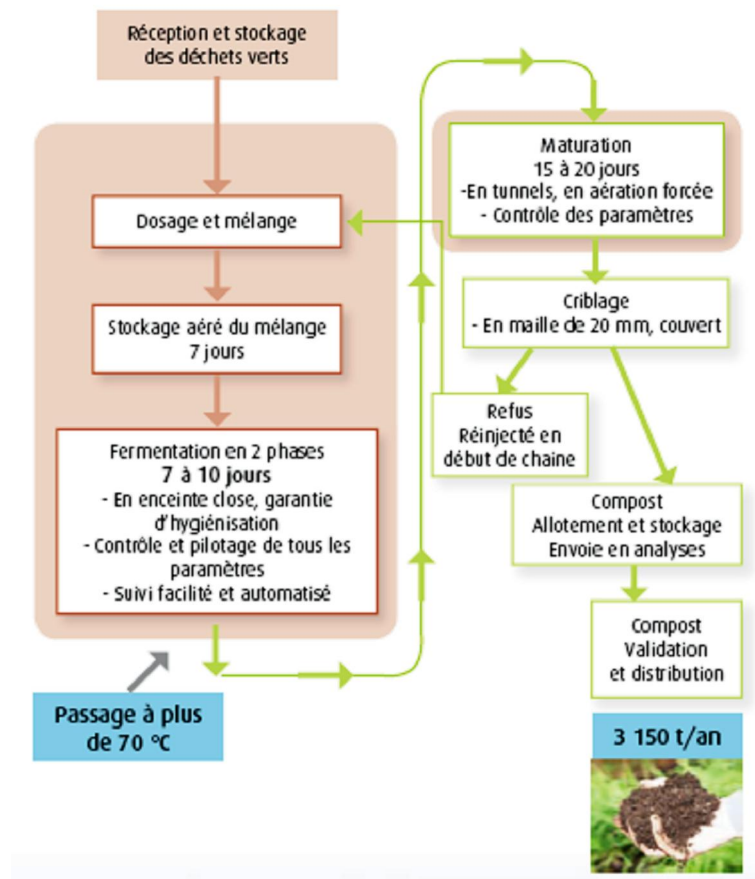


Figure 11 : Etapes du procédé Amendior

Moyens mis en %uvre :

- Prélèvements boues moyens reconstitués (prélèvements manuels) en entrée et en sortie de digesteur : S1, 2 et 3 (fév. 2011), prélèvement de 2 retours en tête et d'un condensat.
- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) en entrée du compostage: S4 et 5 (fév. - mars 2011), prélèvement de 2 co-produits.
- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) au milieu du compostage: S6 (mars 2011), prélèvement d'un condensat.
- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) en sortie de compostage: S7 (mars 2011), prélèvement d'un condensat.

(14 échantillons de boues, 2 retours en tête, 3 condensats, et 2 co-produits sur 7 semaines).

- Site à choisir (compostage) . ASE5-Boue

Objectif : Suivre un lot de boue à travers le procédé de compostage ainsi que les condensats et les co-produits, de préférence un autre type de compostage que ASE4-Boue (casier/andain).

- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) en entrée du compostage: S1 (septembre 2011), prélèvement d'un condensat
- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) au milieu du compostage: S2, 3 (octobre 2011), prélèvement d'un condensat
- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) au milieu du compostage: S4, 5, 6 (octobre 2011)
- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) en sortie de compostage: S 8 et 10 (octobre 2011)

(8 échantillons de boues, 2 condensats et 2 co-produits sur environ 10 semaines, selon temps de séjour).

- **Procédés extensifs**

- Andancette (26) (Lit de séchage planté de roseaux, 13000 EH) . ACA2-boue3

Objectif : connaître l'évolution des concentrations en substances dans un lit de séchage planté de roseaux (LSPR) étudié en mars 2007 et en déc. 2010.

- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) en haut et en bas de trois filtres

(6 échantillons de boues).

### **Campagnes de mesures 2012 :**

- **Procédés extensifs**

- Andancette (26) (Lit de séchage planté de roseaux, 13000 EH) . ACA2-boue1

Objectif : connaître l'évolution des concentrations en substances dans un Lit de séchage planté de roseaux (LSPR) étudié en mars 2007 et en déc 2010.

- Prélèvements boues moyens reconstitués dans l'espace (prélèvements manuels) en haut et en bas de trois filtres

(6 échantillons de boues).



*Substances étudiées :*

<b>AKP (6)</b>	4-t-butylphenol, 4-t-OP, 4-NP, 4-NP1EO, 4-NP2EO, 4-NP1EC
<b>PAH (16)</b>	Naphthalene, acenaphtylene, acenaphtene, fluorene, phenanthrene, anthracene, fluoranthene, pyrene, benzo(a)anthracene, chrysene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, dibenzo(a,h)anthracene, benzo(g,h,i)perylene, indeno(1,2,3-cd)pyrene
<b>Hormones (5)</b>	Estrone (E1), 17 estradiol (Ea2), 17 estradiol (Eb2), estriol (E3), ethinylestradiol (EE2)
<b>PCB (8)</b>	CB50, CB28, CB 52, CB 101, CB 118, CB 153, CB 138, CB 180
<b>Metals (14)</b>	Al, Ti, Cr, Fe, Mn, Ni, Cu, Zn, Se, As, Ag, Cd, Pb, Hg
<b>PBDE (38)</b>	BDE-3, -7, -15, -17, -28, -47, -49, -66, -71, -77, -85, -99, -100, -119 and -126, BDE-138, -153, -154, -156, -183, -184, -191, -196, and -197 and BDE-206, -207, and -209 and BDE-194, -195, -198, -199, -200, -201, -202, -203, -204 and -205, BDE-208
<b>Others (8)</b>	DEHP, benzothiazole, n-dibutyl phthalate, pentachlorophénol, bisphénol A, triclosan, galaxolide, tonalide



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

**Partenariat 2010**  
*Technologies et pollution  
5 : Amélioration de la réduction  
des polluants dans les stations de  
traitement des eaux usées domestiques*



## **ANNEXE 2**

### **PLANNING DES CAMPAGNES DE MESURES (2010 - 2011)**

## Planning des campagnes de mesure 2010

	2010, 1er semestre					2010, 2ème semestre						
	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Semaine 1			VAC SCOL Pa (01-07)		VAC SCOL (01-03)		28 juin-2 juill VAC SCOL (05-12)	VAC SCOL (02-09)			1-7 VAC SCOL (01-03) Toussaint 01	semaine 29-30/11 ACA2-boue1 (4 B)  semaine 29/11 au 03/12 ASE1-PA1 (8 dissous)
Semaine 2				Jes fer il 01	Fête trava il 01		VAC SCOL (12-19) Fête Nat 14	VAC SCOL (09-16) Assomption 15	semaine 13-16/09 ACA1-S-BA1 (6 eau sortie filtrée+6 eau Evian, dissous)			semaine 11-14/10 ACA4-PA1 (12 dissous)
Semaine 3							VAC SCOL (19-26)	VAC SCOL (16-23)	semaine 20-23/09 ACA3-PA1 (2*6 échantillons liquide, à filtrer, dissous)	semaine 18-21/10 ACA4-PA1 (8 dissous)		semaine 13 au 17/12 ASE1-PA2 (6 dissous)
Semaine 4						21-25 ASE1-Boue1 (4 boues solides+ 1 cond) Arrivée simultanée	VAC SCOL (26-31)	VAC SCOL (23-30)	semaine 20 au 23/09 ASE2-Boue1 (4 boues solides+ 1 cond) Arrivée simultanée		Armistice 18	semaine 22-26/11 ACA1-S-BA2 (6 échantillons filtrés, dissous + 1 à filtrer, dissous)
			VAC SCOL (26-30)							VAC SCOL (25-31)		VAC SCOL (20-27) Noel 25 VAC SCOL (27-31)

## Planning des campagnes de mesure 2011

2011, 1er semestre					2011, 2ème semestre					
Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Jun	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov
	01 au 04	VAC SCOL (1-4)	04 au 08	Fête travail 01 VAC SCOL (2-6)	31/05 au 03/06			29/08 au 02/09	03 au 07	31/10 au 04/11
		semaine 28/02 au 04/03 ASE4-Boue5 (2 boues, 2 co- produit, 2 condensats)		ASE3-Boue1 (2 boues, 1 condensat)				ASE2-PA1 (5 dissous)	ASE5-Boue2 (1 boue, 1 condensat)	ASE5-Boue6 (1 boue)
VAC SCOL (01-03)	ASE4-Boue1 (2 boues)	semaine 28/02 au 04/03 ASE1-PA3 (3 dissous)			ASE1-PA4 (3 dissous)	VAC SCOL (04- 11)	VAC SCOL (01-08)	VAC SCOL (01-05)		VAC SCOL (01-02)
Nouvel An 01				Victoire 08	Ascension 02					Toussaint 01
	07 au 11	VAC SCOL (7-11)	11 au 15	9 au 13	06 au 10			05 au 09	10 au 14	07 au 11
	ASE4-Boue2 (2 boues, 1 retour en tête, 1 condensat)			ASE3-Boue2 (2 boues)					ASE5-Boue3 (1 boue)	
	ACA1-S1 (1 EB, 1 ET, 1 Boue liquide)	semaine 07/03 au 11/03 ASE4-Boue6 (3 boues)	VAC SCOL (11-18)		ASE3-PA1 (5 dissous)	VAC SCOL (11- 18)	VAC SCOL (08-15)	ASE2-PA2 (5 dissous)		ACA4-PA2 (4 liq à filtrer, dissous)
					Pentecôte 12	Fête Nat 14	Assomption 15			Armistice 11
	14 au 18	semaine 14/03 au 18/03 ASE4-Boue7 (2 boues)	18 au 22	16 au 20	13 au 17			12 au 16	17 au 21	14 au 18
	ASE4-Boue3 (2 boues, 1 retour en tête)			ACA1-S3 (1 EB, 1 ET, 1 Boue liquide)				ASE2-PA3 (5 dissous)	ACA1-S5 (1 EB, 1 ET, 1 B)	
	VAC SCOL (14-21)		VAC SCOL (18-25)	ASE3-Boue3 (1 boue)	ACA1-S4 (1 EB, 1 ET, 1 Boue liquide) ACA1-P2 (batch) (env. 25)	VAC SCOL (18-25)	VAC SCOL (15-22)		ASE5-Boue4 (1 boue)	ASE5-Boue7 (1 boue)
					ASE3-PA2 (5 dissous)					
	21 au 25	21 au 25		23 au 27	20 au 24				24 au 28	21 au 25
	ASE4-Boue4 (1 boue)			ASE3-Boue4 (1 boue, 1 condensat)					ASE5-Boue5 (1 boue)	
	VAC SCOL (21-28)	ACA1-S2 (1 EB, 1 ET, 1 Boue liquide) ACA1-P1 (batch) (env.25)	VAC SCOL (23-27)		ASE3-PA3 (5 dissous)	VAC SCOL (25-31)	VAC SCOL (22-29)	semaine du 26 au 30/09 ASE5-Boue1 (1 boue, 2 co- produit, 1 condensat)	VAC SCOL (24-31)	ACA1-S6 (1 EB, 1 ET, 1 B) ACA1-P3 (batch) (env. 25)



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)







*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

**Partenariat 2010**  
*Technologies et pollution  
5 : Amélioration de la réduction  
des polluants dans les stations de  
traitement des eaux usées domestiques*



## **ANNEXE 3**

### **COMPTE RENDU DE LA REUNION DE LANCEMENT DU PROJET 1<sup>er</sup> septembre 2010, Cemagref Lyon**

## Compte rendu de la réunion de lancement du projet ARMISTIQ - 1<sup>er</sup> sept, Cemagref, Lyon

### Participants :

- Cemagref : M. Coquery, J.M. Choubert, C. Miège, A. Tahar, M. Pomies, P. Bados, G. Grisot, L. Dherret, S. Schiavone
- CIRSEE : S. Besnault, S. Martin, A. Bruchet, N. Noyon, M. Esperanza
- LPTC : M.H. Devier

#### + En présence des membres du comité de suivi du projet :

Stéphane Garnaud - ONEMA  
C. Lagarrigue - AE RM&C  
Alain Vachon - AE LB  
Jean-Baptiste Casterot - AE SN  
Vincent Ferstler - MEEDDM

#### Autres membres du comité de suivi (excusés) :

Jocelyne Di Mare (AE AG) (qui a envoyé une liste de questions avant la réunion)  
Didier Colin (AE RM)  
Hubert Verhaeghe (AE AP)  
Pierre-Francois Staub (Onema)

### Rappel des objectifs, tâches et livrables du projet

▪ <b>Action A - Filières traitements tertiaires intensifs (S Besnault)</b>
--

Objectifs : hiérarchiser/combiner les procédés ; fixer les conditions optimales ; prendre en compte coûts et impact environnemental.

3 STEP avec combinaison de procédés IIIaires avancés.

- ASE1-PA (Bernières sur mer) ; filtre sable (FAS) + O3 + CA (pilote) ; (3 semaines, novembre 2010)

Objectif : déterminer dose O3 optimale + performances du charbon actif dans le temps.

Méthodo : 3 doses O3 testées et 2 charges, étalées dans le temps ; éch.moy. 2h

Charbon actif (CA) : Intérêt de suivre son évolution dans le temps :

Etat zéro, + état à 3 semaines + état après 6 mois + 1 semaine état intermédiaire à 3 mois (non prévu, 2 éch supplémentaires)

- ASE2-PA (site à définir en aval d'un BRM) ; BRM + pilote bio-oxydation avancée ; (3 semaines, avril 2011)

Pilote oxydation avancée (Dégrement) en construction ;

Ech moy 2h ; Test combinaisons de procédés avancés : H2O2/O3 ; H2O2/UV ; O3/UV

- ASE3-PA (Bernières sur Mer + pilote) ; pilote bio-oxydation avancé en amont et aval d'un filtre à sable (FAS) ; (3 semaines, septembre 2011)

Liste substances : (idem action A et B) :

=> A finaliser pour fin septembre

▪ **Action B - Filières traitements tertiaires extensifs (J-M Choubert)**

Rappel des spécificités des petites moyennes collectivités, procédés à faible empreinte environnementale, autonomie.

2 types de procédés étudiés : sites réels et pilote de procédés en développement.

Sites réels d'écoulement sur sol :

- ACA3-PA : STEP de Val Fleury (450 EH). (septembre 2010) ; sol imperméable, étude de l'influence de la photodégradation (prélèvement jour/nuit)
- ACA4-PA : site à choisir (mai 2011) ; sol perméable, infiltration sol
- ACA5-PA : site à choisir (octobre 2011) ; lagune à macrophytes

Pilote de matériaux adsorbants : étude CA vs. matériaux alternatifs

- choix matériaux à partir de recensements bibliographiques : 2 matériaux ciblés en sus CA,
- détermination de la capacité d'adsorption après 24h de contact (adsorption maximale et affinité),
- plusieurs concentrations appliquées (de 0.1 à 1000 µg/L) pour obtenir la courbe d'adsorption
- MC : chaque labo devra produire une incertitude analytique pour la mesure des substances dans les eaux (phase dissoute dans un 1<sup>er</sup> temps pour ces manips) + il faudra essayer d'évaluer l'incertitude de prélèvement.
- Liste des paramètres majeurs à suivre à déterminer clairement pour toutes ces manips (actions A et B en priorité mais aussi action C et D) (ex : COT, taux MES, NO<sub>3</sub>, etc.).
- Comme pour la partie A, tous les échantillons d'eau à analyser seront filtrés (0,7 µm sur GF/F pour organiques ; 0,45µm pour métaux).

▪ **Action C - Filière secondaire boues activées (M Pomies / J-M Choubert)**

Présentation du sujet de thèse (Comportement de micropolluants prioritaires et émergents au sein du procédé boues activées : modélisation dynamique et limites de traitement du procédé).

Démarche : connaissance processus/construction modèle/protocole expérimental pour déterminer les paramètres du modèle/simulation pour optimisation de l'élimination.

- Suivi site réel (2011, ACA1-Sx ; x=1 à 8)

Choix STEP pas encore définitif. Tous les 1,5 mois, caractérisation fonctionnement (rendement) en conditions réelles. Ech moy 24h entrée eau, sortie eau + boue

- Suivi intensif STEP + pilote (2011, ACA1-Py ; y=1 à 4)

Tous les 3 mois. Suivi fonctionnement STEP avec des éch moy 6h (pour caractériser dynamique du système et de l'entrée).

Caractérisation cinétiques adsorption et biodégradation dans boues à partir de pilotes dans lesquels sont placés de la boue du bassin dopée sous conditions contrôlées. Suivi de la concentration dissoute dans ces pilotes au cours du temps.

- Pré-manip : module de filtration Polymem ;

Caractérisation relargage/adsorption (ACA1-S-BA1, septembre 2010)

Caractérisation effet porosité (0.1µm alors que filtration AMPERES à 0.7µm) (ACA1-S\_BA2, octobre 2010) ; Dopage non nécessaire pour ces manips.

La Liste des substances reste à caler.

## ▪ Action D - Filières Boues (S Besnault)

### STEP :

- ASE1-Boues : séchage thermique haute température (Limay, juin 2010)
- ASE2-Boues : séchage thermique basse température (Espagne, sept 2010)
- ASE3-Boues : séchage solaire (Bellecombès, mai-juin 2011)
- ASE4-Boues : compost + digestion anaérobie (DA) (sur 5 à 8 semaines, février 2011)
- ASE5-Boues : compost en andains (3-4 semaines, novembre 2011)
- AC2-Boues2 : Lit séchage planté de roseau (LSPR) : déjà échantillonné dans AMPERES (2007), à refaire en décembre 2010, puis après curage (février 2011).

- Campagnes ECHIBIOTEB (action E) sur deux procédés : Compostage et LSPR.

Autre remarque : Production par les laboratoires des incertitudes analytiques pour les analyses dans les boues (idem ci-dessus pour les eaux phase dissoute).

### Liste substances :

- Métaux à définir précisément lesquels
- Ajout de substances sur liste CIRSEE (substances organiques hydrophobes) : tonalide, galaxolide, pentachlorophénol, triclosan, bisphénol A, tert-butylphénol.

- Action E - - Outils innovants d'échantillonnage, d'analyses chimique et biologique pour le suivi de traitements avancés d'eaux usées et de boues (projet ANR ECHIBIOTEB, coord. C Miège, Cemagref)

Objectifs : développer des techniques innovantes d'échantillonnage et de mesures dans les ERU et les boues

### Couplage :

- Echantillonneurs intégratifs (représentativité temporelle des mesures, sensibilité importante)
- Tests in vitro/in vivo (toxicité) / mesures chimiques par chromatographie /SM.
- 160 molécules ciblées (>ARMISTIQ) + screening pour identifier autres molécules présentes.
- Démarche EDA (effect directed analyses) : fractionnement échantillon, biotest sur chaque fraction, isolation fractions actives.

- A noter : il y aura un site Internet pour ce projet ANR.

### Rapports à rendre pour fin année 2010

Cf. les livrables indiqués sur la Fiche du projet où c'est ok pour les partenaires).

### Relevé des questions - réponses

- BC : prévoir sur une exploitation/conclusion « inter-actions » des résultats obtenus : quelles sont les substances préférentiellement retenues dans les traitements tertiaires intensifs / tertiaires intensifs /traitements secondaires ?

→ Cela sera inclus dans l'action transversale E (valorisation, transfert aux opérationnels).

- JDiMare : Prévoir un argumentaire sur les molécules retenues pour ARMISTIQ (par ex par rapport aux molécules pharma retenues pour état chimique) → à préparer ; fonction de la réglementation mais

aussi du comportement des substances (réfractaire / partiellement dégradable / adsorbable) ; liste déterminée selon résultats projet AMPERES ; aussi selon les fréquences de quantification et LQ des différentes substance. C'est pourquoi par ex les hormones ne sont pas retenues pour les traitements tertiaires (actions A & B), mais le sont pour les boues (action D).

#### ▪ Action A - Filières traitements tertiaires intensifs

- Filtre à sable tertiaire sur la STEP ? → Oui.
- J DiMare : Les sous-produits d'oxydation créés seront-ils qualifiés et quantifiés → oui ils seront analysés (screening) + impact écotox (Cf. Action E).
- J DiMare : Prise en compte du coût d'exploitation et d'investissement pour comparer traitements tertiaires et secondaires ? → on calculera le surcoût engendré par un nouveau dispositif (en comparaison avec une filière / procédé classique).
- AV : « Orientation » vers des techniques luxueuses, est-ce extrapolable en France ?
- VF :
  - o Pourquoi garder l'atrazine / simazine alors qu'ils sont interdits ? → Choix fait car leur présence est encore fréquente dans les eaux usées (Cf. résultats Ampères et rsde qui ont mis en évidence des fréquences de quantification très élevées).
  - o Gestion des résidus générés après traitement tertiaires sur matériaux adsorbants ? → Régénération (du charbon actif par ex) prise en compte dans l'évaluation économique et environnementale (y compris existence de la filière).
  - o Méthodologie pour l'évaluation de l'impact environnemental ? → Utilisation de l'ACV : formulation plus simplifiée que l'ACV classique : impact sur les ressources, comparaison / analyse identique quelle que soit la filière.
- J DiMare : question sur la toxicité des effluents de sortie O3 → Cf. actions prévues dans projet Echibioteb (Action E). + ne pas oublier d'évaluer l'aspect surcoût économique.
- AV : pertinence dans les choix des procédés (sont-ils réellement voués à être mis en place ? comme en Suisse, Espagne ; alors que ces procédés sont coûteux et complexe) → connaître l'efficacité des procédés permettra de donner des arguments pour la mise en place ou non de ces procédés.

#### ▪ Action B - Filières traitements tertiaires extensifs

- VF : gestion des résidus ? → Charbon actif, la filière existe ; pour les autres, les solutions sont à étudier. Ce paramètre doit être un critère pour le choix d'une filière.
- J DiMare : Est-il possible de réaliser une analyse du sol en place pour vérifier si transfert de la phase eau à la phase solide → Oui c'est prévu, pour le système d'écoulement sur sol perméable.
- Pour ces deux parties A & B, il est important que le traitement amont fonctionne correctement pour ne pas mettre en péril le traitement tertiaire. Pour la filtration horizontale, veiller à ne pas avoir trop de MES, ni trop de carbone.  
Et veiller à bien documenter les traitements secondaires en amont des tertiaires testés : car ils peuvent avoir une influence sur l'efficacité des traitements tertiaires ?
- Besoin exprimé sur la nécessité d'avoir un livrable synthétique sur les concentrations atteignables pour les procédés intensifs et extensifs → voir la modification des livrables attendus.

#### ▪ Action C - Filière secondaire boues activées



- V. Ferstler : « Qu'est-on encore à apprendre sur les métaux ? » → ils sont là comme référence pour voir que tout se passe bien (fonctionnement correct des traitements).

- VF : devenir des métaux déjà très connus, intérêts ?

- substances non biodégradables, intérêts pour vérifier bilans de masses,
- aussi le projet AMPERES a mis en évidence une forte disparité des rendements : on veut tenter de comprendre pourquoi,
- Outils de modélisation existants prédisent mal le devenir des métaux : nécessité d'affiner les paramètres,
- Permettra de déterminer le devenir des flux en entrée : pourcentage vers eau, pourcentage vers boues (cela affinera le ratio 80/20% pris habituellement par les grosses STEP pour la déclaration ICPE),
- Métaux sont des substances souvent déclassantes pour les milieux → intérêt aussi bien dans les eaux que dans la boue.

#### ▪ Action D - Filières Boues

- J. DiMare : intérêt de suivre un compostage sur boues biologiques classiques, la majorité des installations en France (biologique sans digestion anaérobie amont). Choix du procédé de compostage et de l'installation est capital pour cette étude. (Cf audits réalisés par AE RM&C). Importance de connaître l'efficacité des systèmes simples avant toute chose (type compostage)

→ cela sera bien fait dans le cadre du projet.

A comparer avec les systèmes extensifs (retournement mécanique dans des systèmes intensifs ? il y a un site en Gironde)

- AV : les choix faits sont peu ou pas représentatifs des filières les plus répandues en France ?

Un des sites aura pour objectif d'étudier la combinaison digestion anaérobie + compostage, qui n'est pas représentative des filières françaises, mais le 2<sup>ème</sup> site sera choisi afin d'être le plus représentatif d'un procédé de compostage répandu et performant.

- VF : intégration de certaines substances proposées par la CE (proposés dans future directive Boues)? → ok en général ; choix fait aussi sur la capacité à pouvoir analyser le composé (exemple des LAS, pas analysés car famille très complexe à analyser et on a fait des priorités en fonction budget).

Attention à ne pas éliminer le DEHP de la liste car on sera peut-être amené à se justifier ?

#### Discussion sur organisation du suivi du projet / conclusion

- Le comité de suivi est commun pour les deux projets ARMISTIQ et ECHIBIOTEB.

Tous les 6 mois ; Réunions à Paris en général.

Ces réunions seront d'une demi-journée en principe.

- Idée d'organiser une réunion de présentation des outils analytiques et biotests (notamment ECHIBIOTEB) sous forme d'une demi-journée de vulgarisation. A organiser si possible lors de la prochaine réunion du comité de suivi.



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

**Partenariat 2010**  
Technologies et pollution  
5 : Amélioration de la réduction  
des polluants dans les stations de  
traitement des eaux usées domestiques





**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



Onema  
Hall C . Le Nadar  
5 square Félix Nadar  
94300 Vincennes  
01 45 14 36 00  
[www.onema.fr](http://www.onema.fr)

*Cemagref*  
*Parc de Tourvoie*  
BP 44,  
92163 Antony cedex  
01 40 96 61 21  
[www.cemagref.fr](http://www.cemagref.fr)