

Journées ECOTECHNOLOGIES 2012



Concept de **Rupture Appliqué au Traitement Intensif**
et la **Valorisation des Eaux Résiduares Urbaines**

www.anr-creativeru.fr

1^{er} Mars 2011 – 31 Août 2014 (42 mois)

- **Projet franco-chinois avec 8 partenaires:**



Université Montpellier 2

(IEM : A. Grasmick)

Peking University

(X.L. Wu)



INRA

(LBE Narbonne J. Hamelin)

Tsinghua University

(X. Huang)



INSA Toulouse

(LISBP, M. Spérandio)

Tongji University

(Z. Wang)



VEOLIA Environnement

(VERI, J. Ochoa)

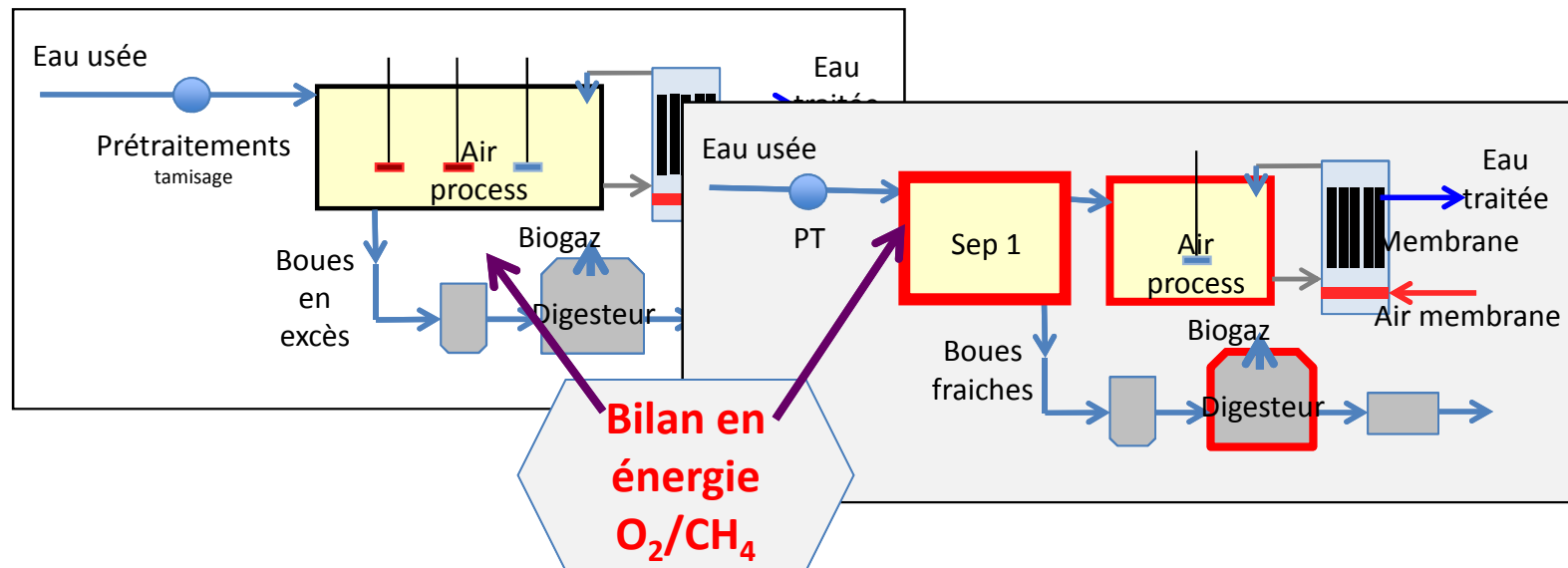
Tianjin University

(B. Li)



Objectifs et enjeux du projet

- Définition d'un **nouveau concept** de traitement, en **rupture** avec les systèmes conventionnels sur les points suivants :
 - **Générer une eau traitée de qualité pour réutilisation**
 - **Diminuer** fortement les **besoins en énergie**
 - **Optimiser le fonctionnement d'un prétraitement avancé** avec l'ajout des **coagulants/floculants biosourcés** – Déterminer l'**impact long terme** de l'utilisation des adjuvants dans la filière afin de réduire l'empreinte C, N et P.
- **Montrer la possibilité de traiter des eaux usées urbaines pour obtenir une eau douce de qualité d'usage définie, avec un bilan positif en énergie et un impact environnemental minimal intégrant un développement durable.**



-TÂCHE 2 – VERI: TRAITEMENT PRIMAIRE ET DIGESTION DES BOUES

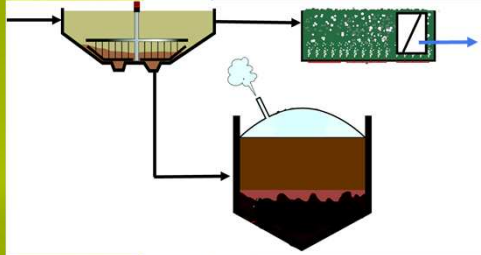
(I) REMPLACER LES SELS MÉTALLIQUES ET LES POLYMÈRES PAR DES COAGULANTS ET FLOCCULANTS VERTS

(II) INTENSIFIER LE PROCÉDÉ DE SÉPARATION

(III) DIGESTIBILITÉ DES BOUES PRIMAIRES

(IV) RÔLE DES COAGULANTS VERTS SUR LA DIGESTION (INHIBITION),

(V) HYDROLYSE DES NUTRIMENTS



TÂCHES 3 ET 4 – UM2/INRA: Auto-MBR

(I) RÔLE DE CORG/N, SRT ET O₂ SUR LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS ET L'ABATTEMENT D'AZOTE,

(II) FILTRABILITÉ ET MAÎTRISE DU COLMATAGE

TÂCHE 5 – INSAT: ANALYSE GLOBALE DU SYSTÈME

IDENTIFICATION DES OUTILS DE MODÉLISATION PERMETTANT (I) LE BILAN MATIÈRE/ÉNERGIE,

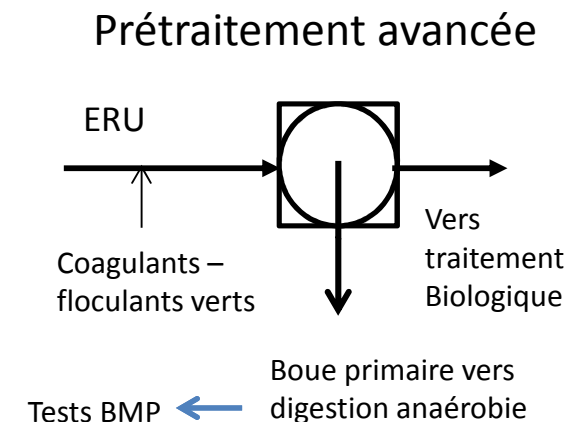
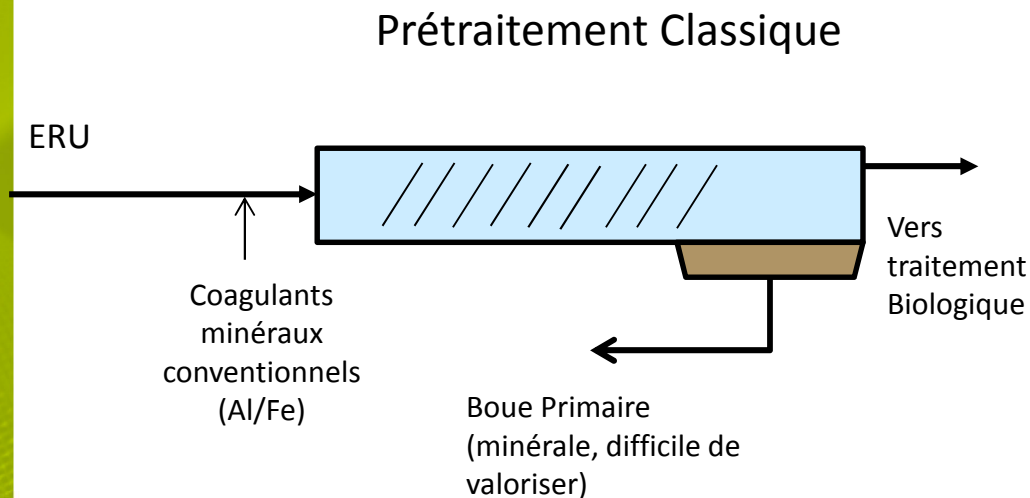
(II) LE DIMENSIONNEMENT

(III) L'EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE

TÂCHE 6 – VERI : BILAN SUR PILOTE INDUSTRIEL

Principaux résultats

- **Tâche 2:**



Une comparaison à échelle pilote entre traitement primaire conventionnel (décantation lamellaire) et avancé (tamisage rotatif) montre l'intérêt du second en terme d'intensification.

Quatre couples de produits (biosourcés, synthétiques et mixtes), testés à échelle laboratoire avec des eaux usées réelles, ont montré l'efficacité d'abattement de la DCOt : jusqu'à un 75%, à des taux de dosage de coagulant biosourcé comparables à ceux d'un coagulant minéral.

Principaux résultats

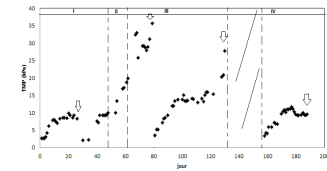
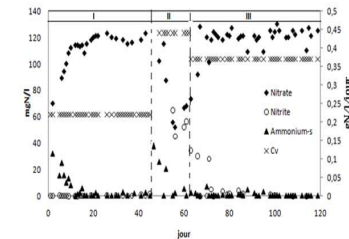
- **Tâche 3: Auto MBR**

- Cinétiques réactionnelles (DCO/N=0 et 2; SRT = 20, 40 et 60j; aération Ct):

- Nitrification complète en régime permanent
- Méthodologies spécifiques pour déterminer les grandeurs cinétiques ASM AutoMBR: $\mu_{MAX BA}$, Y_A , b_A , Ratio X_{BA}/X_{BH} et X_{BA}/MVS
- Dynamique de croissance et co-produits: MES, SMP
- **Micropolluants (Adsorption/biodégradation)**

- **Maîtrise de la filtration sur membranes (10 et 15 LMH)**

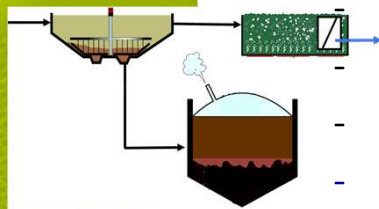
- Vitesse de colmatage en fonction de C_{org}/N , SRT et $J_{filtration}$
- Origine dominante du colmatage / Régénération en ligne



Principaux résultats

- **Tâche 4: Dynamique des populations dans AutoMBR**

- Dynamique de la diversité microbienne des AutoMBR (DCO/N=0 et 2; SRT = 20, 40 et 60j; aération Ct):



- La diversité microbienne est augmentée dans les conditions autotrophes (sans DCO ajoutée)

- La dynamique microbienne (fluctuation temporelle) n'est pas affectée par l'ajout de DCO

- Le SRT est le paramètre qui a le plus d'impact sur l'émergence de certaines populations

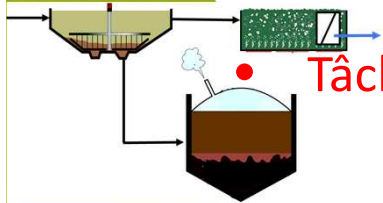
- **Abondance et diversité des bactéries nitrifiantes lors du fonctionnement en régime permanent**

- Identification des populations microbiennes (empreintes moléculaires CE-SSCP et pyroséquençage)

- Dominance des populations hétérotrophes, même en condition autotrophe: croissance sur des métabolites produits (MES, SMP)

- Parmi les bactéries nitrifiantes: *Nitrobacter* > *Nitrospira*, *Nitrosomonas* > *Nitrosococcus*

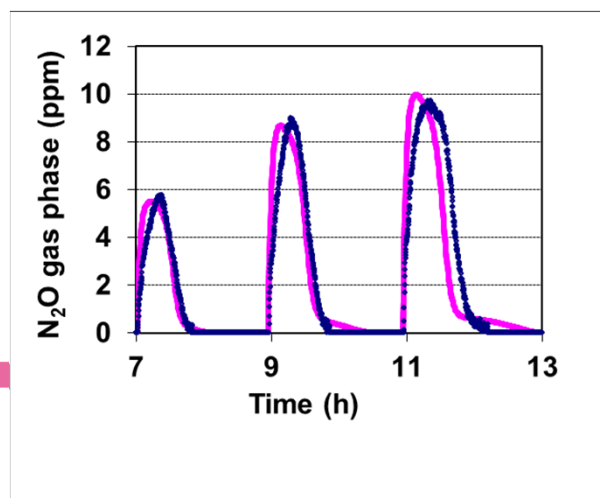
Principaux résultats



• Tâche 5: Développement d'un modèle du procédé intégrant les GES

$$\text{GES (eqCO}_2\text{)} = \text{CO}_2 + 21. \text{CH}_4 + 310. \text{N}_2\text{O}$$

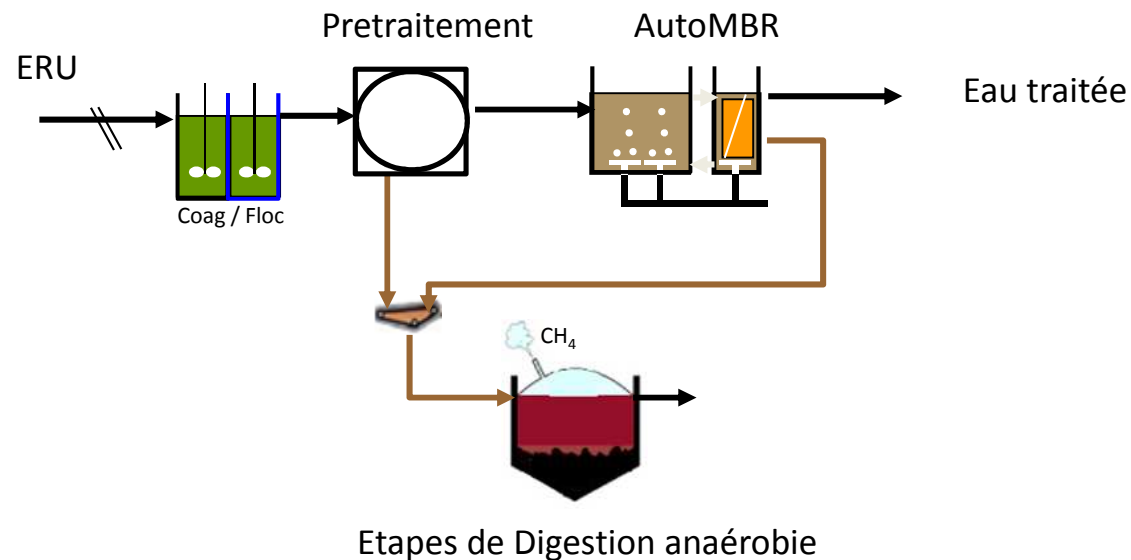
- Construction et identification d'un modèle de production de NO et N₂O des espèces nitrifiantes (Aquasim):
 - Les expériences réalisées montrent l'importance de l'accumulation des nitrites sur les production de GES
 - Le modèle dynamique a été identifié sur des réponses expérimentales (présenté à Harbin, NRR IWA conf., sept. 2012)



- Le modèle doit maintenant être confronté à de nouvelles données
- puis connecté à la plateforme complète de simulation (énergie et GES)

Principaux résultats

- **Tâche 6:**



Un pilote semi-industriel (>100 E.H.) est en cours de construction par VERI et sera opérationnel en 2013 pour :

- analyser les performances avec les résultats obtenus en échelle laboratoire et par simulation
- Compléter les données pour la modélisation, l'optimisation de la filière et l'analyse environnementale.

Tâche 2: Modélisation des synergies entre coagulants/floculants pour le traitement primaire et leur possible impact en digestion des boues. Echelle laboratoire et pilote ex-situ.

Tâche 3: Suivi expérimental des performances de l'AutoMBR en Nitrification-dénitrification (C/N, SRT, O₂) – Calage des coefficients cinétiques et modélisation ASM

Tâche 4: Analyses de la dynamique des populations à échelle laboratoire. Partage de protocoles entre VERI-LBE

Tâche 5: Modélisation des processus et identification des outils optima pour l'analyse environnementale de la filière.

Tâche 6: Construction de l'ensemble des pilotes et planifications des visites de démarrage pour le rendre opérationnel en Septembre/Octobre 2013.

Aspect académique

2 Doctorants et 1 post-doc + stagiaires (Ingénieurs et Masters) + Relations entre partenaires

Aspect scientifique

Nouvelles connaissances (dynamique bactérienne en AutoMBR, Cinétiques réactionnelles sous contraintes nouvelles, Outils de simulation et d'optimisation incluant ACV et empreinte environnementale)

Aspect Environnemental/Sociétal

Nouveau concept de traitement des eaux usées + minimisation des impacts
Récupération d'énergie et de nutriments

Aspect technologique

Technologies innovantes de traitement des eaux (étapes unitaires et filière)

Publications et communications internationales

VERI: Leading-Edge Technologies IWA, Bordeaux 2013

Grasmick A et Hamelin J (2012) Projet CreativERU: Concept de rupture appliqué au traitement intensif et à la valorisation des eaux résiduaires urbaines. Les dossiers d'Agropolis International: Ressources en eau, préservation et gestion. 14: 33. (version française, anglaise et espagnole)

Gasmi A., Héran M., Hannachi A., Grasmick A., **Autotrophic membrane bioreactor modelling**, IWA Regional Conference on Wastewater Purification & Reuse, WWPR 2012, 28 - 30th of March, 2012- Heraklion, Crete, Greece