

Journées ECOTECHNOLOGIES 2012



E P E C
Épuration en eau courante

- Consortium

- IRH Ingénieur Conseil (Coordinateur du projet)
- CNRS, Laboratoire Réactions et Génie des Procédés, équipe « Sols & Eaux »
- FLUVIAL.IS
- IRSTEA
- UCBL-Institut des Sciences Analytiques-UMR 5280

- Début/fin du projet :

- Janvier 2010 / Juillet 2014

Budget (€)	Aide (€)	Nombre de personnes.an
2 358 593	947 355	24.8



Contexte

- **Contexte socio-économique**

- Épuration des eaux déversées au milieu naturel
 - Obligatoire pour les eaux usées (Directive de 1991)
- Aménagement des cours d'eau
 - Pratiques actuelles : vers une re-naturalisation raisonnée (DCE : « bon état écologique »)

- **Contexte scientifique**

- Autoépuration en cours d'eau
 - Réalisée par des micro-organismes ayant constitué des biofilms
 - Dépend des conditions d'oxygénation, de la présence d'un biofilm, des flux de nutriments, de facteurs régulateurs
- Aménagement de cours d'eau
 - Effets saisonniers / effets des flux (débits, concentrations) / Effets de la structuration du seuil poreux

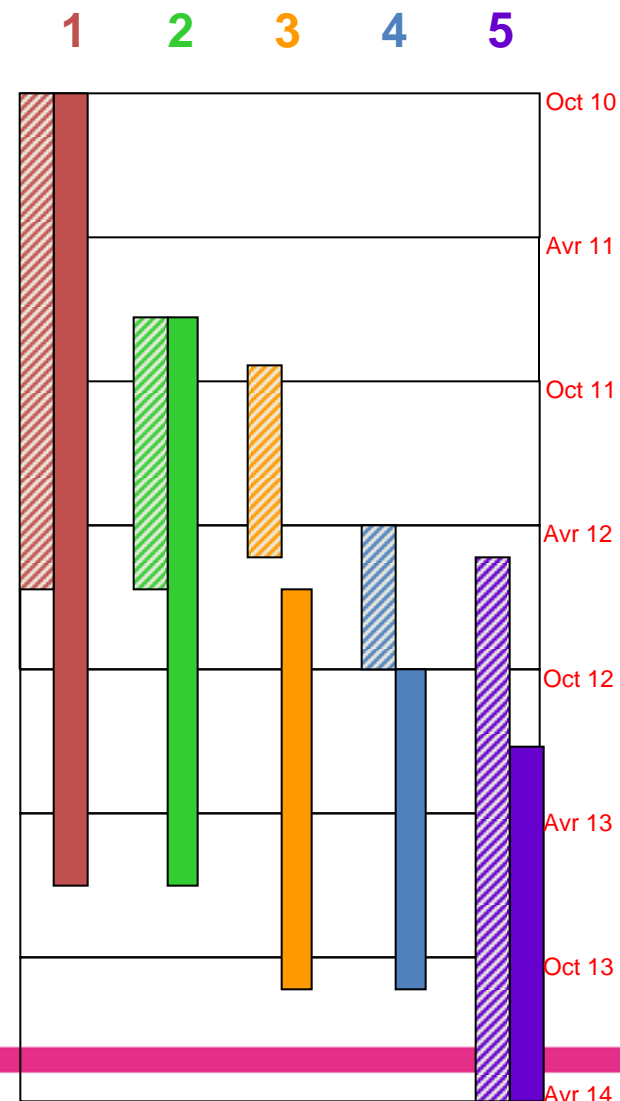


Objectifs et enjeux du projet

- **Objectif scientifique:**
 - Mieux comprendre et décrire les phénomènes gouvernant l'autoépuration de la matière organique et de l'azote en eau courante.
- **Objectifs opérationnels:**
 - Proposer des règles de dimensionnement pour des zones de rejet végétalisées (ZRV) en sortie de station d'épuration (STEP) ;
 - Proposer des éléments opérationnels pour l'aménagement des petits cours d'eau (seuils poreux, méandres,...) combinant les fonctions habitat et auto-épuration.

Déroulement du projet

- **Tâche 1** : préparation et caractérisation globale des sites
- **Tâche 2** : caractérisation fine des zones épurantes naturelles et artificielles
- **Tâche 3** : modélisation des processus
- **Tâche 4** : durabilité et dimensionnement des zones épurantes
- **Tâche 5** : mise en œuvre pour validation



Difficultés rencontrées

- Choix des sites → Changement d'approche

Approche initiale	Nouvelle approche
- Comparaison tronçons avant/après	- Comparaison tronçons rectifiés / naturels
- Comparaison sans/avec (seuil, chute d'eau, ...)	- Maquettes



- Prise en compte des conditions météorologiques
- Adaptation du matériel aux conditions terrain



Méthodologie – Tâche 1

Caractérisation globale

Sélection des sites

- 5 zones de rejet végétalisées (ZRV)
- Tronçons sur 3 cours d'eau (2 en Lorraine, 1 en Rhône-Alpes)

Préparation

- Communication auprès des communes et des riverains
- Définition du protocole de mesures
- Installation du matériel

Mesures / description

- Caractéristiques hydro-morphologiques
- Flux polluants (débit et concentrations)
- Paramètres physico-chimiques de l'eau
- Température de l'air, rayonnement photosynthétiquement actif (PAR), pluviométrie

Performances
globales
d'épuration

Principaux résultats – Tâche 1

Caractérisation globale

- **Rivières (Chaudanne, Brénon et Saint Oger) :**
 - A l'échelle du tronçon au sens hydro-morphologique (environ 100m), pas d'auto-épuration significative dans la colonne d'eau
 - élargir l'échelle d'étude
- **Zones de Rejet Végétalisées :**
 - Effet « tampon » des ZRV sur le débit
 - Diminution du taux de restitution de l'effluent au fil de l'été
 - Temps de séjour de quelques jours (mesurés par traçage au sel)
 - **Abattement > 50% de la concentration en NO_3^* pour les campagnes estivales de Diarville et Crainvilliers**
 - **Abattement > 50% des concentrations en DCO*, MES* et DBO_5^* pour les campagnes estivales de Damvillers**
 - continuer les campagnes
 - compléter les investigations (inventaire botanique, mesures de biomasse, calcul d'évapo-transpiration, essais de faucardage)

* NO_3 : nitrates ; DCO : demande chimique en oxygène ; MES : matières en suspension ; DBO_5 : demande biochimique en oxygène à 5 jours

Méthodologie – Tâche 2

Caractérisation fine des zones épurantes

Sélection des zones

1. plat
2. seuil/radier
3. méandre
4. mouille
5. bande latérale
6. amas racinaire
7. matelas de macrophytes

Maquettes

- Maquette oxygénation
- Maquette biofilm
- Maquette colmatage

Mesures

Flux polluants - Paramètres physico-chimiques – Température air, PAR*

autoépuration en
fonction des paramètres
physico-chimiques

paramètres physico-
chimiques en fonction de la
géomorphologie du milieu

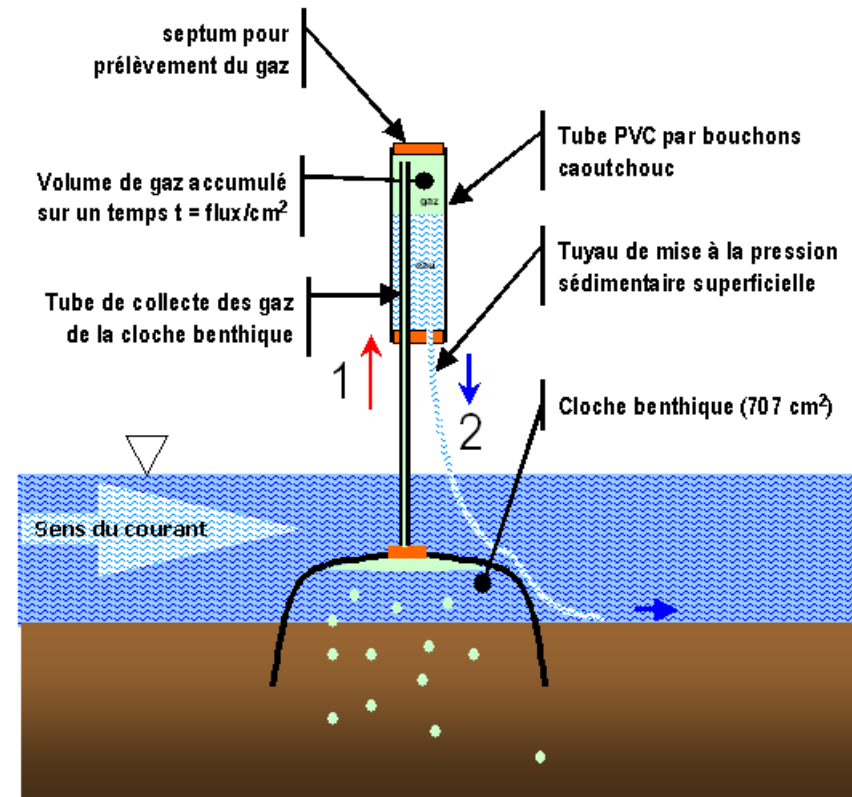
Protocoles – Tâche 2

Caractérisation fine des zones épurantes en zone hyporhéique

- Prélèvements par piézomètres ou pompe Bou-Rouch
- Suivi des conditions d'oxygénation par baguettes de pin
- Mesure de la conductivité hydraulique



- Mesures des émissions gazeuses sédimentaires



Protocoles – Tâche 2

Caractérisation fine des zones épurantes : maquettes

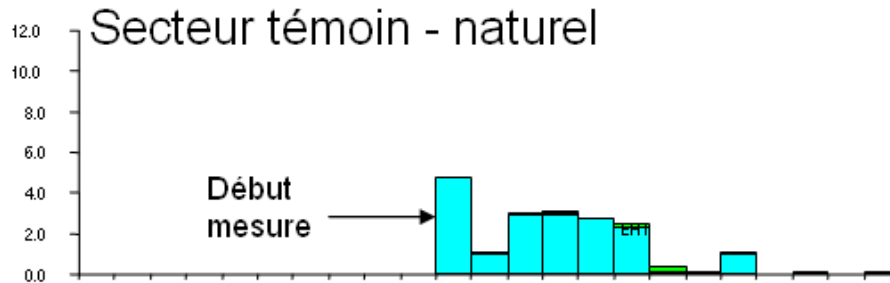
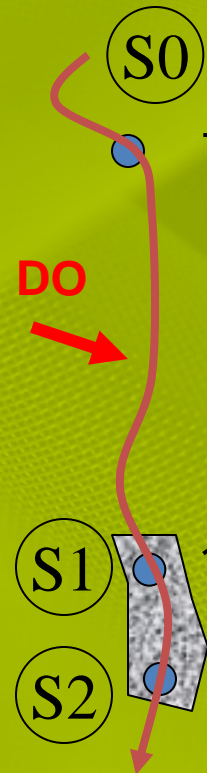
Exemple : maquette d'oxygénation

Etude de l'impact du régime d'écoulement et des effets type cascade, chute d'eau et ressaut hydraulique sur l'aération de l'eau

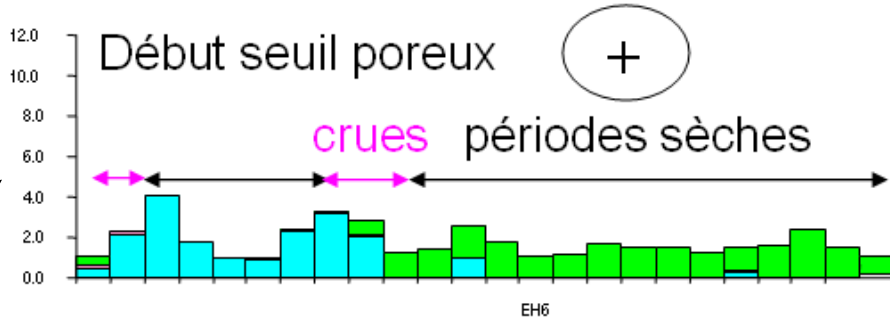


Quelques résultats – Tâche 2

Caractérisation fine des zones épurantes : Chaudanne

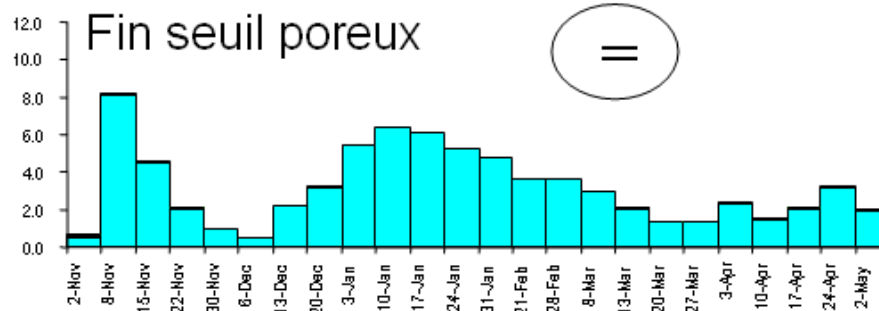


NO3 d'origine agricole
Peu de NH4



NO3 en crue
-apport amont
-oxydation de NH4

NH4 en étiage
- apport NH4 du do (petites pluies)
- stockage – transfert hyporhéique



NO3 dominant
- augmentation avec les crues

- $S2-N \leftrightarrow S0-N + S1-N$
- nitrification le long du seuil
- hypothèse confirmée par DBO5

NO3-N

NO2-N

NH4-N

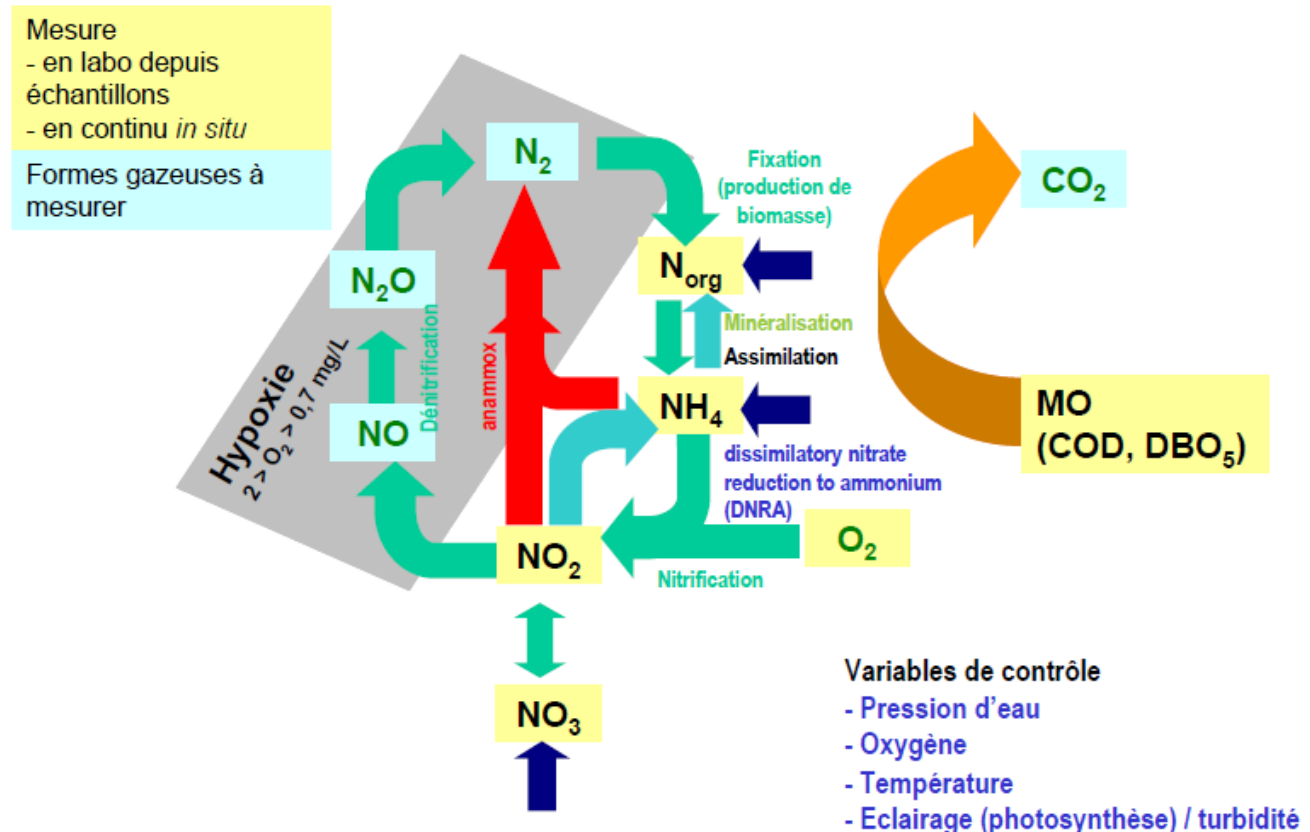
Méthodologie - Tâche 3

Modélisation des processus

- **Modélisation du devenir des composés azotés**
 - quatre processus ciblés sur le terrain:

- ✓ entrées d'origines urbaine ou agricole,
- ✓ nitrification,
- ✓ dénitrification,
- ✓ photosynthèse & pompage racinaire

Le processus auto-épuration



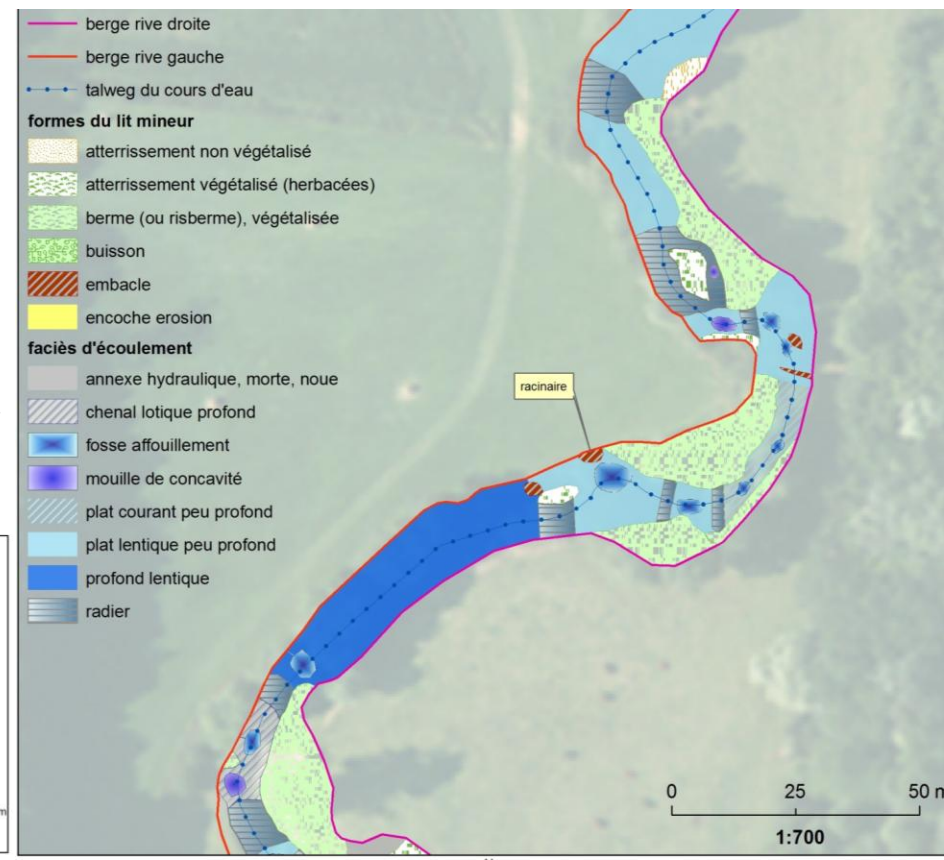
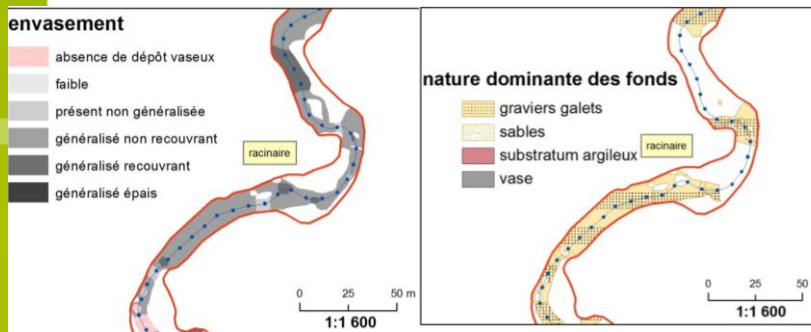
Méthodologie - Tâche 4

Durabilité et dimensionnement des zones épurantes

- **Objectifs** : cerner les facteurs susceptibles de remettre en cause le fonctionnement des sites expérimentaux (sédimentation ou colmatage, érosion, risque d'embâcle en cas de crue,)

- **Méthodologie** : caractérisation du contexte hydro-morphologique

- Etat initial : hiver 2011/2012
- Évolution du contexte hydro-morphologique : octobre 2012 et printemps 2013





Perspectives à court terme

- **Tâches 1 et 2 :**
 - Poursuite des campagnes de mesure sur terrain et du travail sur les maquettes
 - Élaboration d'un modèle d'oxygénation
- **Tâche 3 :**
 - Démarrage de la modélisation de l'auto-épuration en janvier 2013
- **Tâche 4 :**
 - Suivi en cours
- **Tâche 5 :**
 - Mise en place d'un gabion dans la Chaudanne (aspects techniques, administratifs et sociaux)

Valorisation

- **Publications**

- Namour P., Breil P., Clément Y., De Sousa G., Chanet J.-P., Lanteri P. ; **The Water Framework Directive requires new tools for a better water quality monitoring E-Water** [Online], 2012;

- **Présentations orales**

- **4th EcoSummit, Columbus (USA) - oct 2012 :**
 - P. Breil, I. Wagner, M. Zalewski : Ecohydrology for the City of the Future
- **5th International Scientific Conference on Water, Climate and Environment, Ohrid, (Republic of Macedonia), 2012 :**
 - P. Breil, P. Namour : In stream Natural and Enhanced Self-Purification Capacity
- **9^{ième} congrès international de GRUTTEE Aix-en-Provence, 29-31 octobre :**
 - Y. ZHANG, M-N. PONS, N. ADOUANI : Etude de l'auto-épuration dans une zone naturellerurale,
 - H. KHDHIRI, O. POTIER, J-P. LECLERC : Auto-épuration en eau courante : Evaluation de la capacité d'oxygénation des cascades
- **Journée d'échanges techniques sur les milieux aquatiques à l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 24 mai 2012 :**
 - A. GOBERT, M. CADE, G. REMY : Approche globale : Présentation des premiers résultats.

