



OBSERVATOIRE DE TERRAIN EN HYDROLOGIE URBAINE
FIELD OBSERVATORY FOR URBAN WATER MANAGEMENT

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU

Jeudi 4 décembre 2008
de 14h00 à 18h30

INSA de Lyon

*Amphithéâtre Marie Curie
Bâtiment Pierre DE FERMAT
Villeurbanne (69)*

S O M M A I R E

Avant propos	5
Programme	6
Supports d'intervention	
La gestion des eaux pluviales en site urbain – recherches actuelles et observatoires : OTHU, OPUR, SAP, HURRBIS Sylvie BARRAUD, Directrice de l'OTHU	7
Evaluation de la qualité de mesure hydrologique du radar de Saint Nizier appliquée au contexte local de la communauté urbaine de Lyon Florent RENARD, Université Lyon III - LCRE	23
Quantification et caractérisation physico-chimique des substances polluantes prioritaires et estimation de leurs flux dans les rejets urbains par temps de pluie Céline BECOUZE et Abel DEMBELE, INSA de Lyon - LGCIE	39
Caractérisation de la végétation colonisant spontanément un bassin d'infiltration Muriel SAULAIS, ENTPE - LSE	53
Etude expérimentale, modélisation de la décantation des eaux pluviales dans un ouvrage réel de grande taille Gislain LIPEME-KOUYI, INSA de Lyon - LGCIE	67
Quantification de l'impact de l'urbanisation et des éléments anthropiques sur les flux d'eau et le régime hydrologique des bassins versants péri-urbains Isabelle BRAUD, Cemagref de Lyon - UR HH	80
Impacts hydro-géomorphologiques de l'urbanisation sur un bassin versant péri-urbain Loïc GROSPRETRE, Université Lyon II - UMR 5600	94
Influence des pratiques d'infiltration d'eau de ruissellement pluvial sur le fonctionnement thermique, biogéochimique et la biodiversité des aquifères urbains Arnaud FOULQUIER, Université Lyon I – HBES	117
Liste des participants	127

A V A N T P R O P O S

L'OTHU – Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine

L'OTHU est un laboratoire de recherche hors murs, reposant sur un ensemble d'appareils de mesure installés sur le système d'assainissement de la Communauté Urbaine de Lyon et sur les milieux récepteurs recevant les effluents issus de ce système.

Cet observatoire est destiné à :

- Acquérir des connaissances sur l'eau précipitée, les volumes d'eau et les masses de polluants rejetés par la ville, sur le devenir de ces rejets dans les milieux naturels et sur leurs impacts sur les différents écosystèmes ;
- Valider et caler des modèles permettant d'évaluer les rejets urbains ainsi que leurs effets sur les milieux naturels et anthropisés ;
- Mettre au point et évaluer des stratégies innovantes de gestion des eaux produites par l'agglomération (eaux usées et eaux pluviales).

Complémentarité des partenaires

L'OTHU constitue le support de travaux de recherche menés depuis 1999 par une quarantaine de chercheurs issus de 13 équipes ou laboratoires de recherche lyonnais, ceci en étroite collaboration avec les acteurs de terrain que sont notamment le Grand Lyon et l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse.

Enfin, l'OTHU s'intègre dans la Zone Atelier Bassin du Rhône, dispositif plus large de structuration et valorisation de la recherche dans le domaine de l'eau, sur le bassin versant du Rhône.

Système métrologique et sites expérimentaux de l'OTHU :

Deux milieux récepteurs, jugés particulièrement sensibles, sont étudiés au sein de l'OTHU : la nappe de l'est lyonnais ; et l'Yzeron et ses affluents, représentatifs des petites rivières périurbaines de l'ouest lyonnais.

Afin d'étudier ces milieux, un système métrologique est déployé depuis 1999. Cinq sites expérimentaux, représentatifs de différents modes d'urbanisation et d'assainissement, ont été identifiés. Un dispositif pluviométrique et météorologique réparti sur la totalité du territoire vient compléter les différents sites expérimentaux.

Les séminaires scientifiques de l'OTHU

Un élément important du fonctionnement de l'OTHU est la réalisation d'actions de valorisation et la diffusion des résultats de recherche acquis.

Ainsi, nous avons retenu le principe d'organiser en alternance une manifestation chaque année :

- une journée technique pour présenter les retombées techniques et opérationnelles de l'OTHU
- un séminaire scientifique pour exposer et discuter des dernières avancées obtenues dans le cadre des recherches OTHU

L'objectif principal de ces séminaires scientifiques est de faire connaître les résultats de recherche acquis dans le cadre de l'OTHU et de diffuser aussi largement que possible les données obtenues.

Un deuxième objectif est également de susciter l'intérêt des chercheurs, éventuellement étrangers, de favoriser les échanges de données et de développer des collaborations nouvelles dans le cadre de projets nationaux ou internationaux.

Thème

Les recherches développées dans le cadre de l'OTHU tentent de couvrir l'ensemble des disciplines nécessaires à la compréhension et à la gestion des eaux pluviales en site urbain. Au cours de ce séminaire, **7 focus sur 7 thèmes de recherche** réalisées grâce à l'OTHU, vous sont présentés.

PROGRAMME

13h30 ACCUEIL

14h00 La gestion des eaux pluviales en site urbain – recherches actuelles et observatoires : OTHU, OPUR, SAP, HURRBIS

Sylvie BARRAUD, Directrice de l'OTHU

SOURCES DE POLLUTION

14h30 Evaluation de la qualité de mesure hydrologique du radar de St Nizier appliquée au contexte local de la communauté urbaine de Lyon

Mieux connaître la pluie – complémentarité des outils pluviométriques et radar

Florent RENARD, Université Lyon III – LCRE

15h00 Quantification et caractérisation physico-chimique des substances polluantes prioritaires et estimation de leurs flux dans les rejets urbains par temps de pluie

Sources, flux de micropolluants dans les eaux urbaines

Céline BECOUZE et Abdel DEMBELE, INSA de Lyon – LGCIE

INFILTRATION / DECANTATION DES EAUX PLUVIALES

15h30 Caractérisation de la végétation colonisant spontanément un bassin d'infiltration

Diversité botanique et accumulation des métaux lourds

Muriel SAULAIS, ENTPE – LSE

16h00 Etude expérimentale, modélisation de la décantation des eaux pluviales dans un ouvrage réel de grande taille

Ouvrages de décantation : localisation de la sédimentation

Gislain LIPEME-KOUYI, INSA de Lyon – LGCIE

MILIEU NATUREL

16h30 Quantification de l'impact de l'urbanisation et des éléments anthropiques sur les flux d'eau et le régime hydrologique des bassins versants péri-urbains

Modélisation hydrologique des bassins versants péri-urbains : méthodologie

Isabelle BRAUD, Cemagref Lyon – UR HH

17h00 Impacts hydro-géomorphologiques de l'urbanisation sur un bassin versant péri-urbain

Application au bassin versant de l'Yzeron : état des lieux et propositions de gestion

Loïc GROSPRETRE, Université Lyon II – UMR 5600

17h30 Influence des pratiques d'infiltration d'eau de ruissellement pluvial sur le fonctionnement thermique, biogéochimique et la biodiversité des aquifères urbains

Infiltration et nappe : quelles conséquences ?

Arnaud FOULQUIER, Université Lyon I – HBES

18h00 FORUM DE DISCUSSION – PERSPECTIVES

18h30 FIN DU SEMINAIRE

La gestion des eaux pluviales en site urbain –
recherches actuelles et observatoires :
OTHU, OPUR, SAP, HURRBIS

Sylvie BARRAUD, Directrice de l'OTHU

3^{ème} Séminaire Scientifique OTHU

S. Barraud

(Directrice de l'OTHU)

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

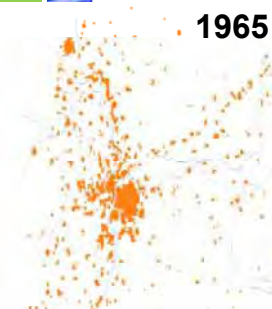
Evolution urbaine

1965

1975

1990

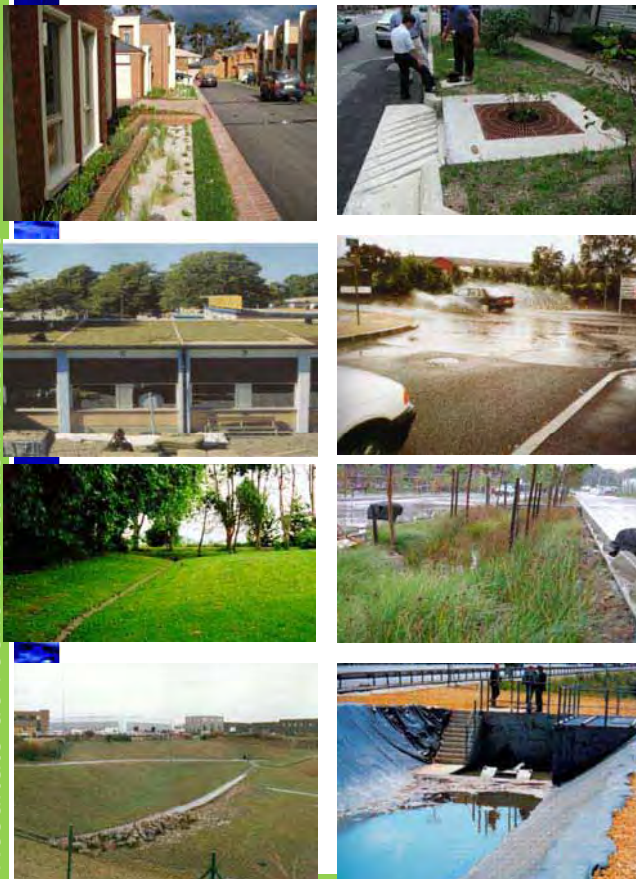
2000



Gestion de l'Eau en milieu
urbain par temps de pluie

Inondation

Pollution



- Nouvelles solutions ?
- Nouveaux modes de gestion ?
- Evolution des problèmes



Meilleure connaissance des phénomènes (« naturels » et anthropiques) et des dispositifs et de leurs impacts

- Un observatoire de terrain
- Une fédération d'équipes
- Un support de recherches concertées

1999



Objectifs :

Observer sur le long terme et mieux connaître le cycle urbain de l'eau pour agir

- **Mesurer et modéliser**
 - les flux d'eau et de polluants en milieu urbain / périurbain :
 - mécanismes générateurs
 - dynamique des flux
 - effets sur les rivières ou nappes
 - l'efficacité des systèmes d'assainissement
- **Améliorer les pratiques**
 - Suivi métrologique (surveillance)
 - Procédures, capteurs
 - Conception & gestion des ouvrages
 - Outils d'aide à la décision

Partenaires

Scientifiques

Opérationnels

Valorisation & Gestion



- **CEMAGREF** : URHH, URQE, URBEA
- **ENTPE** : L.S.E.
- **INSA** : LGCIE, EDU
- **Université LYON I** : LGCIE, HBES, LSA, BPOE
- **Université LYON II** : LRGE
- **Université LYON III** : LCRE
- **BRGM**
- **ECL** : LMFA

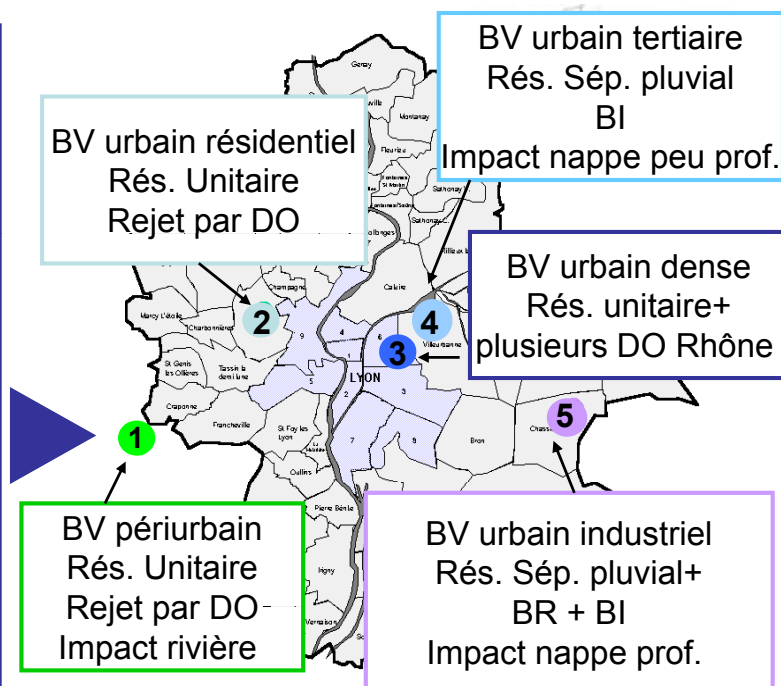
**Multiples
compétences**

**Programme
finalisé
(2005-2009)**

- **Sous programme n°1 :**
Développement d'un modèle intégré du cycle urbain de l'eau
- **Sous Programme n°2 :**
Amélioration de la connaissance locale de la pluie
- **Sous Programme n°3 :**
Gestion des déversoirs d'orage
- **Sous Programme n°4 :**
Gestion des rivières périurbaines
- **Sous Programme n°5 :**
Développement de méthodes de conception, construction et exploitation des bassins de rétention / infiltration
- **Sous Programme n°6 :**
Améliorer la protection des ressources en eau de l'agglomération lyonnaise
- **Sous Programme n°7 :**
Météologie

Sites

- 1 BASSIN VERSSANT YZERON
- 2 ECULLY
- 3 LYON CENTRE
- 4 IUT – la DOUA
- 5 CHASSIEU



-Diversité : des situations physiques, des types de BV et d'activités, des systèmes de gestion des EP, des types de milieux
 -Dynamiques d'observations adaptées aux phénomènes
 -Support de doctorats (13 en cours – 9 thèses soutenues), Masters

Projet internationaux



Collaborations internationales « classiques »

Participation à la création du site Lyonnais de la plateforme technologique WSSTP

WSSTP (Water Supply and Sanitation TEchnology Platform)
 Partenaires : Grand Lyon, Suez Environnement, Veolia, OTHU, PROCEEDEMS / PROVADEMSE
 Thème "Sustainable water management in large cities"

LTER
 (Long-Term Ecol. Research)

Projets nationaux



Projets de l'Agence Nationale de la Recherche

Depuis 2006

- **ECOPLUIES** - ANR PRECODD (Infiltration)
- **AVuPUR** – ANR VMC (Assessing the vulnerability of peri-urban rivers)
- **SECTUP** - ANR PRECODD- (Systèmes extensifs pour la gestion et le traitement des Eaux Urb. TP)
- **INVASION** - ANR- CES (Etude des contaminants microbiens introduits par TP dans les rivières en milieu péri-urbain (cons. écologiques et dangers pour la santé))
- **INTEGREAU** - ANR PRECODD micro-système de dosage des métaux lourds
- **RIVES** – ANR RGCU (inondation en ville)

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

HURRBIS

Réseau des Observatoires Français en H. U.



Renforcer les capacités de recherche dans le domaine

HURRBIS

(Hydrologie Urbaine – Réseau de Recherche Bassins Inter-Sites)

www.hurrbis.org

e de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon



Concertation pour la mise en place d'un projet sur la ville

OPUR : Un Observatoire des Polluants Urbains en Ile de France

Directeur Ghassan Chebbo

1994



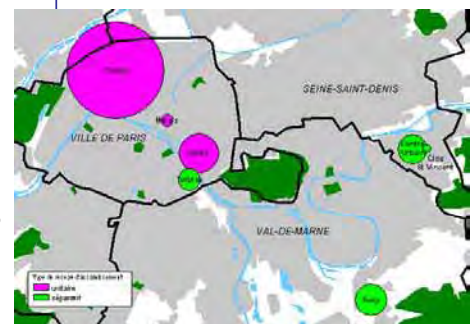
✓ Principe

- ✓ Acquisition de connaissances
- ✓ Site fédérateur en Ile de France

✓ Problématique

- ✓ Génération des polluants : Sources ? Apports des différentes activités ?
- ✓ Transport et transformation des polluants : Transport solide ? Transport et transformation des polluants
- ✓ Gestion et réduction des flux polluants Efficacité des différentes techniques ? Outils d'aide à la décision ?

- ✓ Bâti sur projets de recherche de 6 ans (sites instrumentés à cette occasion)



OPUR 3 : Partenaires



✓ Partenaires scientifiques :

- ✓ CSTB
- ✓ Université Paris VI
- ✓ CRECEP
- ✓ IGN
- ✓ Monuments historiques
- ✓ LROP
- ✓ LCPC de Nantes
- ✓ INSA de Lyon
- ✓ GEMCEA

✓ Partenaires opérationnels et financiers

- ✓ AESN, CRIF
- ✓ Ville de Paris (STEA), CG 93 (DEA), CG 94 (DSEA), SIAAP.

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

SECTEUR ATELIER PLURIDISCIPLINAIRE (SAP)



Directrice Véronique RUBAN



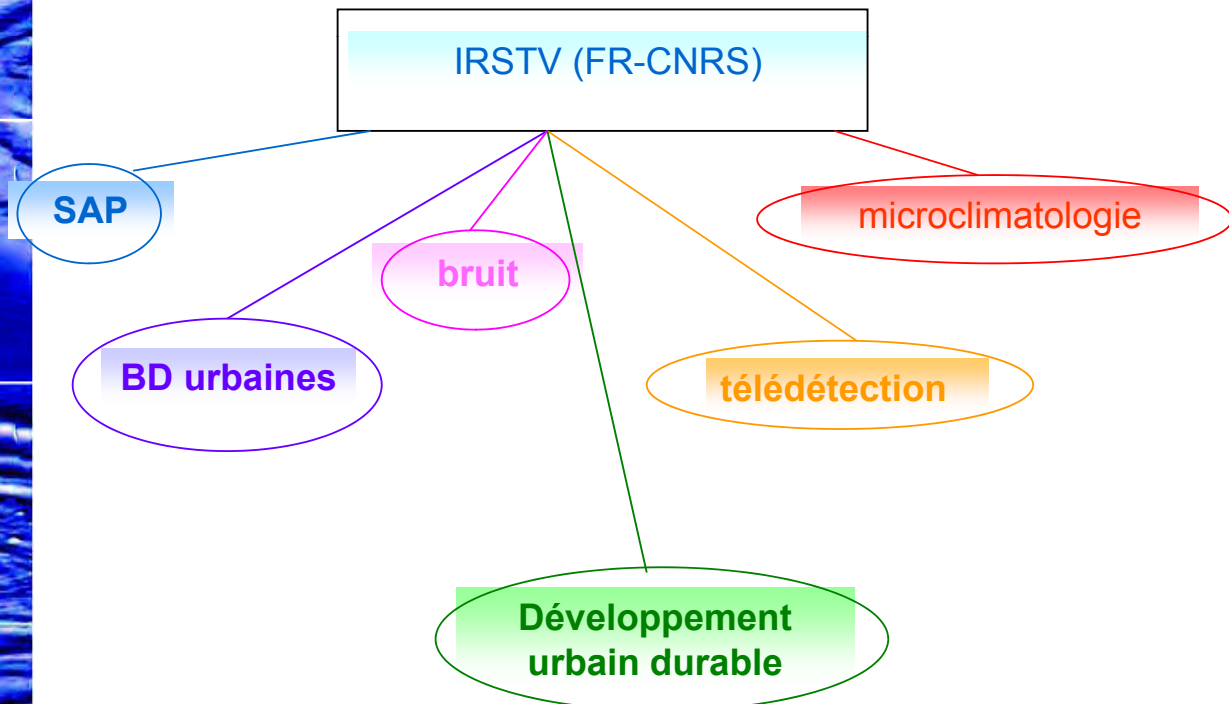
3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Le SAP au sein de l'IRSTV

(Inst. De recherches des sciences & Techniques de la Ville)



Résultats de recherche et données acquises



3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Le SAP: un observatoire en hydrologie et micro-météorologie urbaines

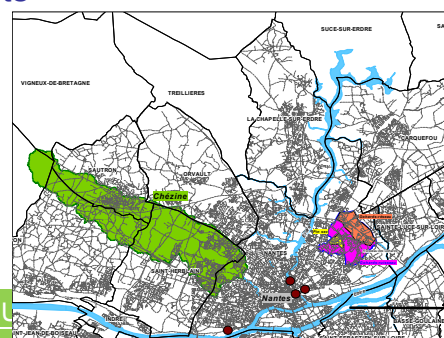


Résultats de recherche et données acquises

- Système d'observation pérenne sur l'environnement urbain
- Mesures sur le long terme (plusieurs années)
⇒ base de données pour la recherche
(modélisation environnementale de la ville)
- Objet d'étude : Bilan et flux d'eau, de polluants et d'énergie en ville



Observatoire des Sciences de l'Univers de Nantes-Atlantique



3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU

Partenaires



- IRSTV-LCPC Division Eau & Environnement
- IRSTV-LMF
- LPGN (Labo de Planétologie et de Géodynamique de l'Université de Nantes)
- Nantes Métropole
- IRSN (Institut de Recherche et de Sûreté Nucléaire) à partir de 2009
- Air Pays de la Loire

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Thèmes de recherche

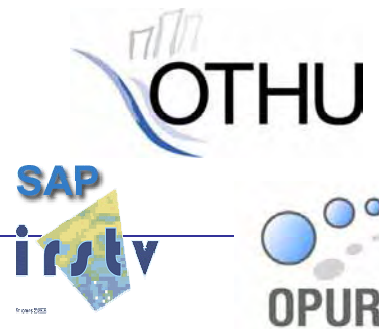


- Origine des polluants en milieu urbain (thèse K. Lamprea, LCPC)
- Bilans énergétique et hydrique (thèse I. Bagga, LMF)
- Mesures en continu en réseaux d'assainissement (turbidité, MES)
- Modélisation des écoulements et des flux de polluants en réseaux d'assainissement
- Modélisation hydrologique
 - Relations nappes-réseaux (thèse A-L. Le Delliou, LCPC)
 - Bassins versants périurbains (thèse C. Furusho, LCPC)

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

HURRBIS

Réseau des Observatoires Français
en H. U.

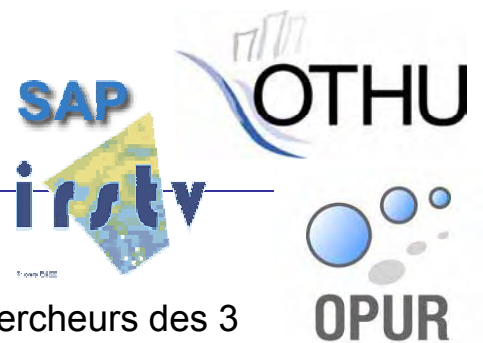


Cette mise en commun vise à :

- **Acquérir des connaissances, tester et valider des modèles** hydrologiques et hydrométéorologiques en milieu urbain sur des **données plus nombreuses et plus variées**
- **Mettre au point des outils généralisables d'aide** à la compréhension et à la gestion des eaux urbaines, sur les plans qualitatif et quantitatif, permettant d'optimiser le fonctionnement des dispositifs de gestion des systèmes d'assainissement
- **Diminuer les coûts d'acquisition** de données.

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

HURRBIS



**Projet
R2DS
(Région
IDF)**

- **Site Web**
Forum pour les chercheurs des 3 observatoires
www.hurrbis.org
- **2 Thèses en co-direction**
 - Mesurage en continu des flux polluants de MES et DCO en réseau d'assainissement
 - Caractérisation et modélisation du transport solide en réseau d'assainissement unitaire par temps de pluie

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon



3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Ne manquez pas les prochains épisodes ...



- Mise en ligne des exposés d'aujourd'hui dès lundi
- Synthèse des activités scientifiques
- **4^{ème} Journée Technique de l'OTHU (1er semestre 2009)**
 - La métrologie
 - L'infiltration
 - Les petites rivières périurbaines
 - ...

www.othu.org

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Documents disponibles

www.othu.org



- **Production scientifique / synthèse des recherches**
- **Production de Fiches Techniques OTHU**
- **Guides (Infiltration)**
- **Liens avec projets de recherche**

Evaluation de la qualité de mesure hydrologique du radar
de Saint Nizier appliquée au contexte local
de la communauté urbaine de Lyon

Florent RENARD, Université Lyon III - LCRE

Évaluation de la qualité de mesure hydrologique du radar météorologique appliquée au contexte local de la communauté urbaine de Lyon

F. Renard ⁽¹⁾ et ⁽³⁾, D. Faure ⁽²⁾, J. Comby ⁽¹⁾

(1) Laboratoire Climatologie Risques Environnement, UMR 5600 CNRS

(2) Alicime,

(3) Direction de l'Eau de la Communauté Urbaine de Lyon,

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Rappel des objectifs essentiels de l'étude

▪ **But de l'étude :**

Évaluation de la qualité de la mesure radar locale

▪ **Objectifs** thème 1 Caractérisation de la pluie et de sa dynamique sur l'agglomération lyonnaise (**pluviométrie C1**) :

- **Amélioration** de la **connaissance** de la **distribution** spatiale des épisodes de pluie à échelle **temporelle** et **spatiale fine**

- **Amélioration** de la **connaissance** des **phénomènes** (définition de types de situation)

Travaux scientifiques sur la connaissance de la pluie aux échelles fines sur l'agglomération lyonnaise

Constat préalable :

- **Beaucoup de travaux** (notamment sur la distribution spatio-temporelle des pluies)



Uniquement basés sur l'**exploitation** des **données pluviométriques**

- **Une utilisation relativement faible d'un certain nombre d'outils** (satellite, radar en particulier)

En conséquence :



Évaluation de la **mesure radar** de Lyon



à des fins d'**optimisation** des **entrées** pour la **simulation** du système d'assainissement (*Canoe*)



à **long terme** : gestion en **temps réel** du **réseau** du Grand Lyon par **anticipation**

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

I – Caractéristique des radars météorologiques du Grand Lyon

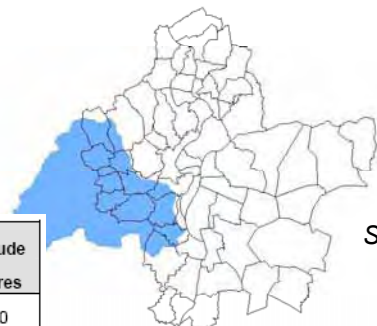


- longtemps installé sur l'**aéroport de Lyon-Satolas**

St Nizier



- à partir de **mi-mai 2001**, installé sur la commune de **St Nizier** (40 km au Nord-Ouest)



Satolas

0 2 500 000 10 000 Mètres

Nom des radars	Latitude (ED50)			Longitude (ED50)			Altitude mètres		
	Degrés	D	M	S	Degrés	D		M	S
St Nizier	46,067	46	4	2	4,447	4	26	48	920
Lyon-Satolas	45,726	45	43	35	5,075	5	4	30	/

Coordonnées (X,Y,Z) des radars (Source Météo-France/DSO)

long. d'onde λ (cm)	ouverture θ à 3dB (°)	Puiss. tran. (kW)	Gain (dB)	durée τ de l'impulsion (μ s)	bande passante à 3 dB (kHz)
5,33	1,1	200	42	2	600




Caractéristiques techniques du radar de St Nizier (Source Météo-France/DSO)

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

- **Avant mai 2001** : localisation aéroport Satolas
- **De mai 2001 à juin 2006** (St Nizier) : lames d'eau **HYDRAM**
- **Depuis juin 2006** (St Nizier) : lames d'eau **PANTHERE**

Évaluation de la qualité de mesure hydrologique du radar météorologique appliquée au contexte local de la communauté urbaine de Lyon

Trois étapes :

-  **Analyse** de la qualité de **mesure hydrologique** du radar de **Satolas**
-  **Analyse** de la qualité de **mesure hydrologique** du radar de **St Nizier** (*simulation et données réelles*)
-  **Comparaison quantitative radar / réseau pluviométrique** (globale et ponctuelle)

II – Types de données exploitées



La complémentarité des deux types de données exploitées

- « **réflectivité radar instantanée** » : proches des **mesures brutes** du radar

- « **lames d'eau au sol** » : correspondent aux meilleures estimations temps réel de **lames d'eau au sol** à l'époque (effectuées à partir des images précédentes et sauvegardées par Météo-France)

« réflectivité radar instantanée »



- **Estimation du facteur de réflectivité radar Z** (mm^6/m^3) pour chaque pixel d'image (1 km^2)

- A partir de ces valeurs de Z, il est possible d'**estimer** une **intensité de pluie instantanée équivalente** (en mm/h) en utilisant une **relation Z-R** du type $Z = aR^b$ (avec R en mmh^{-1} et Z en mm^6m^{-3})

- **Fréquence : 5 minutes**
Permet de **suivre** de manière détaillée la **dynamique** des phénomènes

- **Traduction direct** des phénomènes pluvieux et leur **intensité** en mm/h

« lame d'eau au sol »



- Estimées par Météo-France à partir des images du facteur de réflectivité radar Z
- Remise à niveau avec les pluviomètres de la couverture hydrologique du radar
- Prise en compte du déplacement des zones pluvieuses pour représenter la « trace au sol » des phénomènes pluvieux (non une observation instantanée en altitude)
- Fréquence : 15 minutes
- Ces images sont exprimées directement en mm de pluie au sol

Résultats de recherche et données acquises

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

III – Analyse de la qualité de mesure hydrologique du radar de Satolas



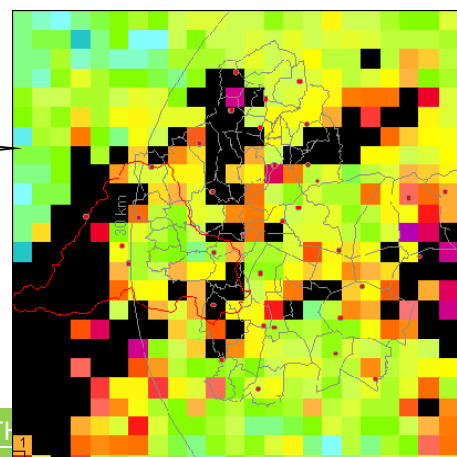
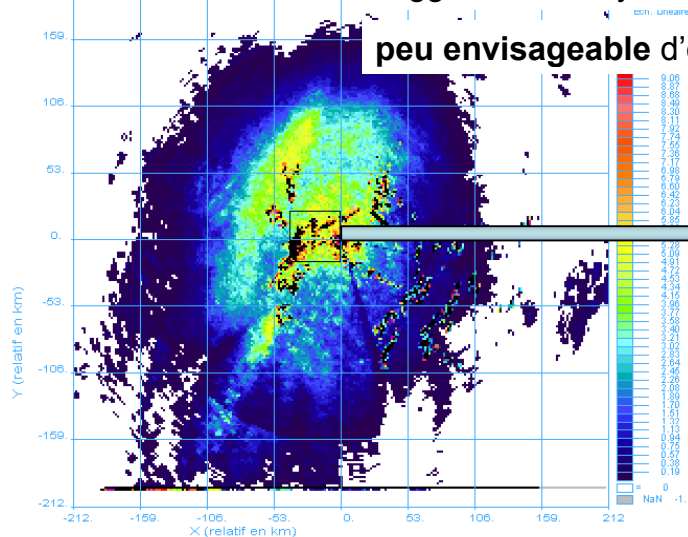
- Analyse de la qualité de mesure du radar de Lyon Satolas (Météo-France, DSO, 2001)
- Cumul des données de réflectivité radar instantanée du 22/09/1993

acquises



les échos de sol pénalisent fortement l'utilisation du radar sur l'agglomération lyonnaise

peu envisageable d'exploiter les données du radar de Satolas



ntifique de l'OTH

IV – Analyse de la qualité de mesure hydrologique du radar de Saint Nizier par simulation

4.1 - Procédure de simulation

- reprend démarche de **Delrieu et al. (1995)**, **Pellarin (2001)** et **Pellarin et al. (2002)**
- décomposition des **simulations** en **deux étapes** successives :

simulation des **échos de sol** et des **masques** générés par le **relief** à l'aide d'un **modèle numérique de terrain (MNT)**

étude des **effets** de la **structure verticale** des précipitations

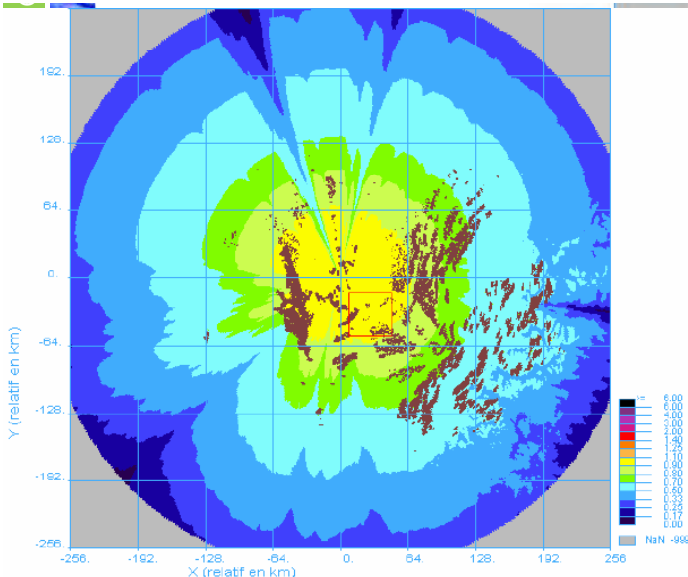
Résultats de recherche et données acquises

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

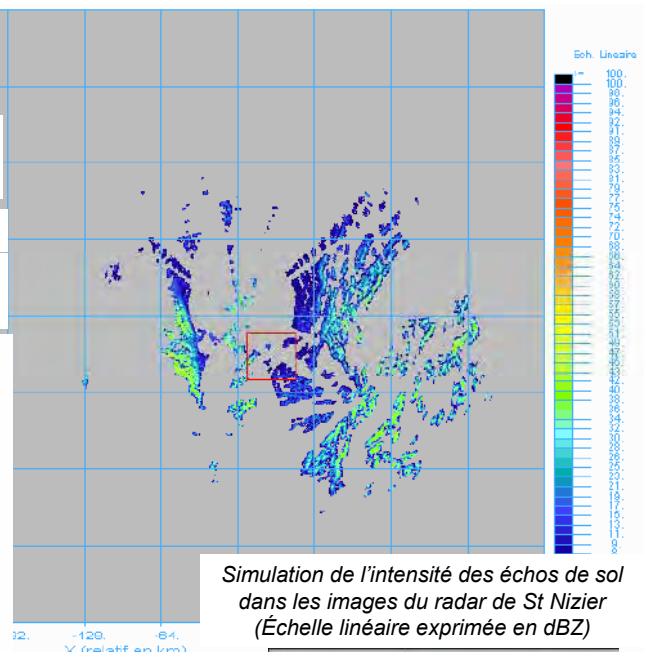
4.1 - Résultats de l'analyse par simulation

- **Grand Lyon** : **situé** dans la **zone d'excellente visibilité** du radar

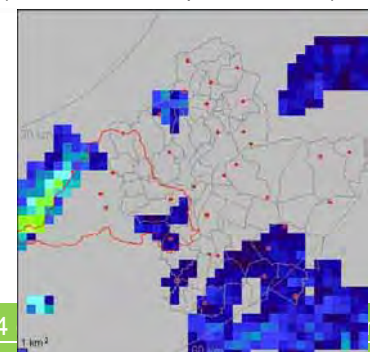
- Néanmoins, un **nombre significatif** de **pixels** devraient avoir une **qualité** de mesure hydrologique **réduite** en raison d'**échos de sols**



Simulation de la visibilité hydrologique du radar de St Nizier pour le modèle de PVR utilisé.



Simulation de l'intensité des échos de sol dans les images du radar de St Nizier (Échelle linéaire exprimée en dBZ)

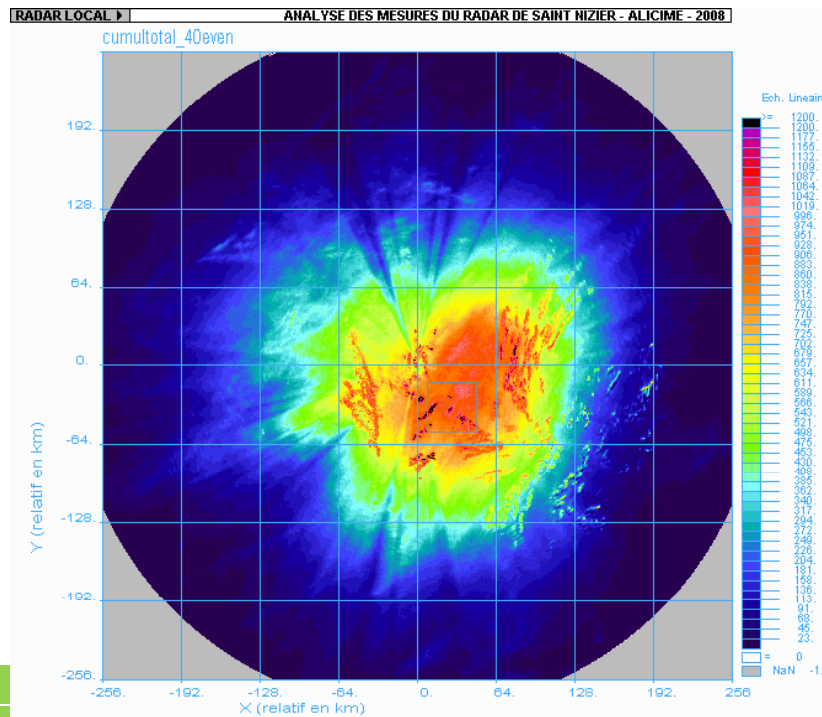


minaire Scientifique de l'OTHU – 4

V – Analyse de la qualité de mesure hydrologique du radar de Saint Nizier à partir des données réelles

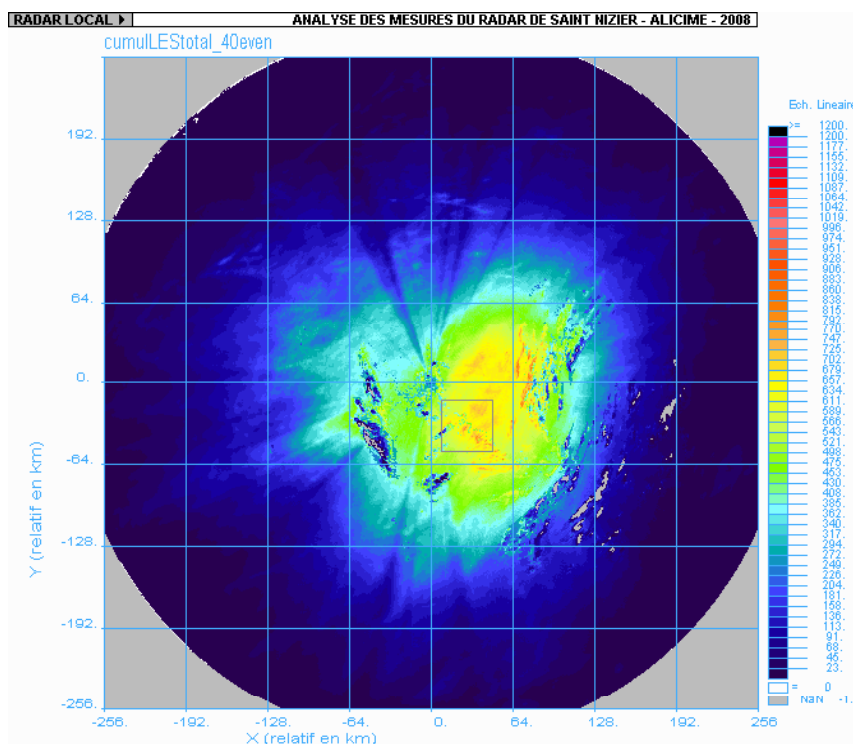
5.1 - Images de réflectivité radar instantanée 5 minutes

Méthodologie : cumul de l'ensemble des images de réflectivité radar instantanée pour 40 journées pluvieuses, soit 11 329 images radar



5.2 - Images de lames d'eau au sol

Méthodologie : cumul de l'ensemble des images de lames d'eau 15 minutes pour 40 journées pluvieuses, soit 3 673 images



5.3 - Résultats de l'analyse par simulation



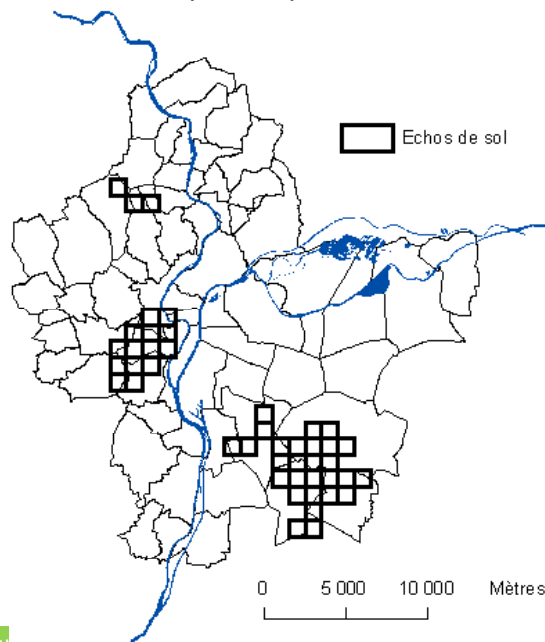
Résultats de recherche et données acquises



Résultats : très **bonne cohérence** entre l'**analyse** des **données réelles** et les **résultats de simulation** de la **visibilité hydrologique**

Confirment les **zones** du territoire de l'agglomération **affectées** par des phénomènes d'**échos de sol** à filtrer :

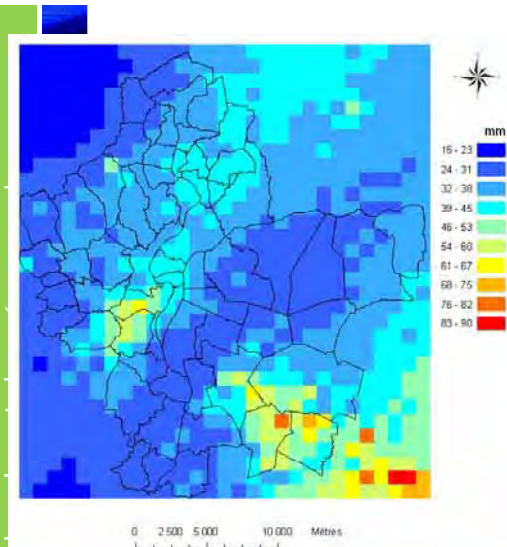
- **Monts d'Or**,
- plateau de **Fourvière**
- **Balmes** de la plaine de l'Est



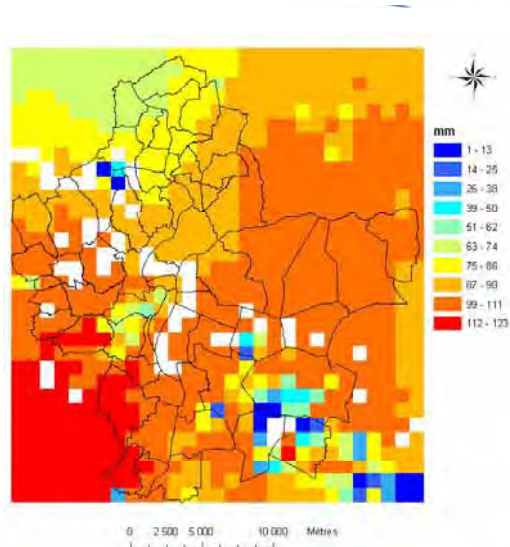
3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Images dégradées par deux phénomènes inverses à l'échelle du cumul de l'épisode :

- des **valeurs** de **cumuls** pluviométriques **fortement surestimées** liées à une **absence de filtrage** (parfois temporaire) de certains pixels d'échos de sol



Cumul pluviométrique de l'épisode du 1er mai 2002



Cumul pluviométrique de l'épisode du 1er décembre 2003

- des **valeurs** de **cumuls** pluviométriques **fortement sous estimées** liées à une **action trop radicale** de l'**éliminateur** d'échos fixes de Météo-France (ce qui « **crée des trous** » dans les zones pluvieuses)

Ré

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

VI – Comparaison des valeurs radar aux données pluviométriques à une échelle micro-locale



6.1 - Comparaison surfacique globale à l'échelle de l'épisode pluvieux

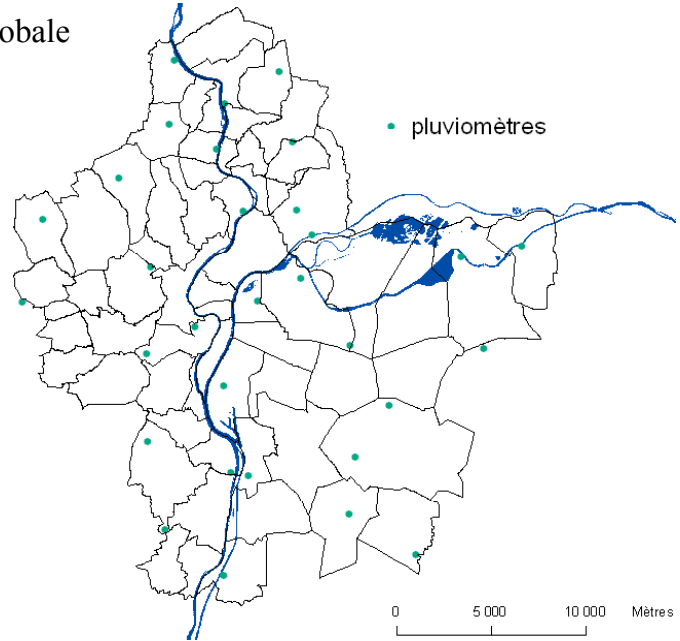
6.1.1 - Principe de la comparaison surfacique globale

Calcul des valeurs moyennes de pluie radar filtrée sur l'agglomération

pour les deux types de données sur 17 épisodes pluvieux de la période 2001 - 2005



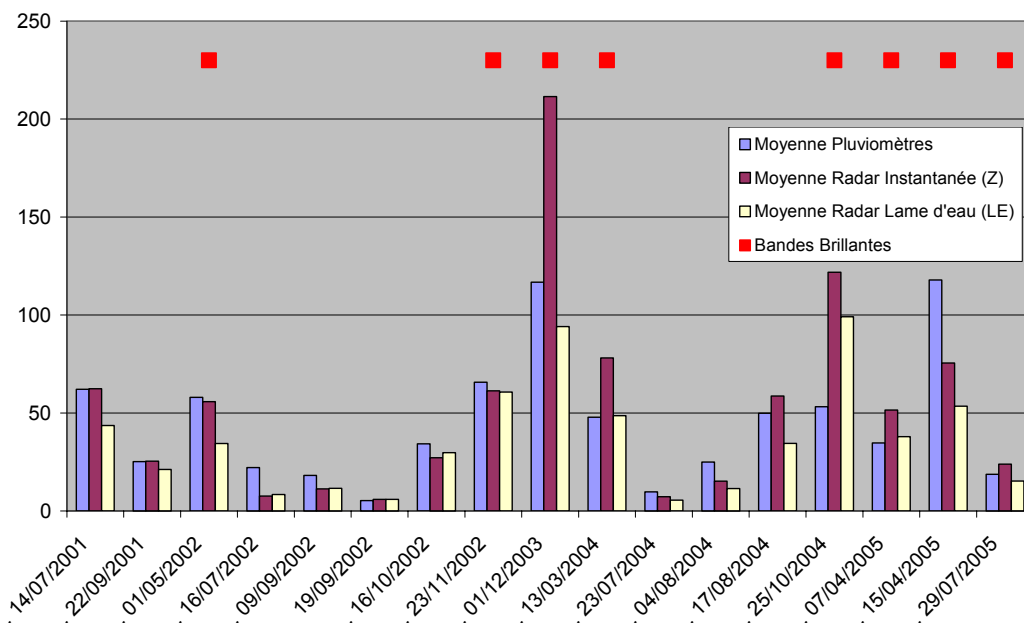
Comparaison aux valeurs moyennes de pluie issues des pluviomètres



Résultats de recherche et données acquises

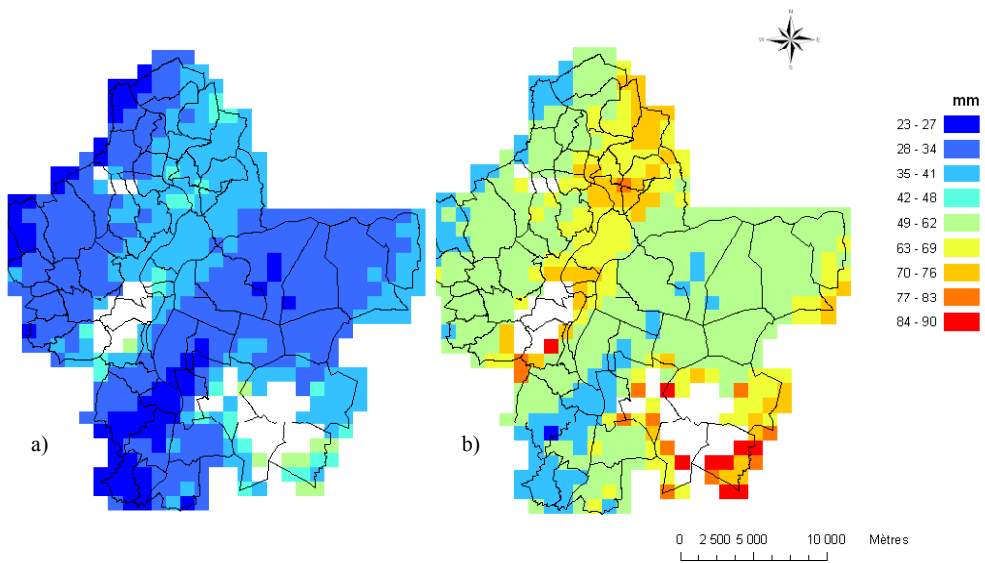
6.1.2 – Résultats de la comparaison surfacique globale

Écarts entre estimations radar et valeurs pluviométriques présentent un forte amplitude au fil du temps



Résultats de recherche et données acquises

Calcul **facteur de remise à niveau globale** afin de corriger un éventuel biais moyen de la mesure radar



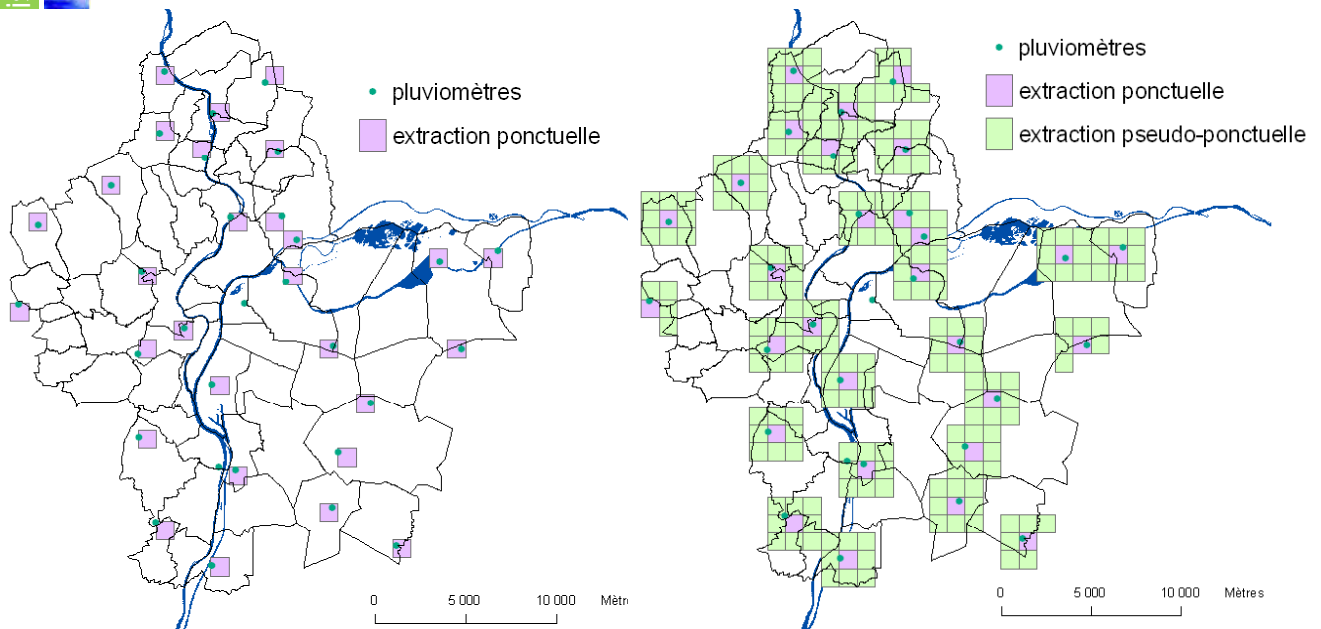
Cumul des lames d'eau radar de l'épisode du 1er mai 2002 non remis à niveau (a), puis remis à niveau (b) à l'aide d'un facteur correctif K issu des pluviomètres du Grand Lyon

6.2 - Comparaison fine ponctuelle pluviomètre / pixel radar

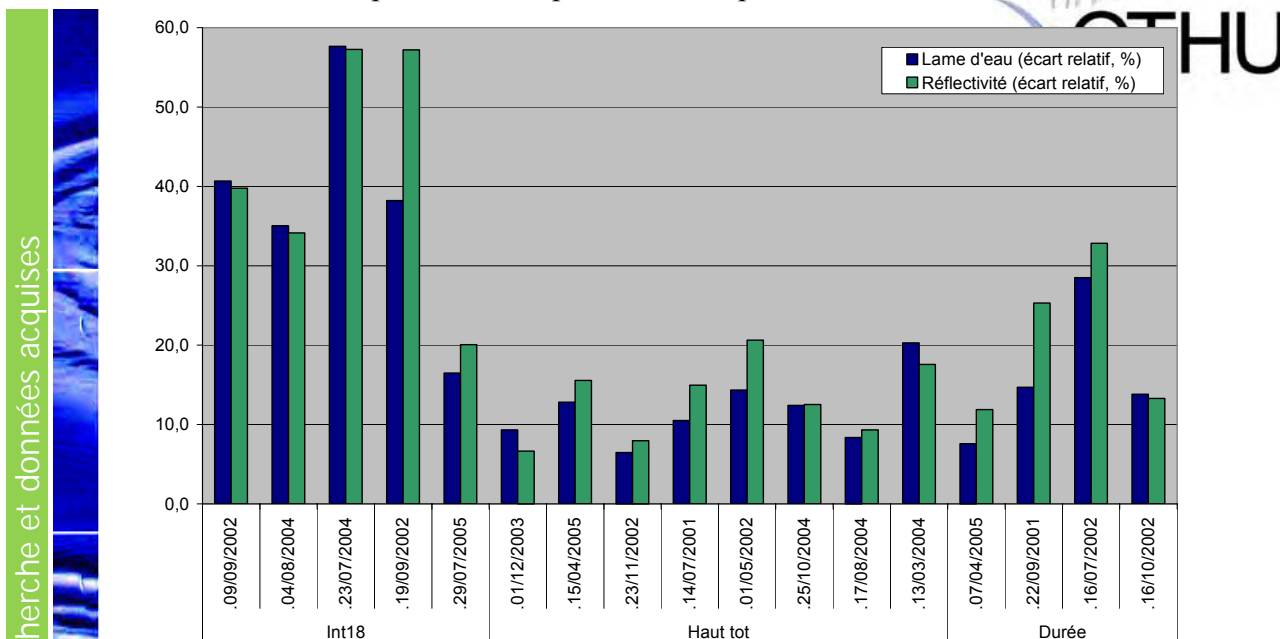
6.2.1 - Principe de la comparaison fine pluviomètre / pixel radar

Comparaison des valeurs des **pixels radar** (réflectivité et lames d'eau) aux **valeurs des pluviomètres** associés

Extraction de valeurs radars (pseudo-) ponctuelles à la **verticale** des **pluviomètres** disponibles pour comparaison avec les **cumuls pluvieux** des épisodes sélectionnées (période 2001 – 2005)



6.2.2 - Résultats de la comparaison fine pluviomètre / pixel radar



Écarts moyens relatifs (%) entre pluviomètres et lames d'eau ou réflectivité radar

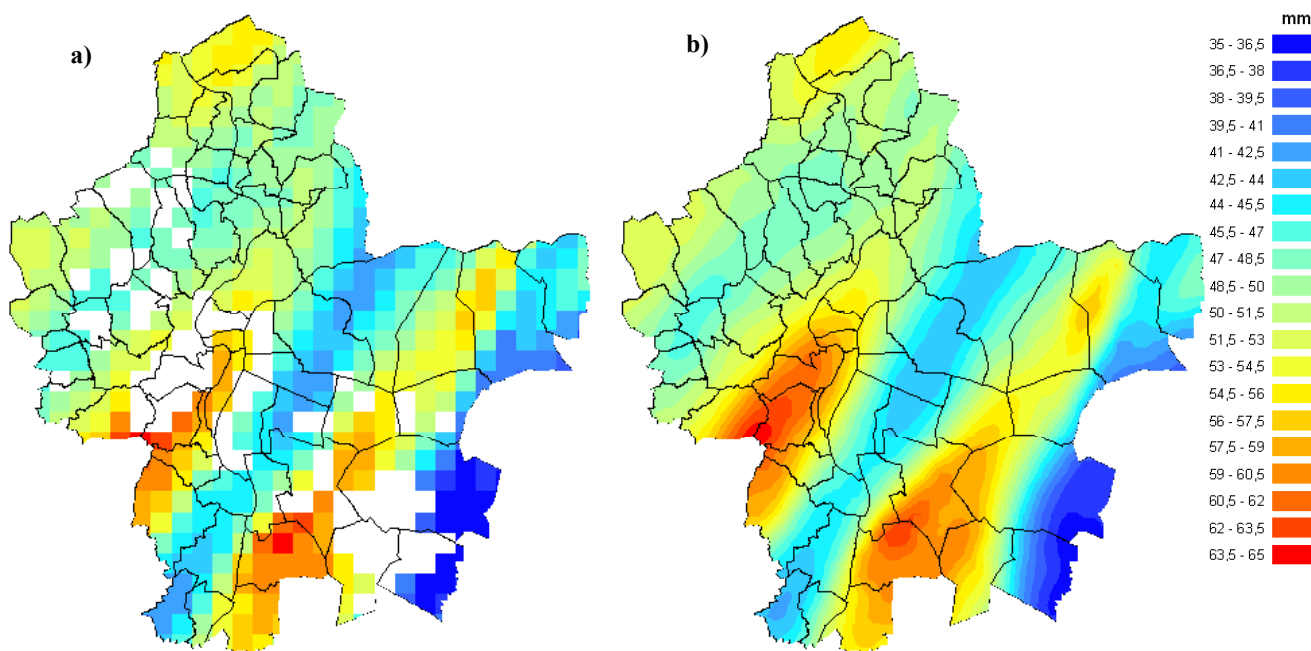
Résultats : écart moyen entre données pluviométriques et valeurs radars est **assez faible (20,4 % pour les lames d'eau et 23,3 % pour la réflectivité)**

Variations en fonction du **type d'événement** pluvieux : atteint les **10 % d'écart uniquement** pour les épisodes sans **caractère convectif**

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

VII – La solution pour obtenir une couverture complète de données...

Recours à une méthode de **spatialisation** : le **krigeage**



Visualisation du cumul pluvieux de l'épisode du 17 août 2004

a) Lame d'eau radar filtrée

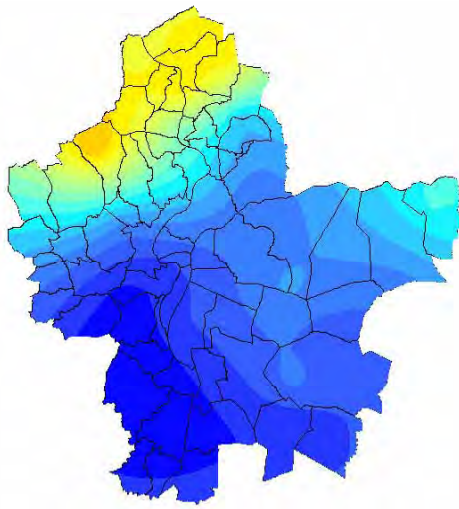
b) Krigeage des lames d'eau filtrées

mbre 2008 – INSA de Lyon

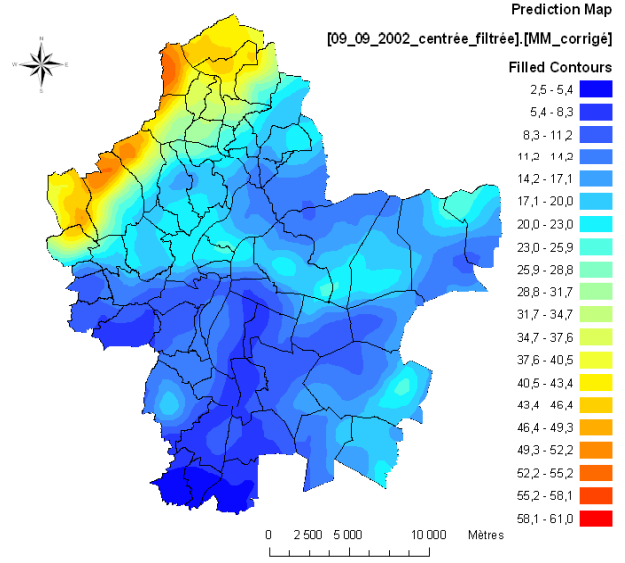
V - Confrontation visuelle des cumuls des hauteurs d'eau par pluviomètres et lames d'eau radar



Résultats de recherche et données acquises



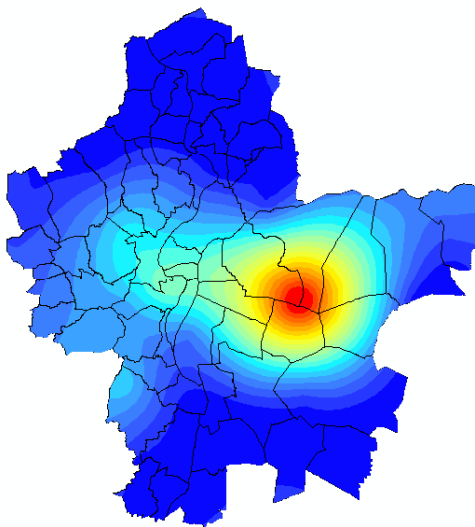
Pluviomètres



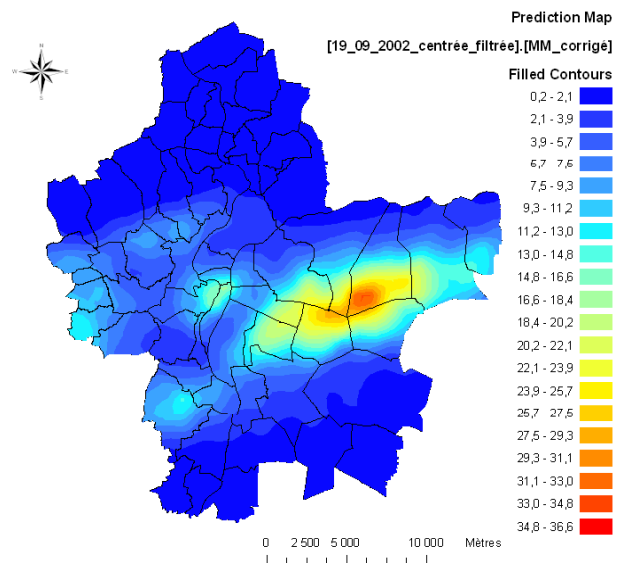
Radar

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats de recherche et données acquises

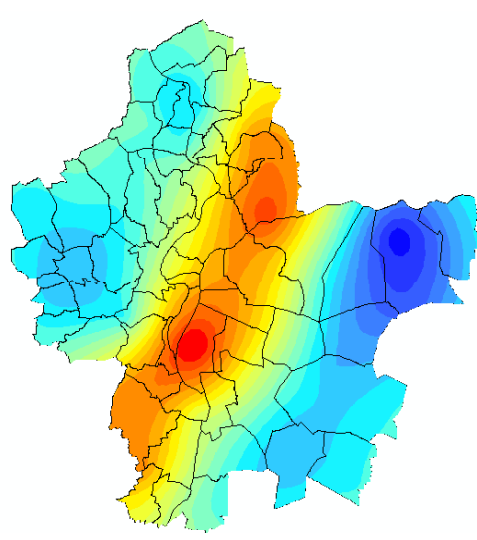


Pluviomètres

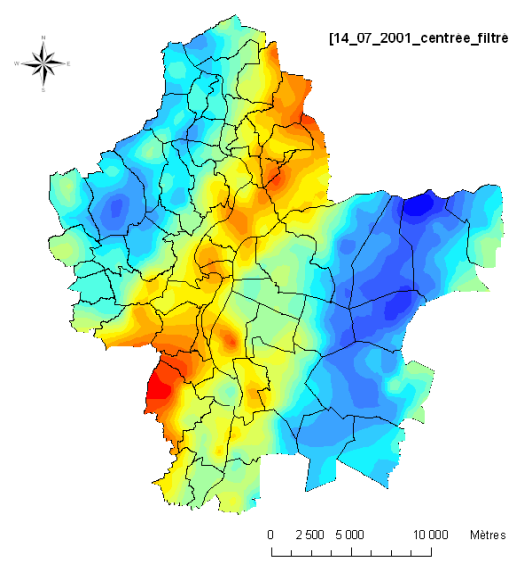


Radar

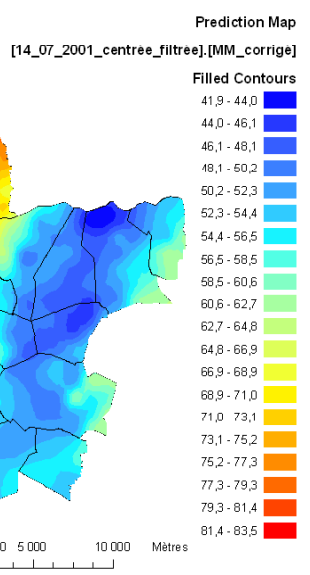
3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon



Pluviomètres

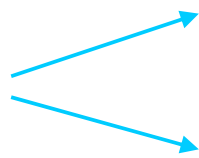


Radar



Perspectives

- Simulation épisodes **Canoe** :



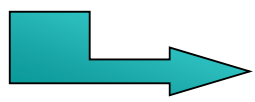
Interpolation pluviomètres

Données radar filtrées ajustées



Différences, améliorations, gain précision ?
(débit, volume à l'exutoire, etc.)

- **Évaluation** des lames d'eau **Panthère** (à partir de données réelles)



Résolution des problèmes d'échos fixes, amélioration qualité de mesure ?

- **Collaboration** avec le **Cemagref**

Remerciements :



AVuPUR (Assessing the vulnerability of peri-urban rivers) – ANR Vulnérabilité, Milieux , Climat

Direction de l'Eau **GRAND LYON**
communauté urbaine

 **Alicime** Dominique Faure



Quantification et caractérisation physico-chimique des substances polluantes prioritaires et estimation de leurs flux dans les rejets urbains par temps de pluie

Céline BECOUZE et Abel DEMBELE, INSA de Lyon - LGCIE

Évaluation des flux de polluants prioritaires dans les rejets urbains de temps de pluie

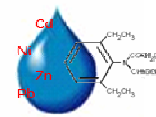
Becouze C et Dembélé A
LGCIE – Hydrologie urbaine



3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Contexte de l'étude

- Projet ESPRIT → **É**valuation des **S**ubstances **P**rioritaires dans les **R**ejets **I**nhérents au **T**emps de pluie
- Projet **Rhodanos** « Traitement des eaux »
- Pôle de compétitivité **AXELERA** Chimie - Environnement



ESPRIT



RHODANOS



3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Contexte de l'étude



- Directive Cadre sur l'Eau 2000 / 60 / CE
 - Objectif : atteinte du « bon état » biologique et chimique des milieux aquatiques d'ici 2015
 - Liste de 33 + 8 substances prioritaires dont 11 prioritaires dangereuses

Objectifs de l'étude



- Évaluation des substances prioritaires dans les RUTP
 - Estimation des flux à l'exutoire de 2 BV;
 - Estimation des apports atmosphériques (humides et secs);
 - Estimation des sources;
 - Caractérisation des SP.
- Modélisation des flux

Objectifs finals



- Développer un nouveau système d'évaluation et de modélisation pour estimer les flux de SP dans les RUTP à l'échelle des bassins versants;
- Évaluation des stratégies de gestion et de traitements des flux de substances prioritaires dans les RUTP.

Dispositifs expérimentaux



- Site de Chassieu (industriel – séparatif);
- Site d'Écully (résidentiel – unitaire).

Echantillonnage des rejets à l'exutoire

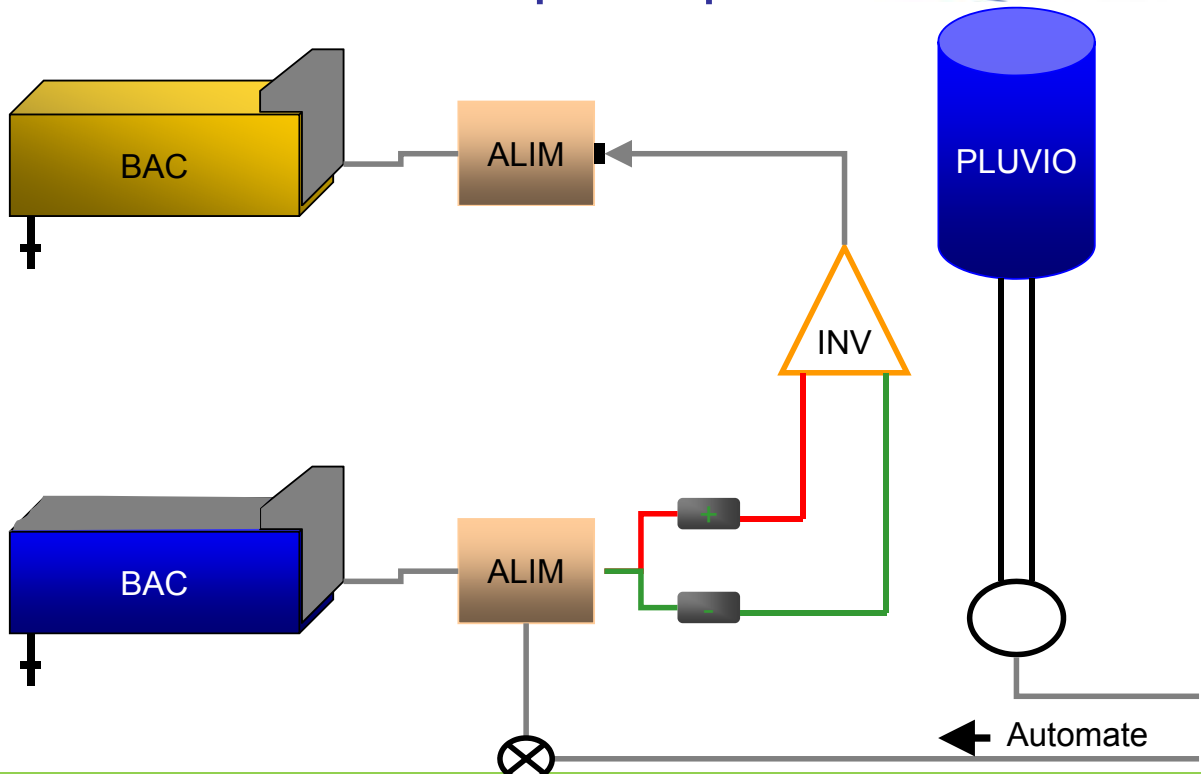


- **Utilisation d'un préleveur Büher 4010** (téflonné, réfrigéré, flacons en verre);

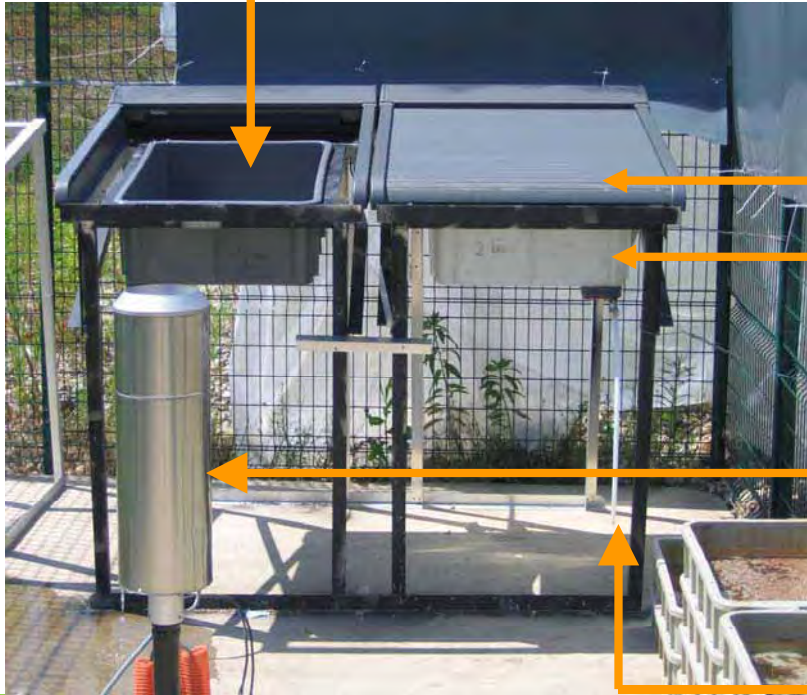


- **Échantillon moyen** → concentrations moyennes événementielles (CME) en temps de pluie et en temps sec
- **Pollutogramme**

Echantillonnage des retombées atmosphériques



Echantillonnage des retombées atmosphériques



Bac collecteur des retombées sèches

Volet roulant électrique

Bac collecteur des retombées humides

Pluviographe à pesée

Tuyau en téflon

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Méthodes analytiques



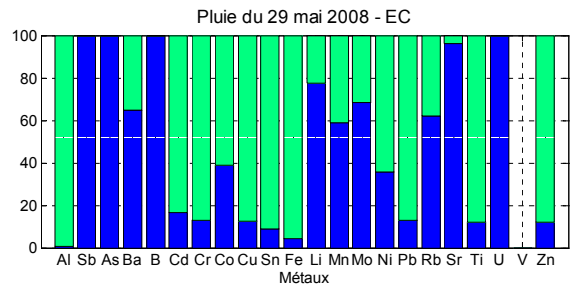
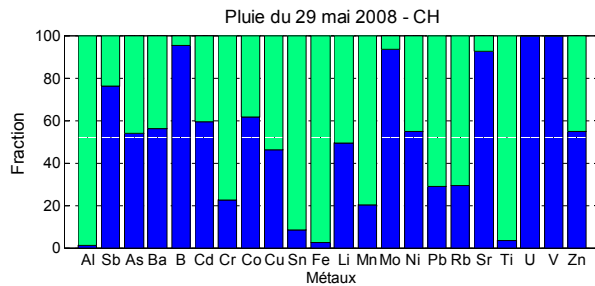
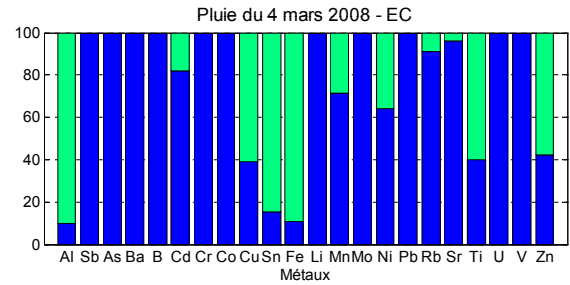
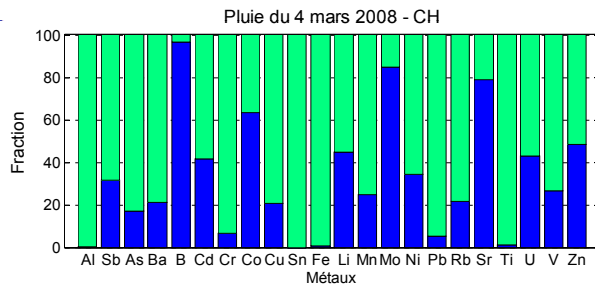
- Micropolluants organiques au **SCA (Service Centrale d'Analyse – CNRS)**
 - Analyses en phase dissoute par une **analyse multi-résidus** (Barrek et al., 2008) par GC-MS et LC-FLD-MS/MS
 - Phase particulaire en cours de validation
- Métaux au **CEMAGREF**
 - Analyses en phase dissoute et particulaire (26 métaux dont les 4 de la DCE) par ICP-MS

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats des métaux : RUTP



- Répartition dissous – particulaire



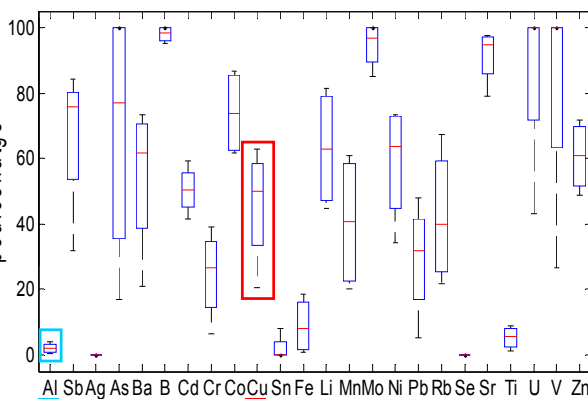
3^{ème} **Particulaire** **Dissous** 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats des métaux : RUTP

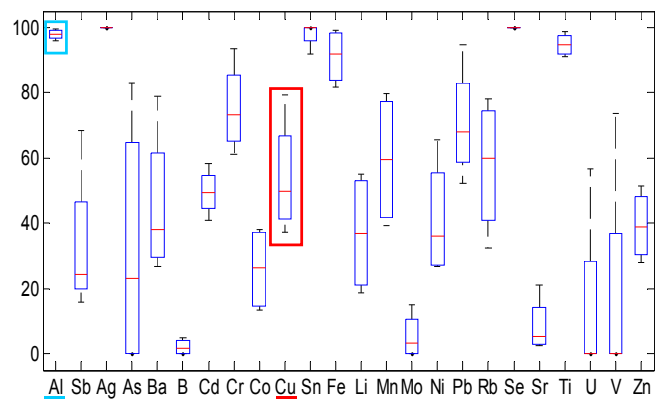


- Dispersion dissous – particulaire: **CHASSIEU**

métaux dans la phase dissoute



métaux dans la phase particulaire

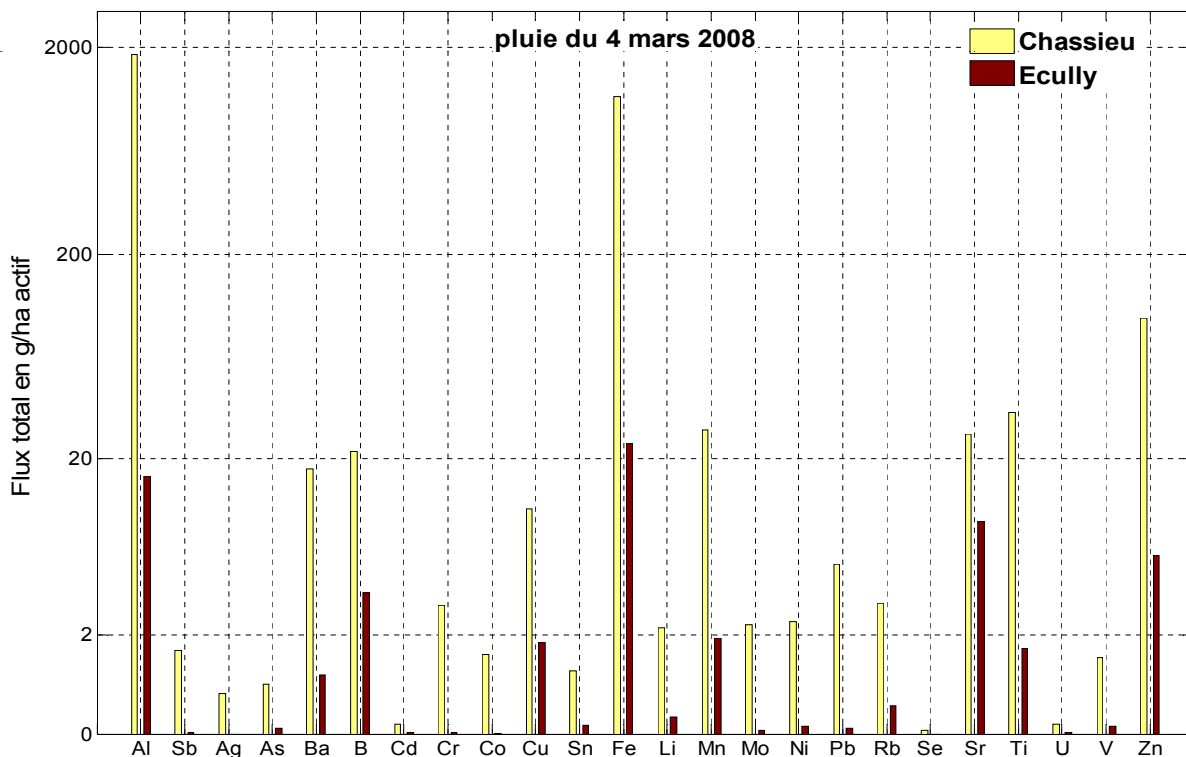


➔ Étude sur 4 événements de mars à mai 2008

Résultats des métaux : RUTP



- Variabilité inter - site

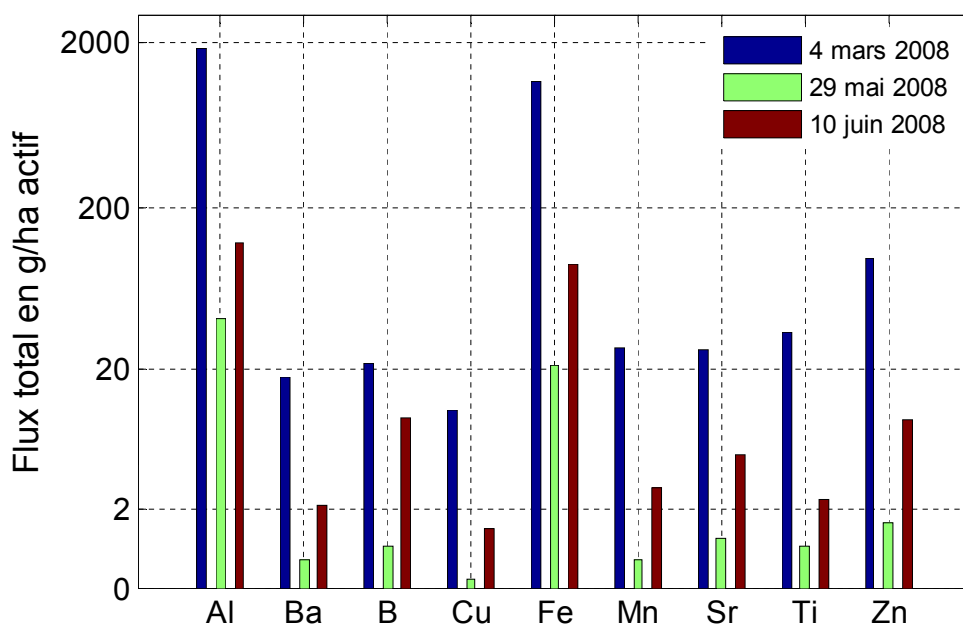


Résultats de recherche et données acquises

Résultats des métaux : RUTP



- Variabilité inter – événementielle : **CHASSIEU**

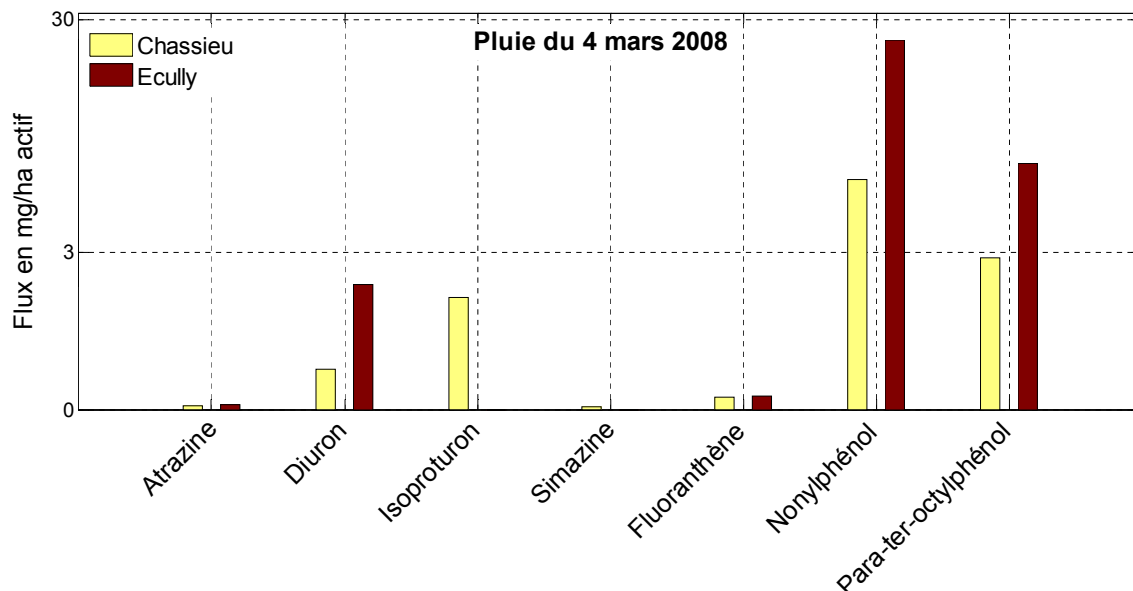


Résultats de recherche et données acquises

Résultats des organiques : RUTP



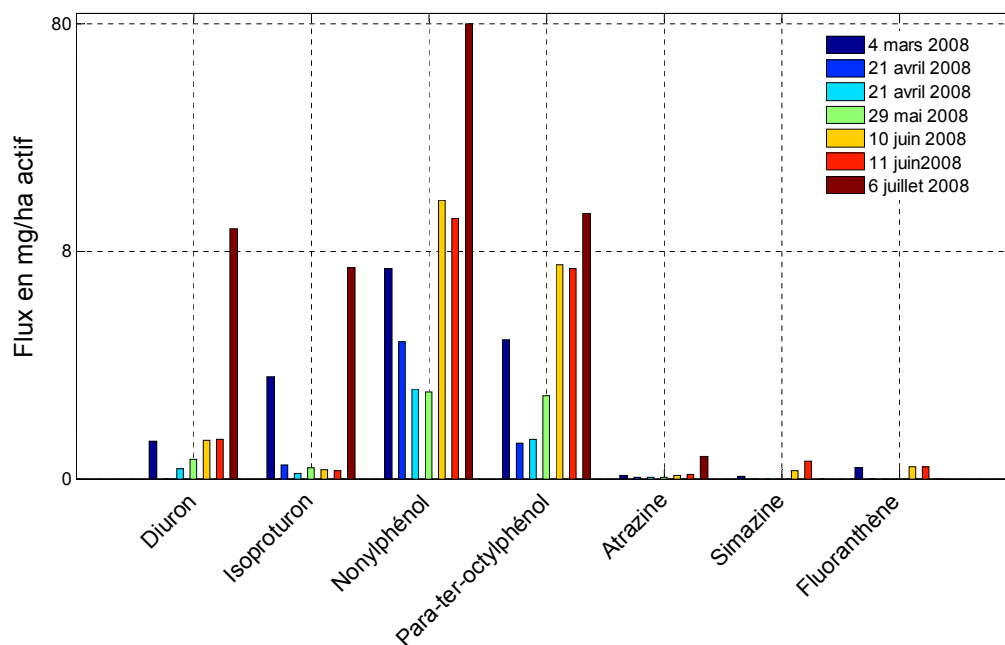
- Variabilité inter-site



Résultats des organiques : RUTP



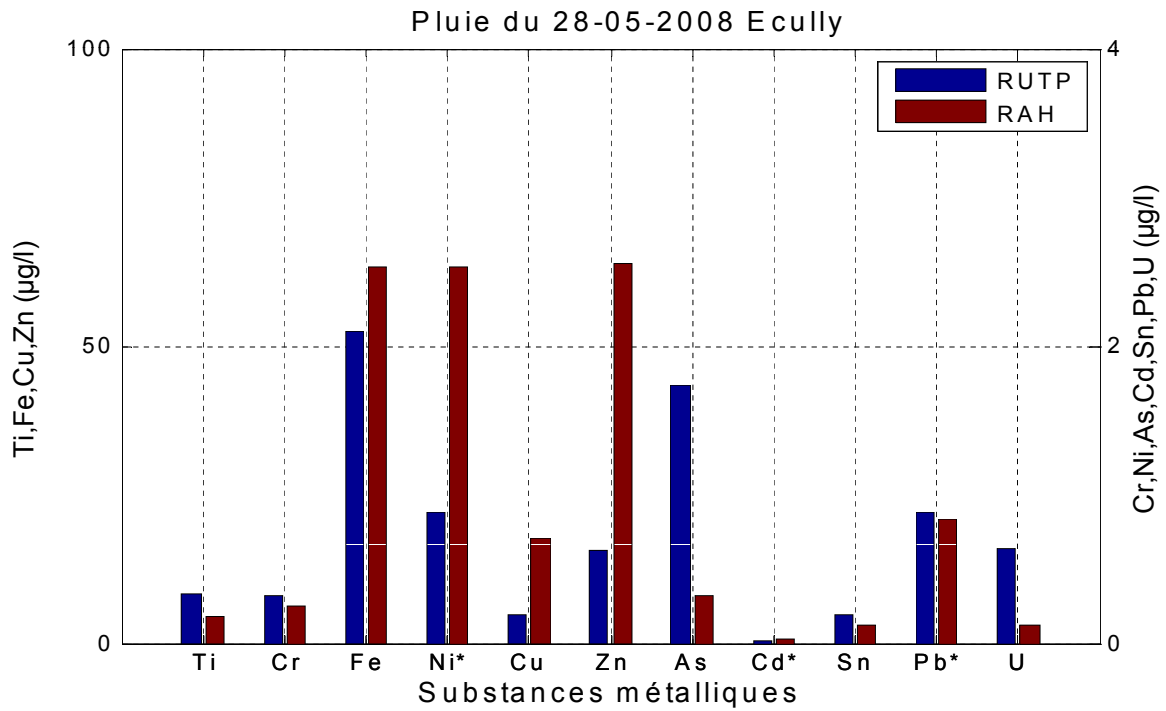
- Variabilité inter-événementielle: **CHASSIEU**



Résultats des métaux : retombées atmosphériques



Résultats de recherche et données acquises

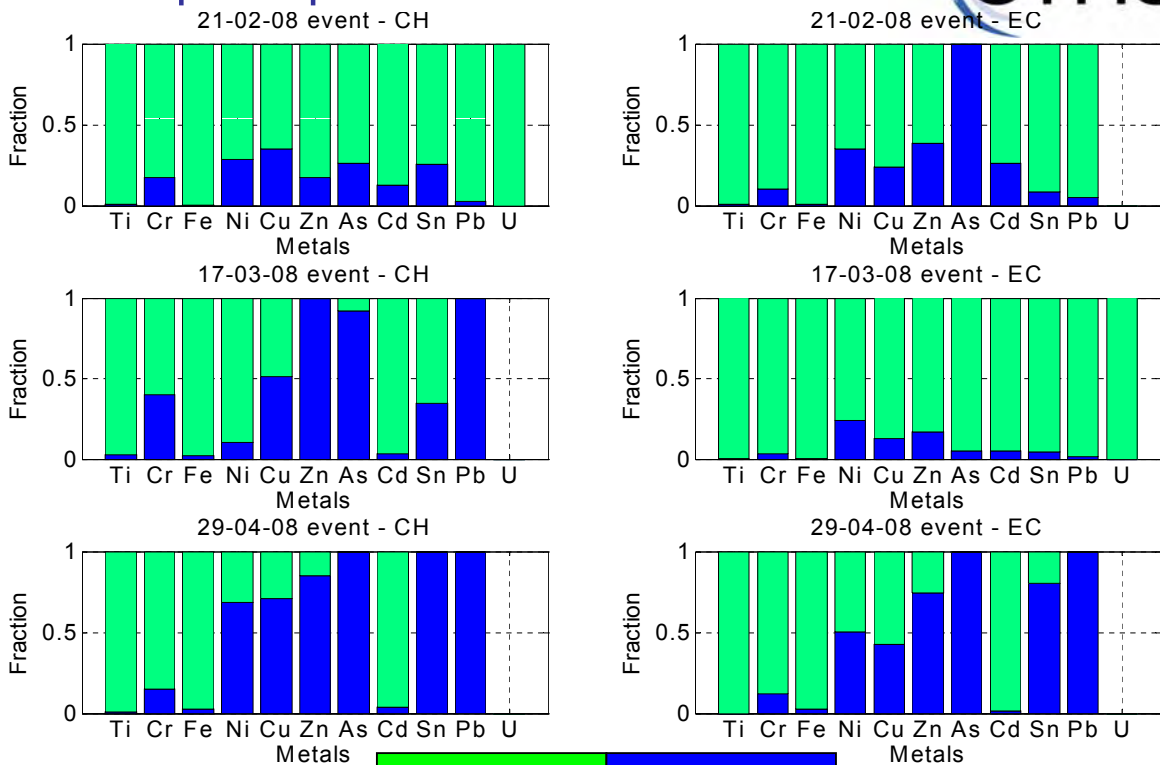


3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats des métaux : retombées atmosphériques



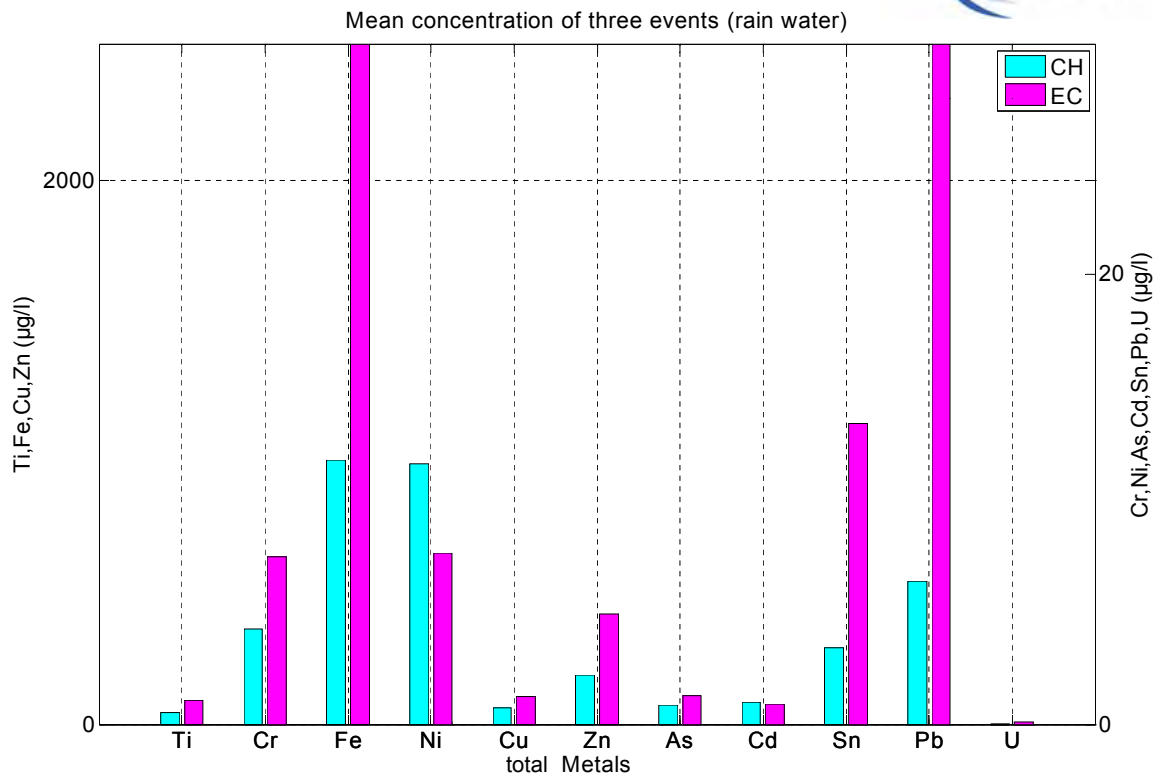
Résultats de recherche et données acquises



Particulate Dissolved

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats des métaux : retombées atmosphériques



3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Conclusion



- RUTP
 - Variabilité inter-sites et inter-événementielles marquée pour les métaux et les organiques.
- Retombées Humides
 - Variabilité inter-événements pour les RH assez importante;
 - Variabilité inter-sites faible sauf pour Fe, Ni, Sn et Pb.

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Conclusion



- Début du projet mars 2007;
- Dispositifs expérimentaux installés ;
- Campagnes en cours ;
- Validation en cours de l'analyse en phase particulière des organiques.

Caractérisation de la végétation colonisant spontanément un bassin d'infiltration

Muriel SAULAIS, ENTPE - LSE

Caractérisation de la végétation colonisant spontanément un bassin d'infiltration

SAULAIS Muriel (L.S.E.)

LEMOINE Damien (L.E.H.F.)

BEDELL Jean-Philippe (L.S.E.)

BLAKE Gérard (L.O.C.I.E.)

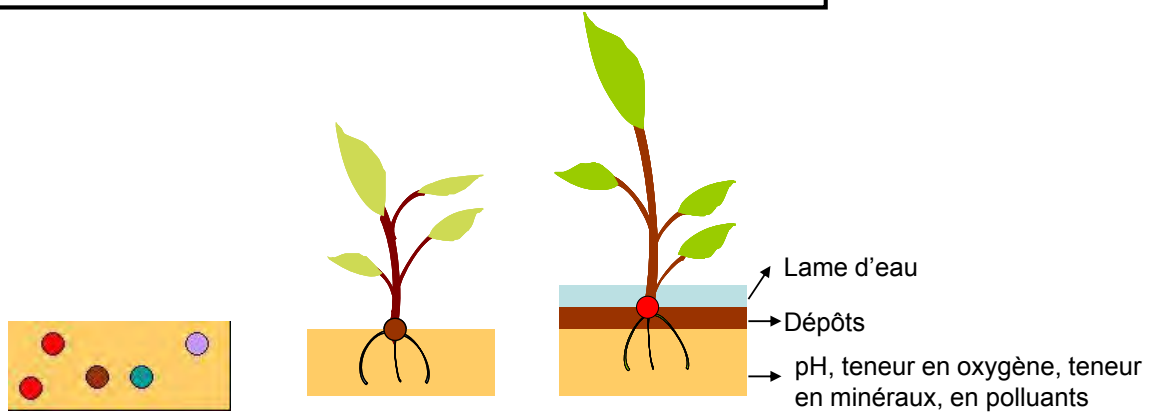
DELOLME Cécile (L.S.E.)

Collaboration photos aériennes : Saleri R. et Lequay H. labo MAP-ARIA ENSA Lyon

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Contexte

Les bassins d'infiltration, des écosystèmes à part entière



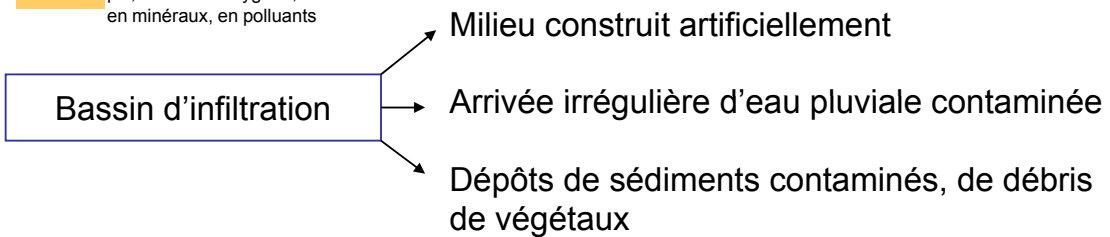
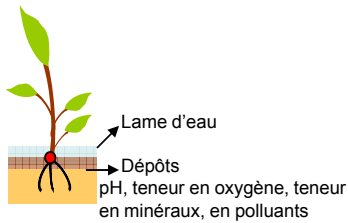
Des milliers de graines dans le sol

Levée de dormance pour certaines graines
Croissance plus ou moins abondante des espèces

Plantes bio-indicatrices de leur milieu de croissance

Contexte

Les bassins d'infiltration, des écosystèmes
à part entière



Question

En quoi la végétation colonisant naturellement un bassin d'infiltration est elle bio-indicatrice de ce milieu?
Comment s'adapte-t-elle à ce milieu?

Méthode

Présentation du site d'étude

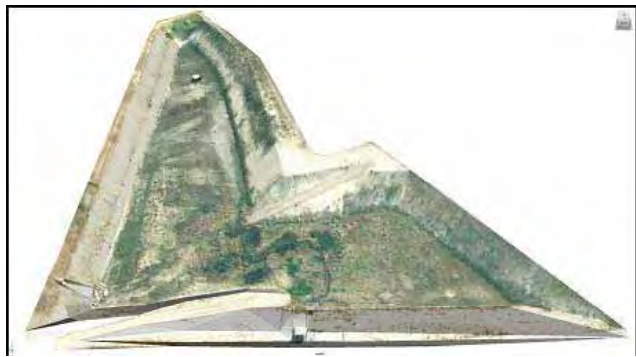


Bassin d'infiltration des eaux pluviales dans la région lyonnaise

Map Aria_LSE/ENSAL



Map Aria_LSE/ENSAL



Bassin situé en zone industrielle
Surface du BV = 185 ha
Date de construction : 1975

Surface du bassin = 8000 m²
Sol originare d'alluvions fluvio-glaciaires
Colonisation naturelle du bassin

Comment étudier la végétation colonisant naturellement un bassin ?



1. Détermination des principales zones constituant le bassin

→ En s'appuyant sur les hétérogénéités spatiales du bassin



Utilisation d'un hélicoptère télécommandé



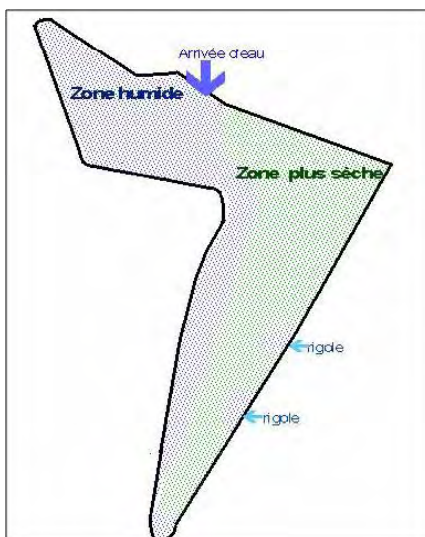
Choix à partir de photos aériennes et de visites *in situ*

Comment étudier la végétation colonisant naturellement un bassin ?



1. Détermination des principales zones constituant le bassin

→ En s'appuyant sur les hétérogénéités spatiales du bassin



Choix à partir de photos aériennes et de visites *in situ*

Comment étudier la végétation colonisant naturellement un bassin ?



1. Détermination des principales zones constituant le bassin

2. Inventaire floristique de chacune des zones

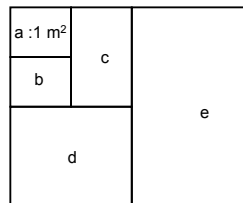
Quadrat de 1m²



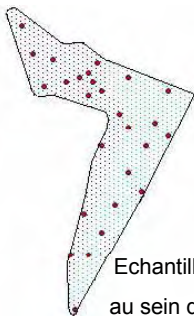
M.Saulais

Choix aléatoire des quadrats

- Détermination de l'ensemble des espèces du quadrat
- Doublement de la surface du quadrat jusqu'à l'**aire minimale**

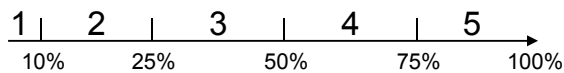


Plus de nouvelle espèce recensée



Echantillonnage au sein du bassin

→ Détermination du recouvrement et de l'abondance de chaque espèce



Résultats

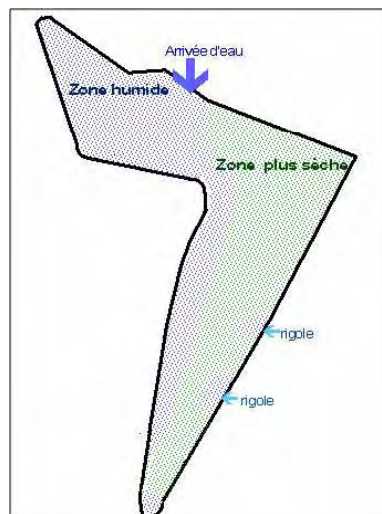


Principales caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone humide

70% > Teneur en eau > 40%

- Dépôts de 10 cm de hauteur
- Absence de cailloux en surface
- Pas de débris apparents



Caractéristiques de la zone plus sèche

44% > Teneur en eau > 10%

- Présence de nombreux débris de végétaux, cailloux, mousse
- Peu de sédiments
- Sédiments entremêlés aux cailloux

Zone sèche : description générale de la végétation



Map Aria_LSE/ENSAL



50/60% de végétation

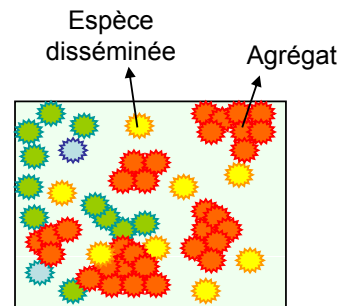
Map Aria_LSE/ENSAL



10/15% de végétation



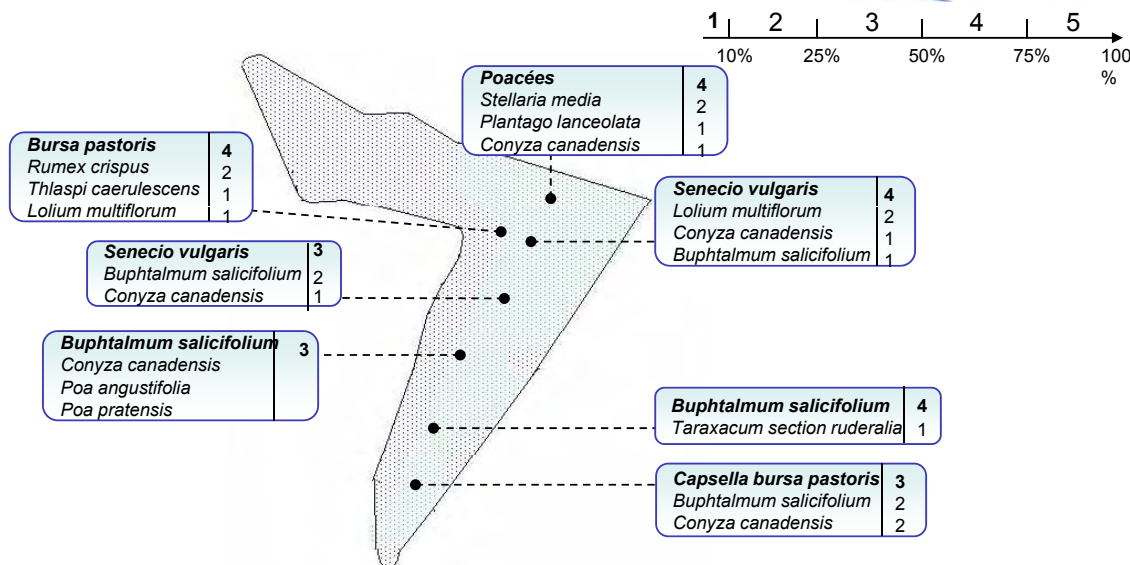
- Plus de 60% de végétation
- Entre 40 et 60% de végétation
- Moins de 40% de végétation



Distribution de la végétation
• Organisation dite «éparse»

% de végétation sur l'aire minimale

Zone sèche : espèces dominantes



7 autres espèces présentes dans l'ensemble des quadrats de la zone sèche :

Artemisia vulgaris

Cardamine pratensis

Cirsium arvense

Daucus carota

Medicago lupulina

Sonchus arvensis

Plantago lanceolata

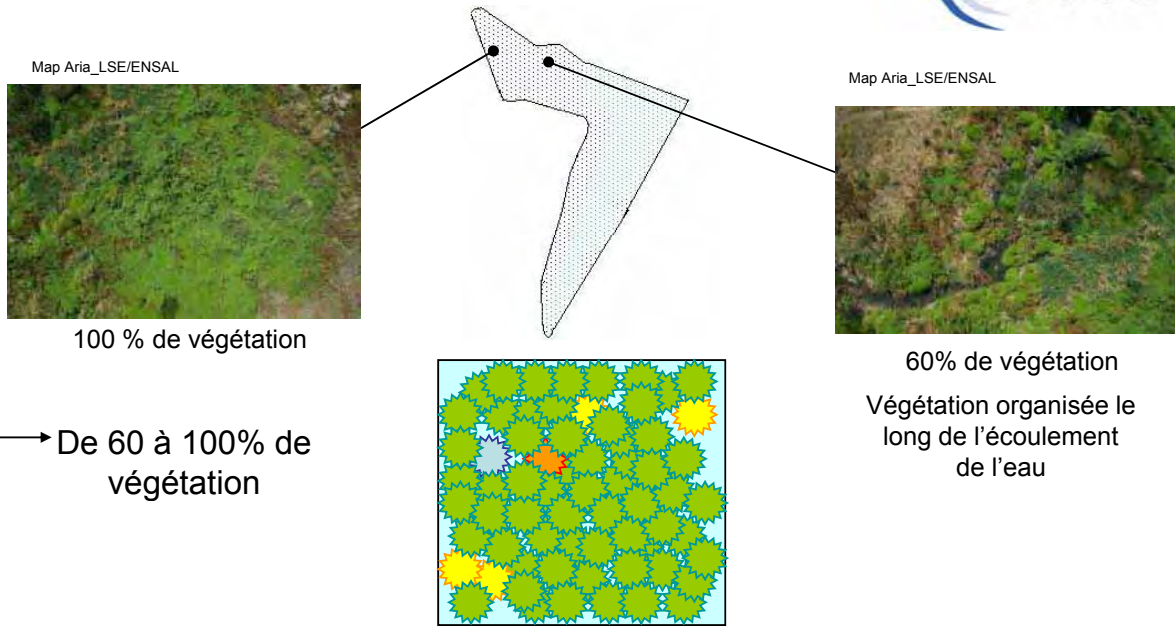
Zone sèche : diagnostic du sol



Espèce	Biotope 1 ^{aire}		Paramètres			
	Espèce Nom français	Vallées alluviales	Erosion Manque de couverture des sols	Substrat alcalin	Richesse en matière organique	Forts contrastes Hydriques (risque d'asphyxie)
<i>Conyza canadensis</i>	Vergerette du Canada	★		★		
<i>Capsella bursa pastoris</i>	Bourse à pasteur	★	★	★		★
<i>Senecio vulgaris</i>	Séneçon vulgaire	★	★	★	★	★
<i>Taraxacum section ruderalia</i>	Pissenlit	★			★	
<i>Poa pratensis</i>	Pâturin printanier	★		★		★
<i>Artemisia vulgaris</i>	Armoise vulgaire	★	★		★	★
<i>Cirsium arvense</i>	Chardon	★		★	★	
<i>Daucus carota</i>	Carotte sauvage	★		★	★	★
<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne	★		★		★
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé	★			★	★
<i>Sonchus arvensis</i>	Laiteron	★		★	★	★

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Zone humide : description générale de la végétation

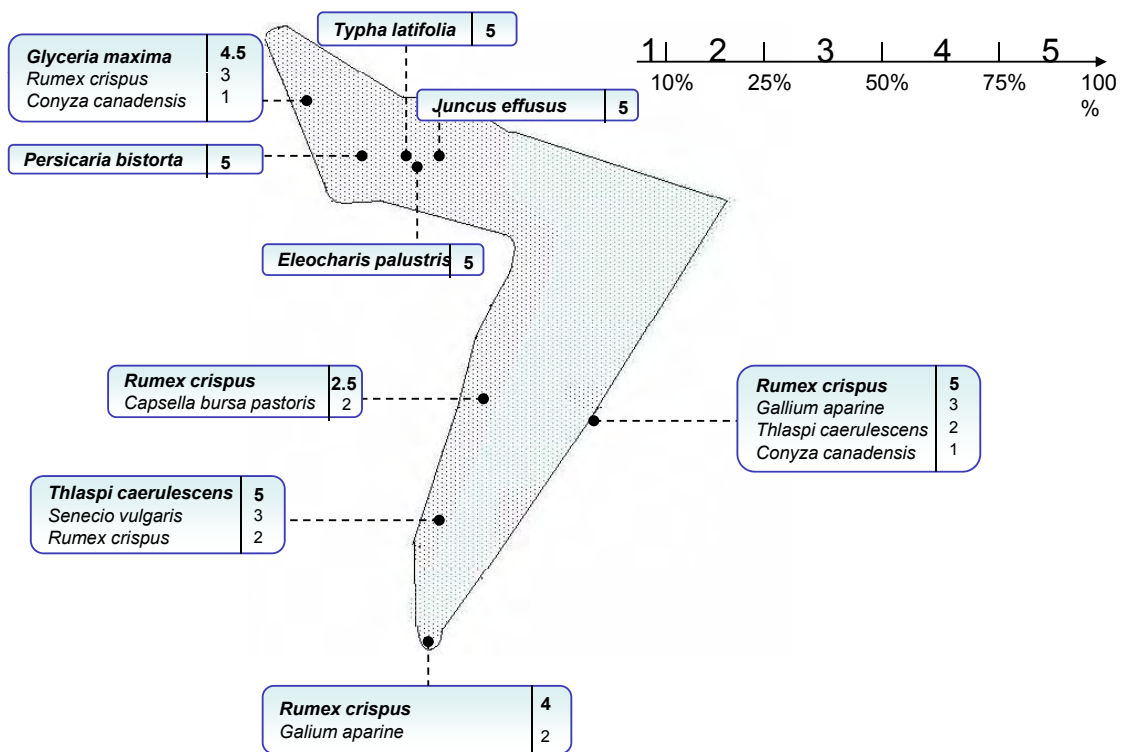


Distribution de la végétation

- Organisation en « patches »

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Zone humide : espèces dominantes



3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Zone humide : espèces dominantes



Glyceria maxima

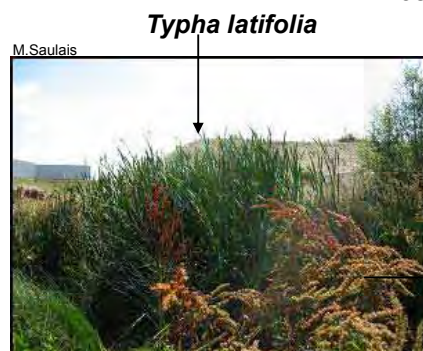


Typha latifolia
Juncus effusus

Eleocharis palustris



Thlaspi caerulescens



Typha latifolia

Rumex crispus

Photos prises été 2008

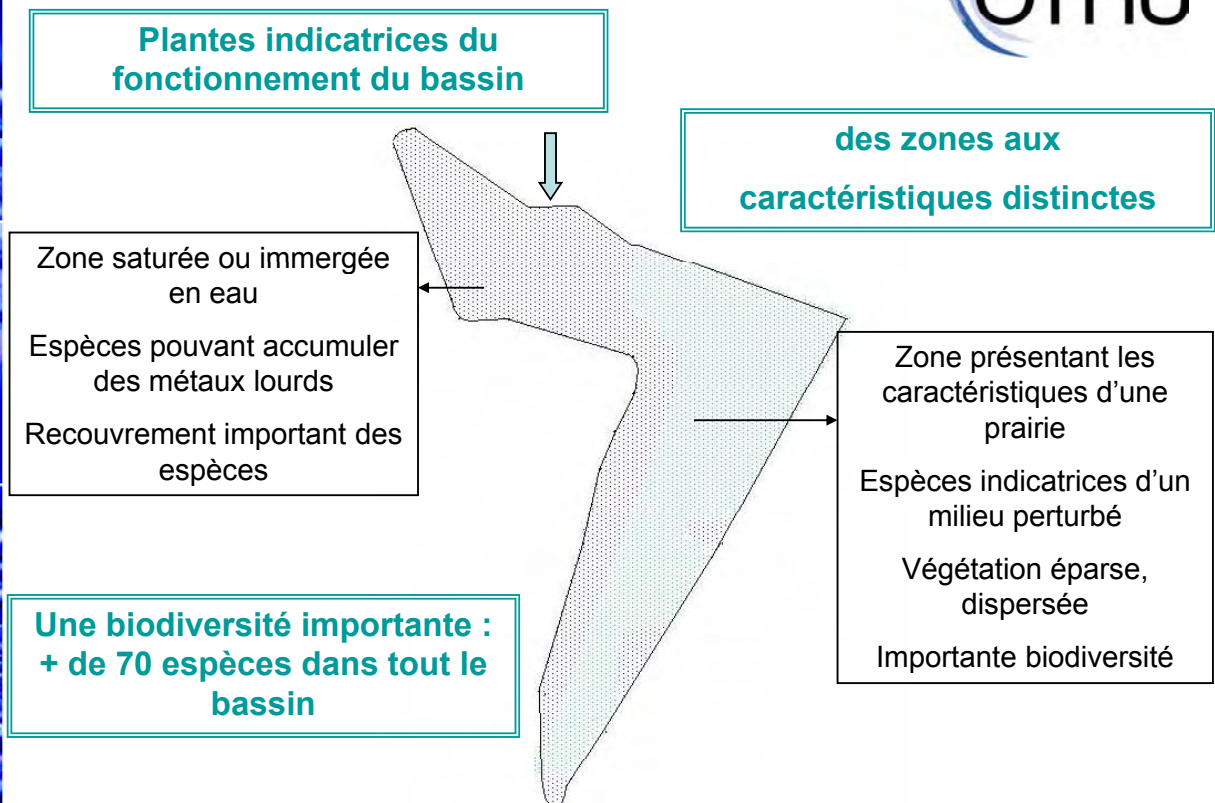
3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Zone humide : diagnostic du sol



		Biotope 1 ^{aire}			Paramètres			
Espèce	Espèce Nom français	Vases et limons des bras morts des grandes vallées alluviales	Berge des étangs	Sites miniers	Substrat alcalin	Engorgement en matière organique	Zone inondée	Accumulation de métaux lourds
<i>Panicum bistorta</i>	Bistorte		★				★	★
<i>Typha latifolia</i>	Massette		★				★	★
<i>Glyceria maxima</i>	Glycérie aquatique		★				★	★
<i>Rumex crispus</i>	Patience à feuilles obtuses	★			★	★	★	
<i>Juncus effusus</i>	Jonc épars		★			★	★	★
<i>Eleocharis palustris</i>	Souchet des marais		★				★	★
<i>Thlaspi caerulescens</i>	Tabouret alpestre			★				★

diagnostic général du bassin

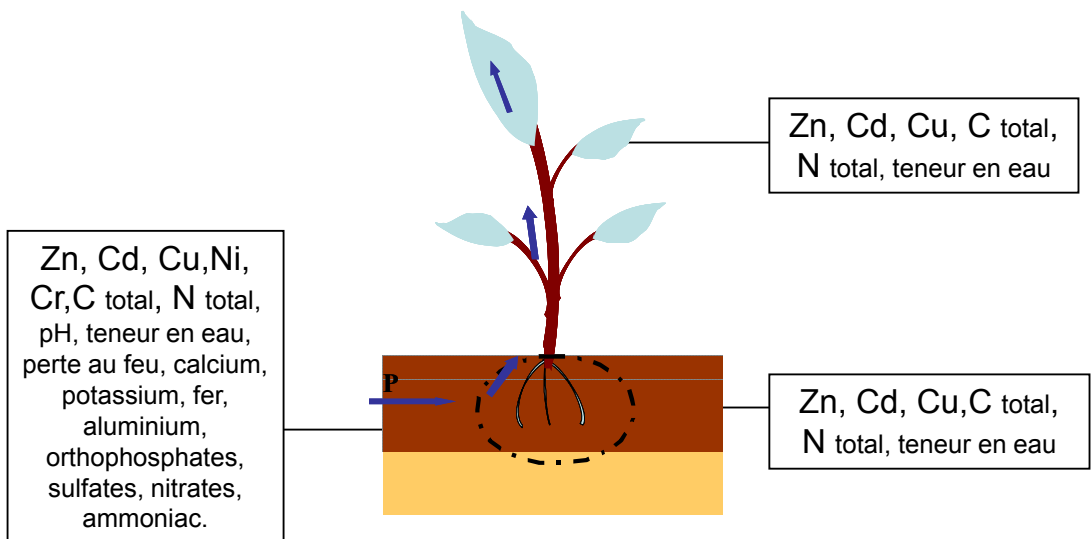


PERSPECTIVES à la suite de l'inventaire



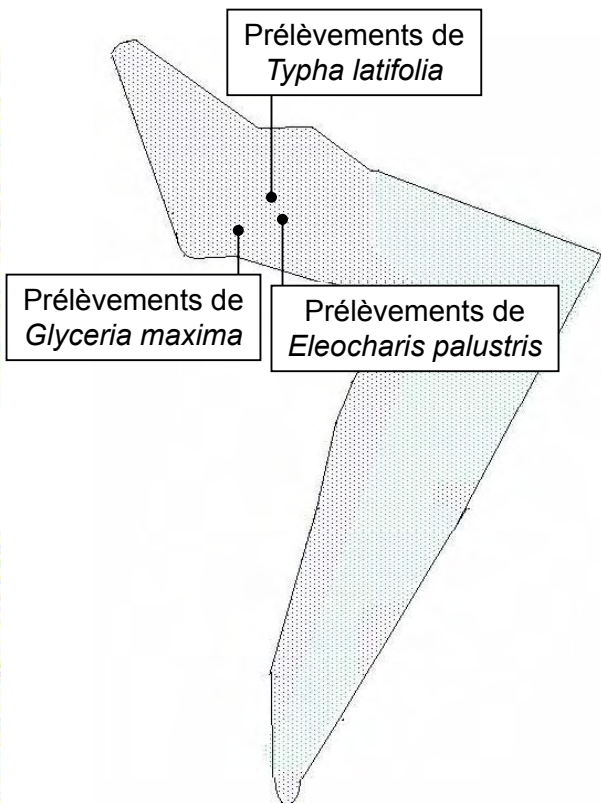
A. INVENTAIRE FLORISTIQUE

B. CARACTERISATION ET SUIVI DE 3 ESPECES DE LA ZONE HUMIDE A L'ECHELLE D'UNE SAISON



3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

CHOIX DES ESPECES_Approche multi-critères



Espèces aux caractéristiques contrastées

- 3 familles différentes
- Système racinaires différents

Espèces présentes sur une longue durée

Facilité d'échantillonnage

- Espèce dominante dans le quadrat voire exclusive, organisation en patches

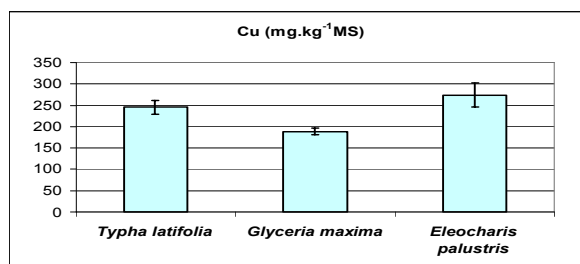
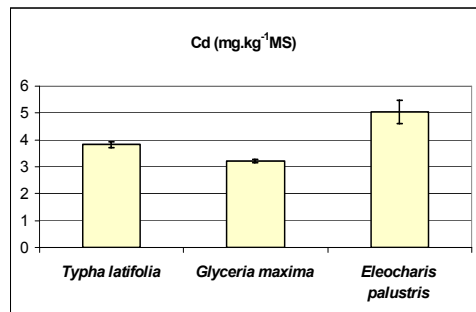
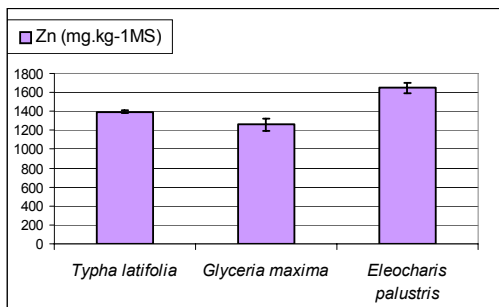
Connaissances bibliographiques

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Premiers résultats d'analyses de sédiments



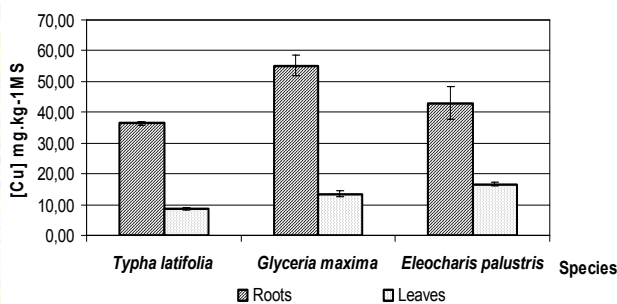
		pH	Teneur en eau	Perte au feu % MS	Conductivité (mV)	Al total (mg/kg DW)	Fe total (mg/kg DW)
<i>Typha latifolia</i>	Moyenne	7,5	62,87	18,89	324.33	11290.33	18309.33
	Ecart-type	0,09	1,35	0,13	27.3	533.88	566.23
<i>Glyceria maxima</i>	Moyenne	7,58	60,43	19,51	255.67	10531.00	17378.33
	Ecart-type	0,12	0,7	0,45	29.16	770.2	210.15
<i>Eleocharis palustris</i>	Moyenne	7,53	56,5	19,32	430.67	11994.00	17709.33
	Ecart-type	0,03	0,7	0,25	14.84	526.94	448.65



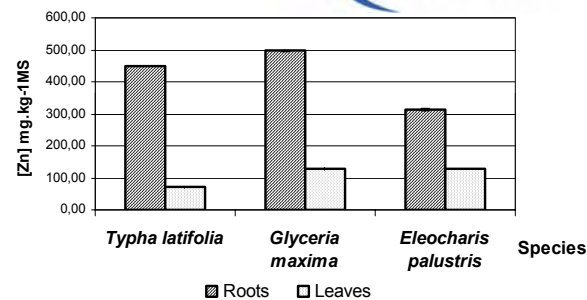
3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

SUIVI DES ESPECES_premiers résultats

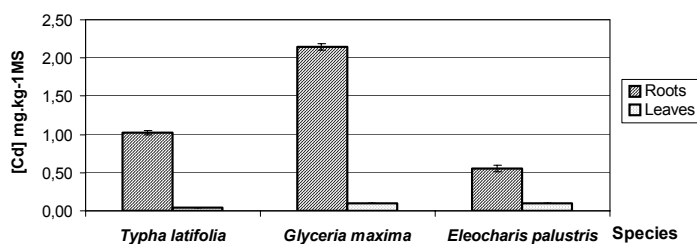
Prélèvements de juin



Accumulation du cuivre



Accumulation du zinc



Accumulation du cadmium

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

- Analyse des résultats de prélèvements
- Poursuite des prélèvements à différents moments de l'année : fin de l'été, décembre 2008
- Comparaison avec d'autres bassins aux fonctionnements différents (inventaire + prélèvements)

MERCI
à toute l'équipe technique
du L.S.E.
Et aux membres du
laboratoire Map Aria de
l'ENSAL

Etude expérimentale, modélisation de la décantation des eaux pluviales dans un ouvrage réel de grande taille

Gislain LIPEME-KOUYI, INSA de Lyon - LGCIE

Expérimentations et modélisations de l'hydrodynamique et du transport solide dans un bassin de retenue-décantation de grande taille

Andrès Torres – Université de Bogota

Gislain Lipeme Kouyi – LGCIE

Jean-Luc Bertrand-Krajewski – LGCIE

Sylvie Barraud – LGCIE

André Paquier – Cemagref Lyon

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Plan de la présentation

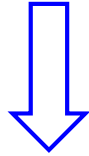
- Introduction
- Site expérimental
- Résultats expérimentaux
- Résultats des simulations
- Conclusions
- Perspectives

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Introduction



- Ouvrage réduisant les risques d'inondation
- Polluants présents sous forme particulaire



**Bassins de
retenue utilisés
comme ouvrage
de retenue-
décantation**



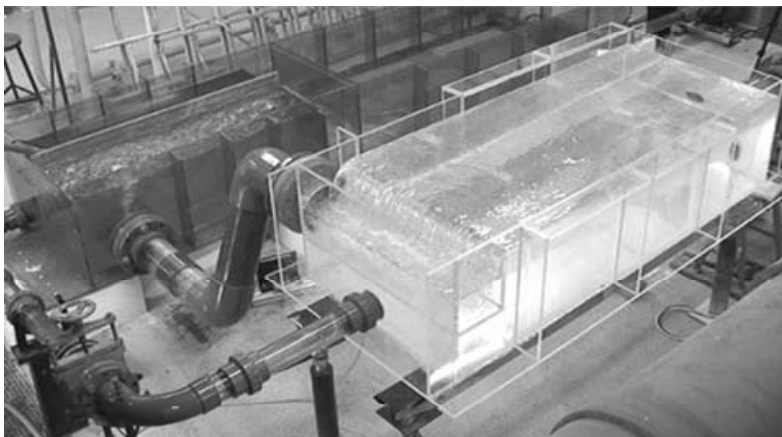
Bassin «Django Reinhardt» à Chassieu en 2005

- Processus de décantation ?

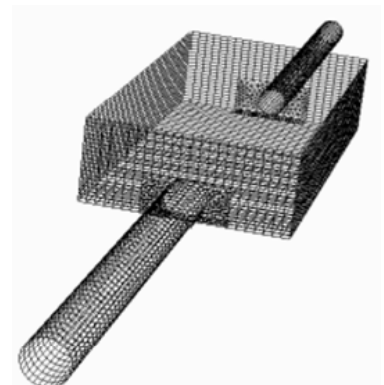
Introduction



- Expérimentations sur maquettes en laboratoire
 - géométries simples
 - conditions contrôlées
 - matériaux synthétiques
 - modélisations numériques 3D



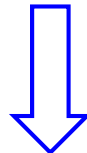
Dufresne *et al.*, 2006; Adamsson *et al.*, 2003



Introduction

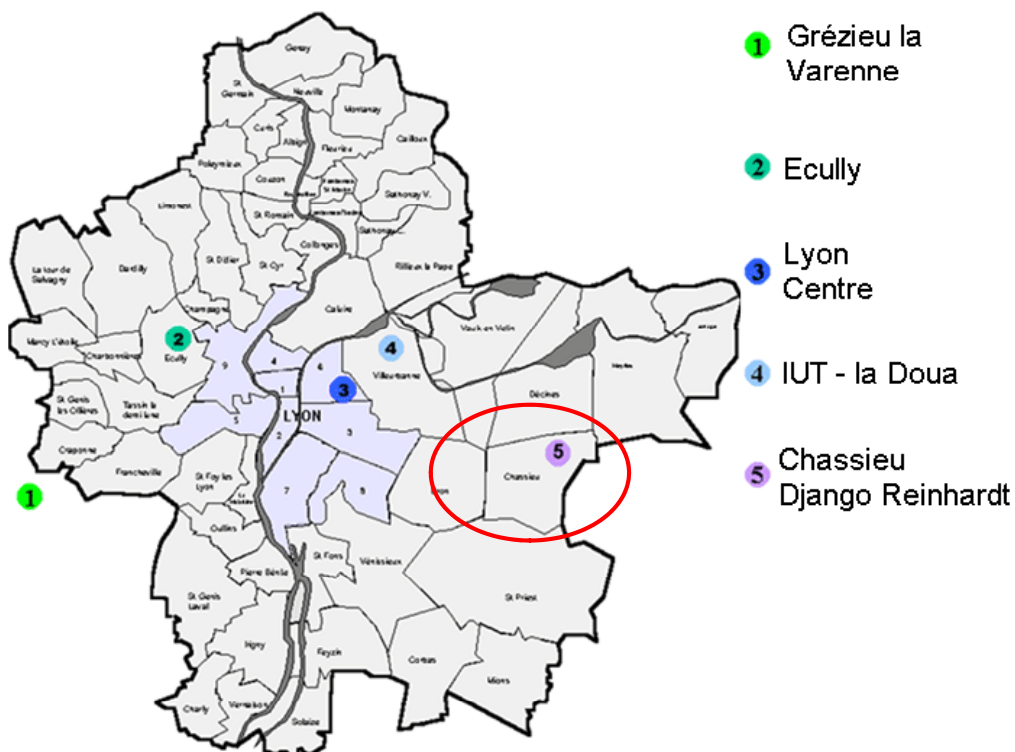


- Résultats difficilement transposables aux bassins réels
 - complexité des géométries
 - variabilité des sollicitations
 - hétérogénéité des caractéristiques des paraticules



**Suivi expérimental et modélisation
d'un ouvrage réel de retenue-
décantation de grande taille**

Site expérimental



Site expérimental



Résultats de recherche et données acquises



3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Site expérimental



BRD «Django Reinhardt»

Résultats de recherche et données acquises

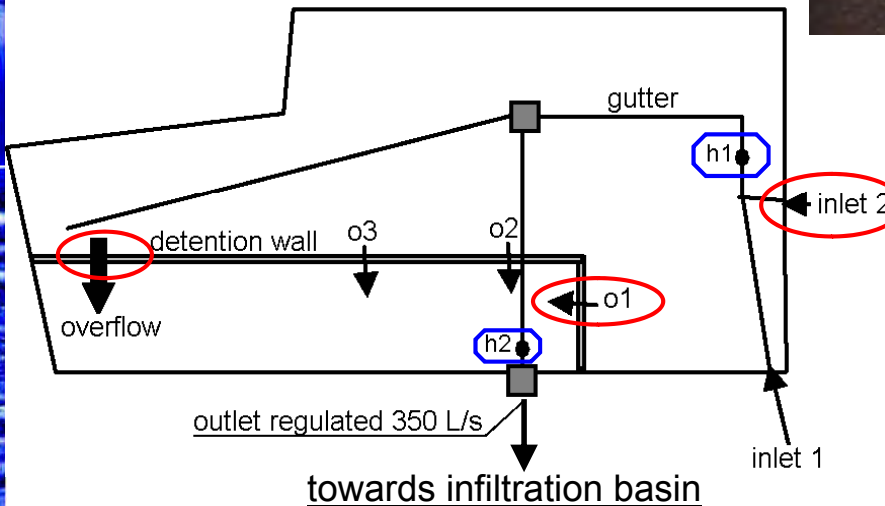


3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Site expérimental

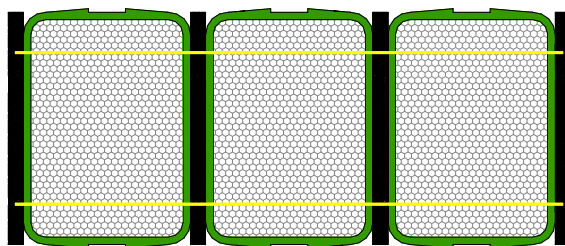
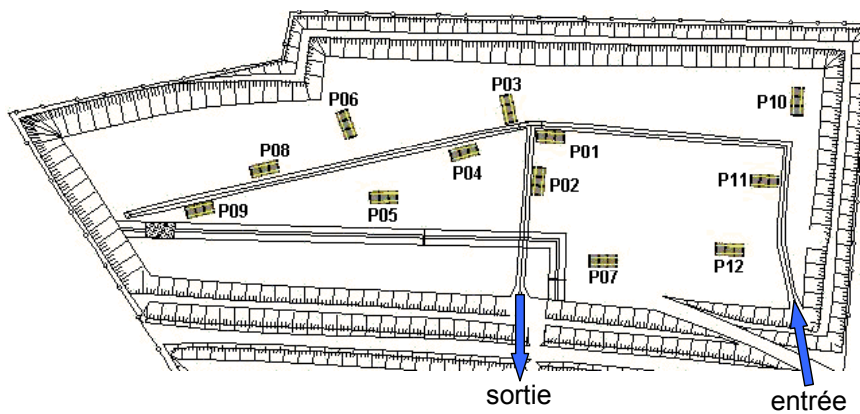


Bottom area : 1.1 ha
Volume : 32 000 m³



3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 déc

Site expérimental



12 pièges à sédiments



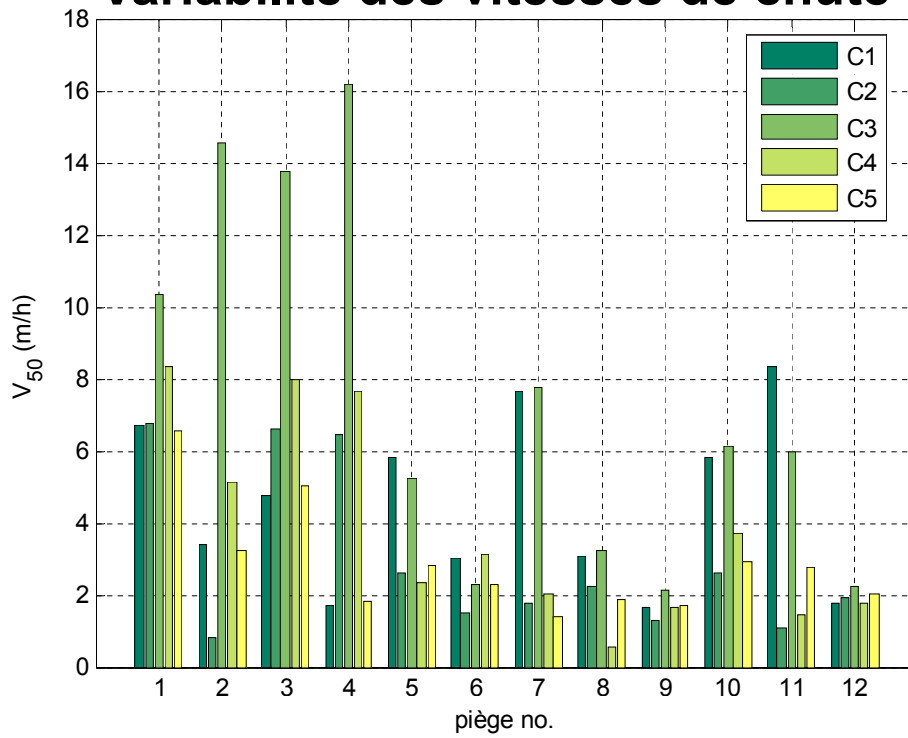
3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats expérimentaux



Résultats de recherche et données acquises

Variabilité des vitesses de chute



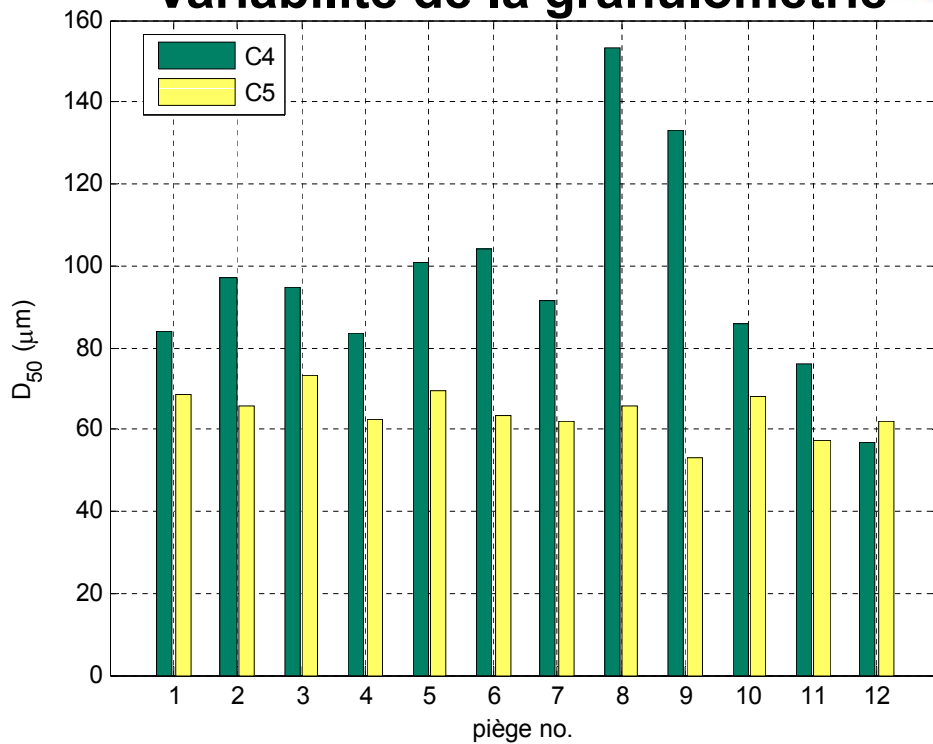
3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats expérimentaux



Résultats de recherche et données acquises

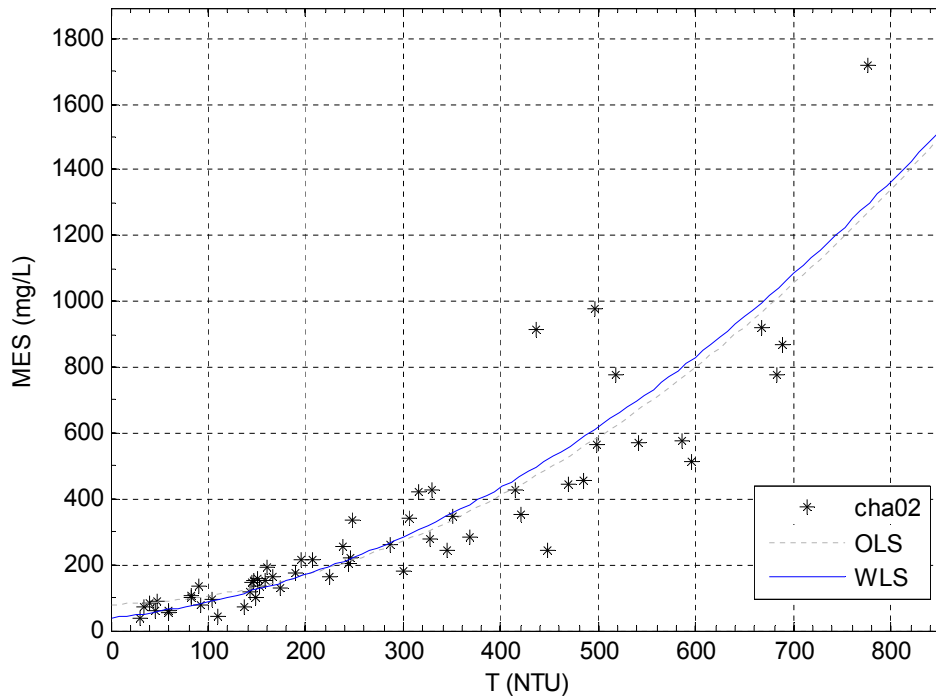
Variabilité de la granulométrie



3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

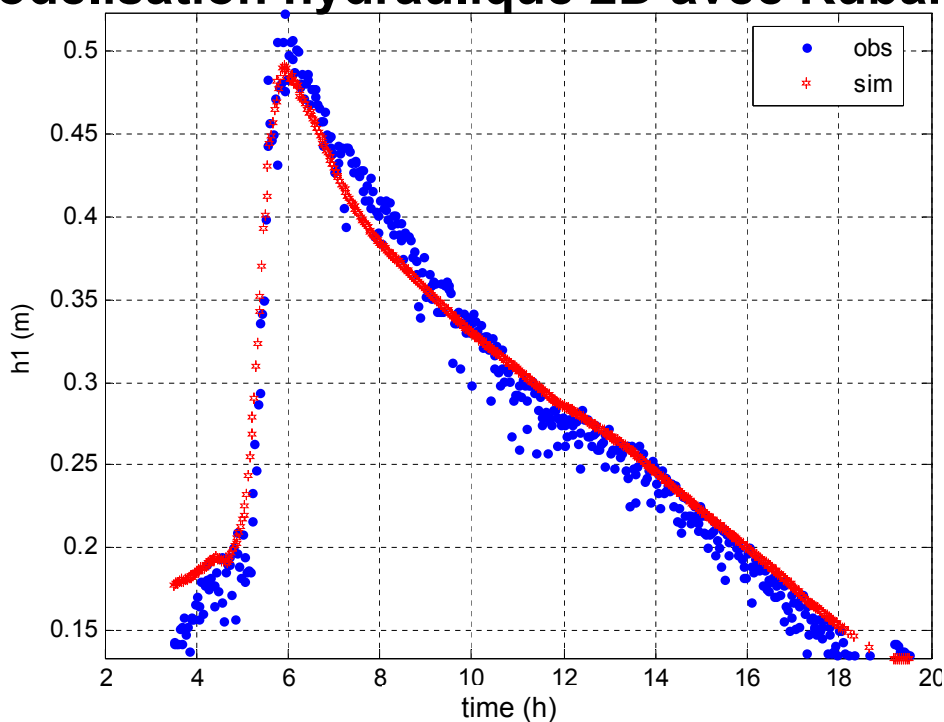
Relation [MES] - Turbidité

$$\text{MES} = 37.3857 + 0.33112 T + 0.0016614 T^2$$

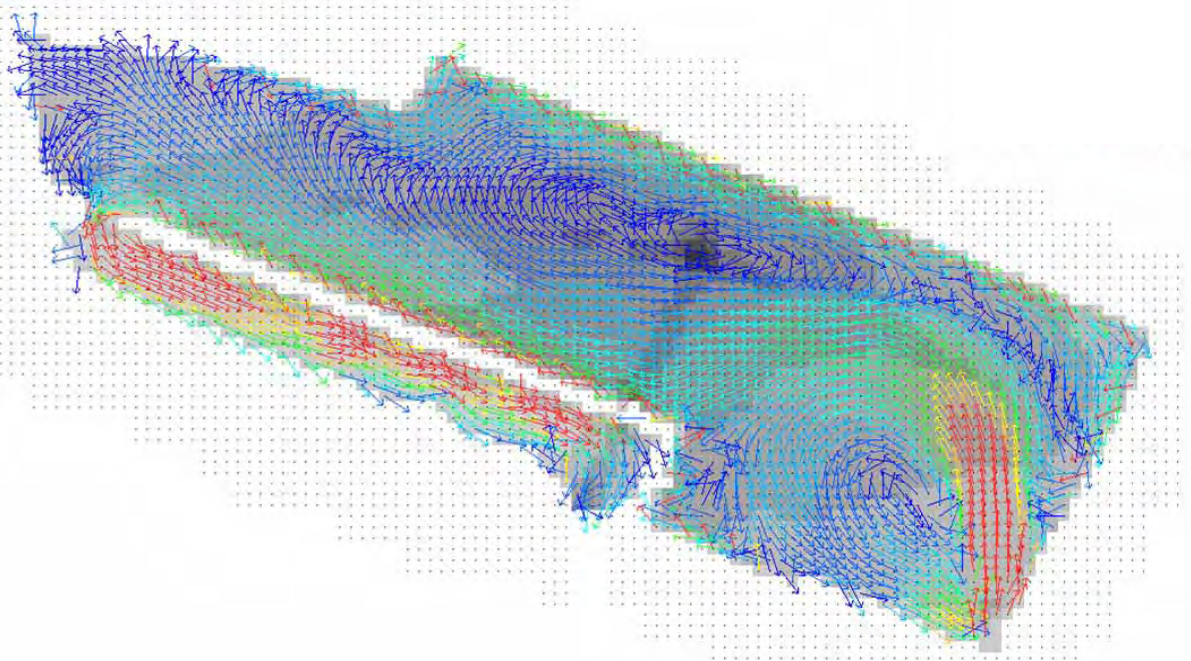


Résultats des simulations

Modélisation hydraulique 2D avec Rubar20



Champ de vitesse 2D obtenu avec Rubar20



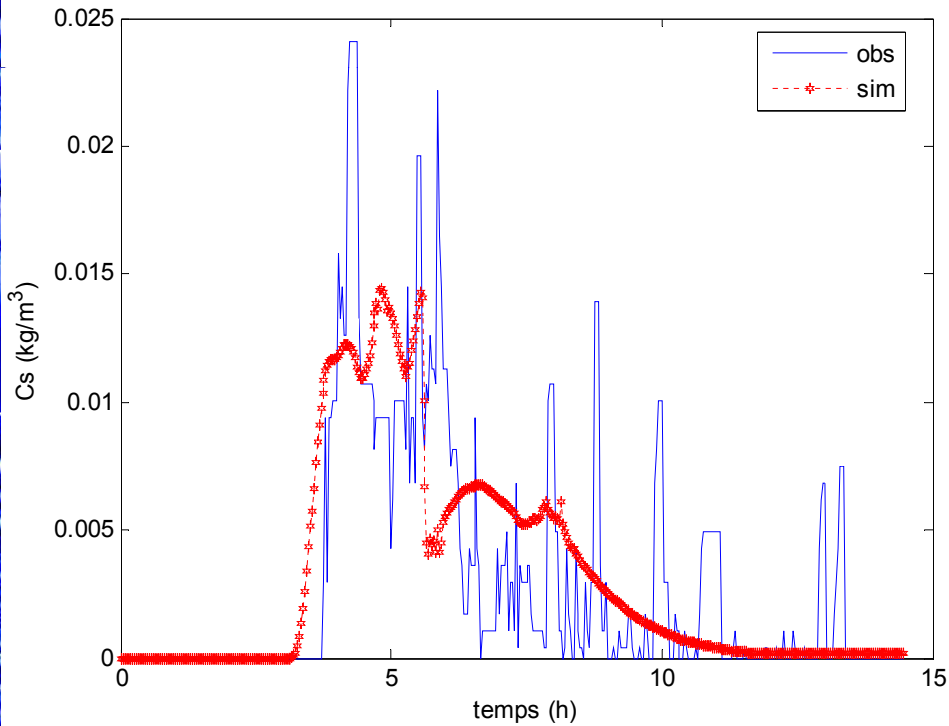
3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Efficacités et concentrations de sortie

Evénement	Eff_{obs}	Eff_{sim}	Δ_{eff}
20060627	94 %	90 %	4 %
20060706	94 %	84 %	10 %
20060829	94 %	93 %	1 %
20060915	93 %	85 %	8 %
20070123	79 %	96 %	-17 %

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Efficacités et concentrations de sortie

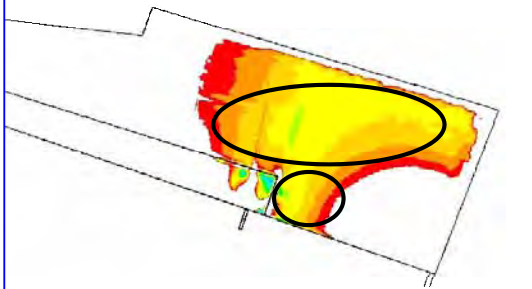


sim	Δ_{eff}
%	4 %
%	10 %
%	1 %
%	8 %
%	-17 %

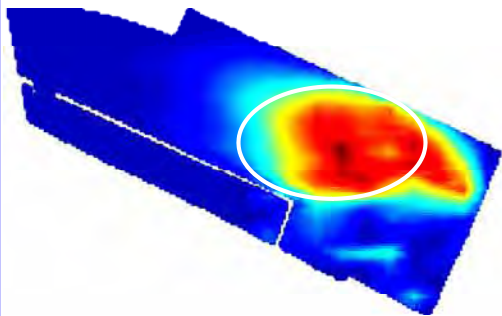
Résultats de recherche et données acquises

Zônes de dépôt

1) Modélisation 3D Fluent



2) Modélisation 2D Rubar20



3) Observation *In situ*



Résultats de recherche et données acquises

Conclusions : Métrologie



- Grande variabilité des caractéristiques
 - V_{50} entre 0.5 et 16m/h et D_{50} entre 53 et 153 μm
- Méthode spécifique d'estimation des MES à partir de la Turbidité

Conclusions : Modélisations



- Capacité de Rubar20 à reproduire l'hydraulique
- Bonne prédiction des efficacités
- Forte similitude entre les zones de dépôt
- Concentrations de sortie: dynamique reproduite mais pas les valeurs

Quantification de l'impact de l'urbanisation
et des éléments anthropiques sur les flux d'eau et
le régime hydrologique des bassins versants péri-urbains

Isabelle BRAUD, Cemagref de Lyon – UR HH

Quantification de l'impact de l'urbanisation et des éléments anthropiques sur les flux d'eau et le régime hydrologique des rivières péri-urbaines

Méthodologie proposée dans le projet ANR AVuPUR

Présenté par I. Braud – Cemagref UR HHLY



3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Contexte

- Des questions posées par la société et les décideurs autour de **l'impact de l'urbanisation sur le régime hydrologique des rivières péri-urbaines** et sur la qualité écologique de leurs eaux
- Besoin **d'outils diagnostic et prédictifs** pour quantifier de tels impacts, sachant qu'on doit prendre en compte
 - Une variabilité importante des surfaces continentales et leur forte évolution (urbanisation, déprise agricole, etc..)
 - L'impact important d'éléments anthropiques ou naturels sur les écoulements d'eau (topographie, voirie, zones urbanisées, réseaux, etc..)
 - La diversité des processus hydrologiques et de leurs échelles caractéristiques (pluie, infiltration, évapotranspiration, ruissellement, écoulement en rivières et réseaux)

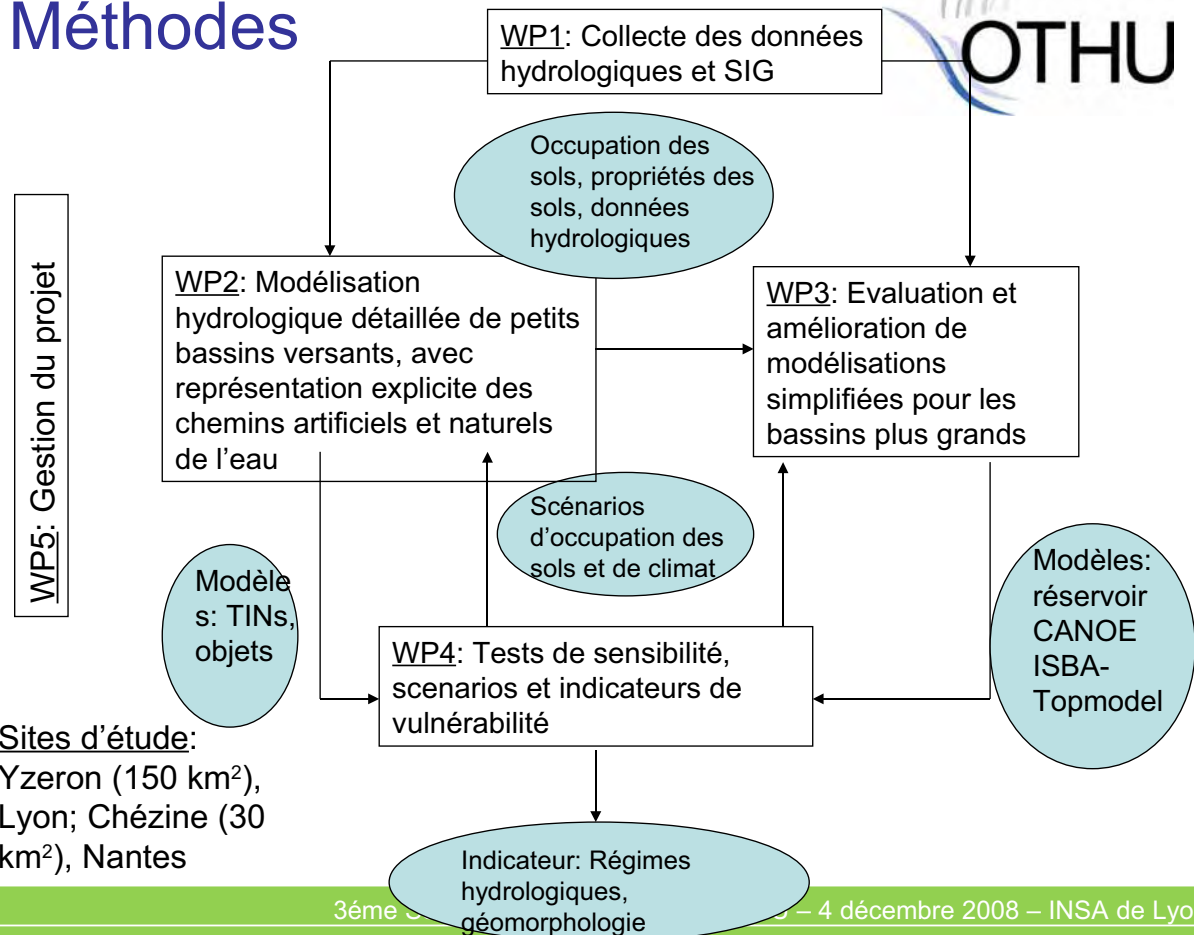
3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Objectifs



- Développer des **outils de modélisation** permettant de quantifier la modification des flux d'eau et des régimes hydrologiques liés aux éléments anthropiques (zones urbanisées, voirie, routes, chemins, réseaux d'assainissement) en s'appuyant sur des **dispositifs expérimentaux spécifiques** ou mis en place dans des **observatoires** et sur les **banques de données urbaines**

Méthodes



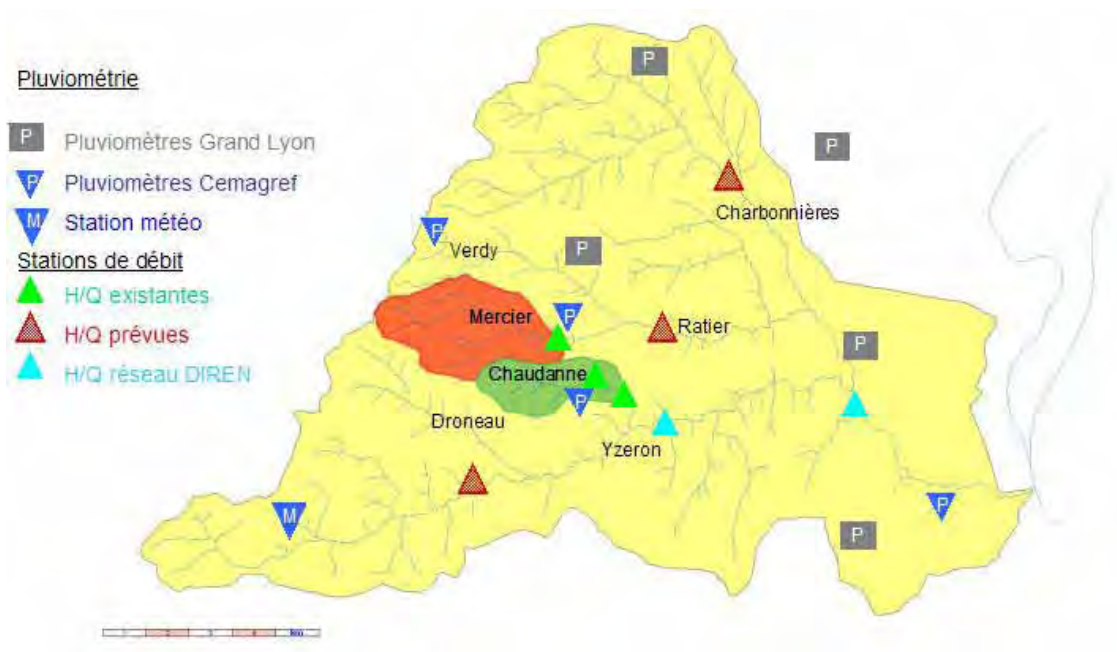
Acquisition de données



- Documentation de la pluie et de sa variabilité spatio-temporelle (pluviographes, radar)
- Suivi des débits sur des bassins emboîtés avec des occupations des sols différentes
- Caractérisation des sols: prospection géophysique, essais d'infiltration
- Caractérisation de la réponse hydrologique à l'aide de capteurs de hauteur d'eau et d'imagerie lidar
- Caractérisation des conditions de mobilisation des sédiments (cf exposé L. Grosprêtre)
- Cartographie de l'occupation des sols et exploitation des banques de données urbaines

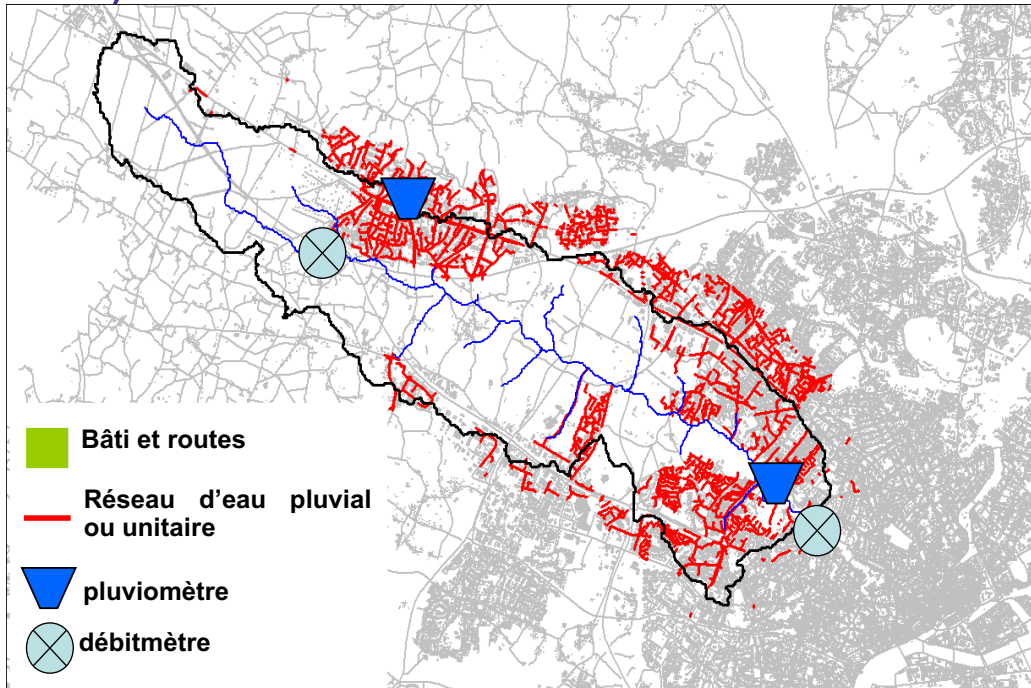
3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Bassin versant de l'Yzeron (150 km²)



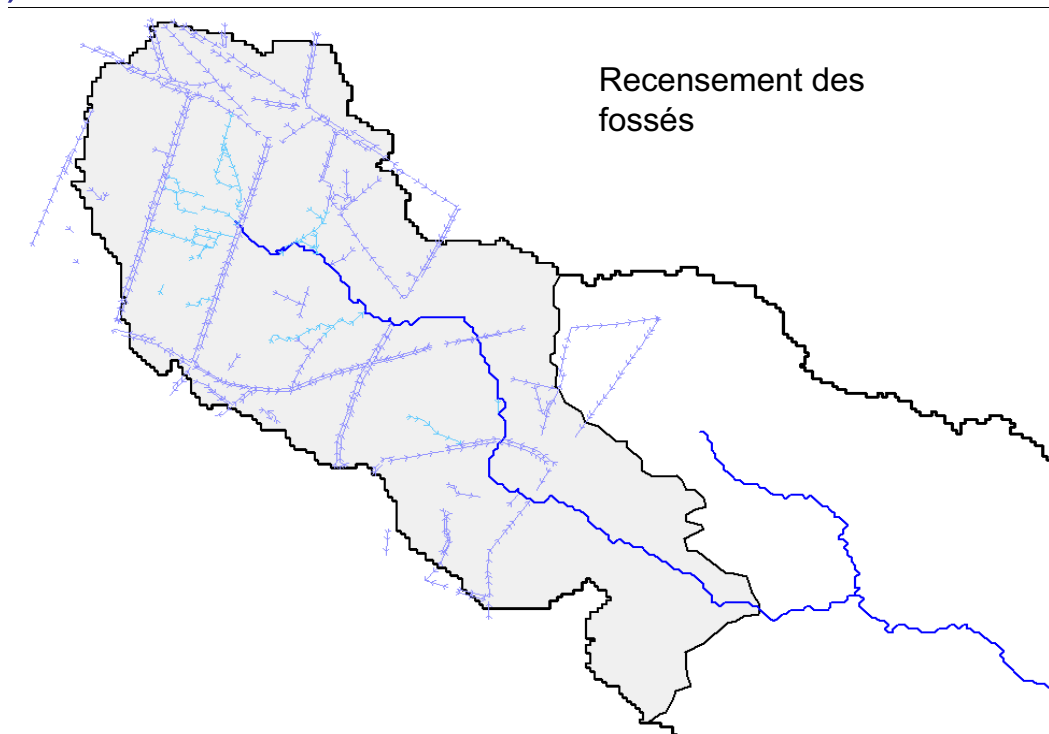
3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Bassin versant de la Chézine (34 km)



3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Bassin versant de la Chézine (34 km)



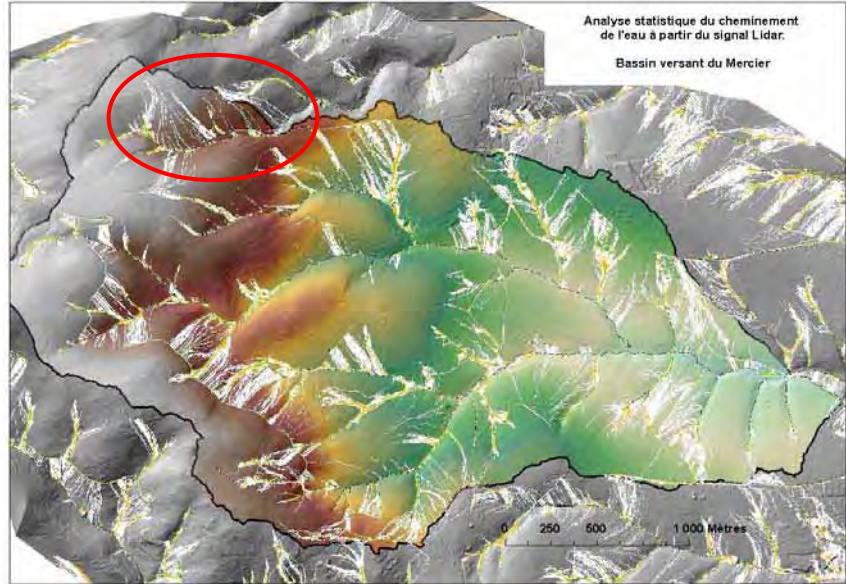
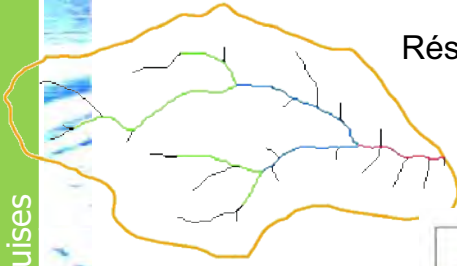
3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Apport du lidar + observation de terrain



Résultats de recherche et données acquises

Réseau MNT BD Topo

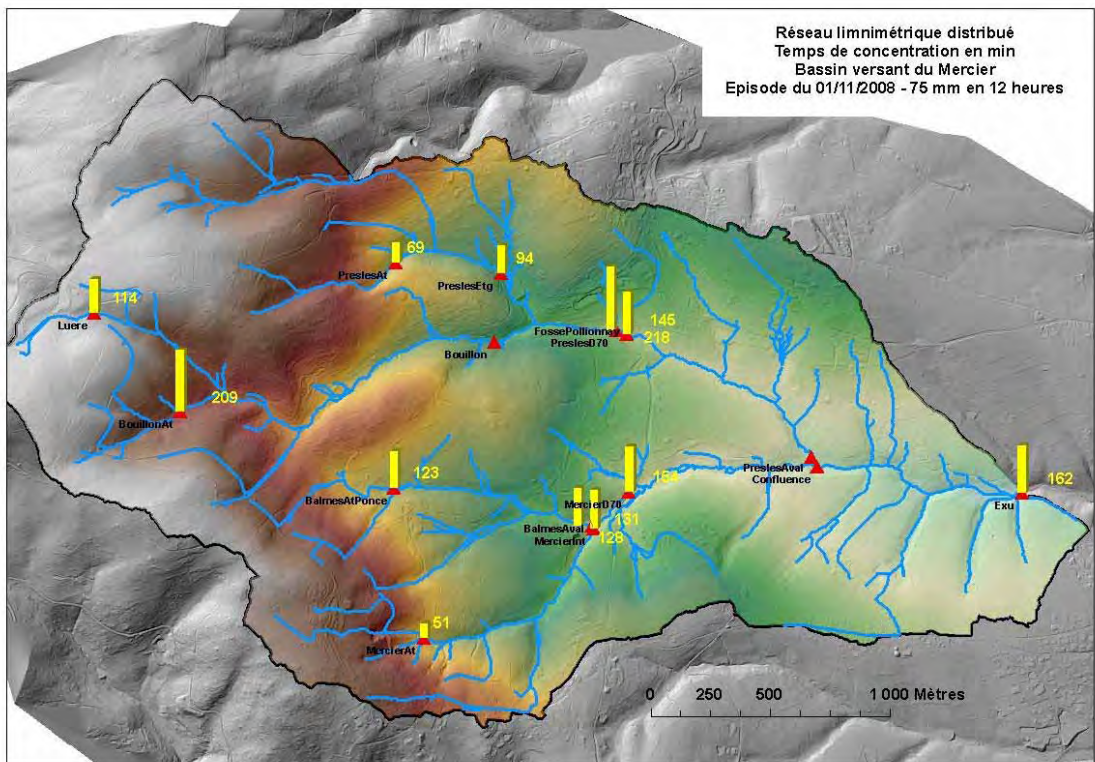


Analyse statistique du cheminement de l'eau à partir du signal Lidar.
Bassin versant du Mercier

Réseau lidar + analyse des incertitudes sur l'altitude

données acquises

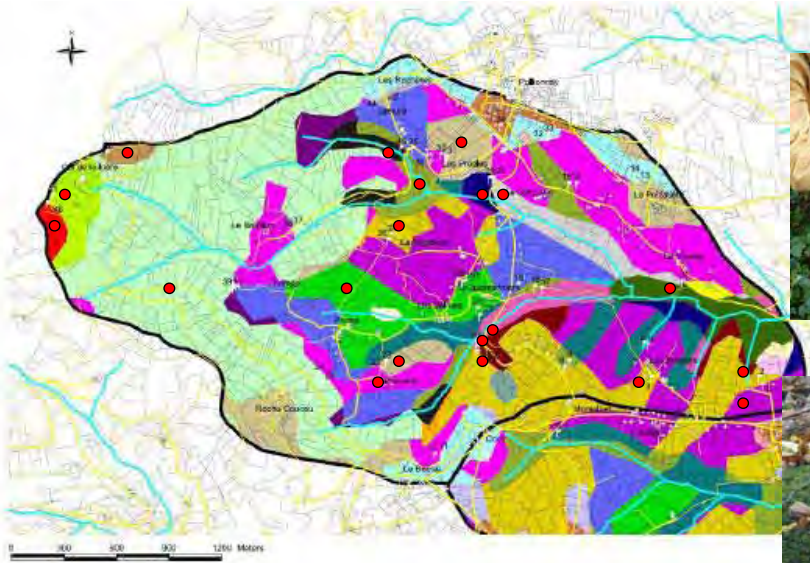
Apport du lidar + observation de terrain



Réseau limnimétrique distribué
Temps de concentration en min
Bassin versant du Mercier
Episode du 01/11/2008 - 75 mm en 12 heures



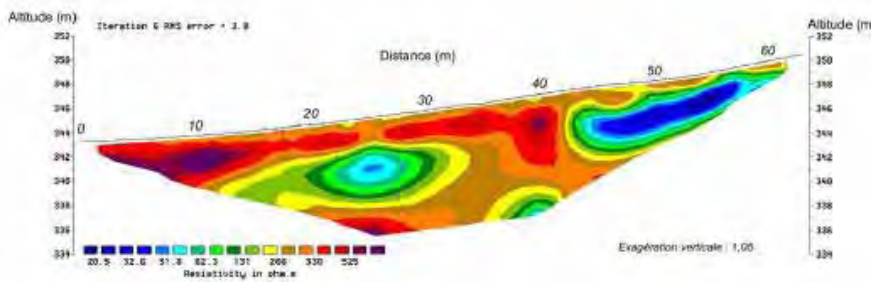
Caractérisation des sols



Infiltrométrie sous charge ou sous succion: propriétés hydrodynamiques des sols

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Caractérisation des sols



Transects de résistivité électrique: profondeur des sols

Sur le site de la Chézine, confrontation et complémentarité de trois méthodes:

- Résistivité électrique
- Géoradar
- Méthodes électromagnétiques

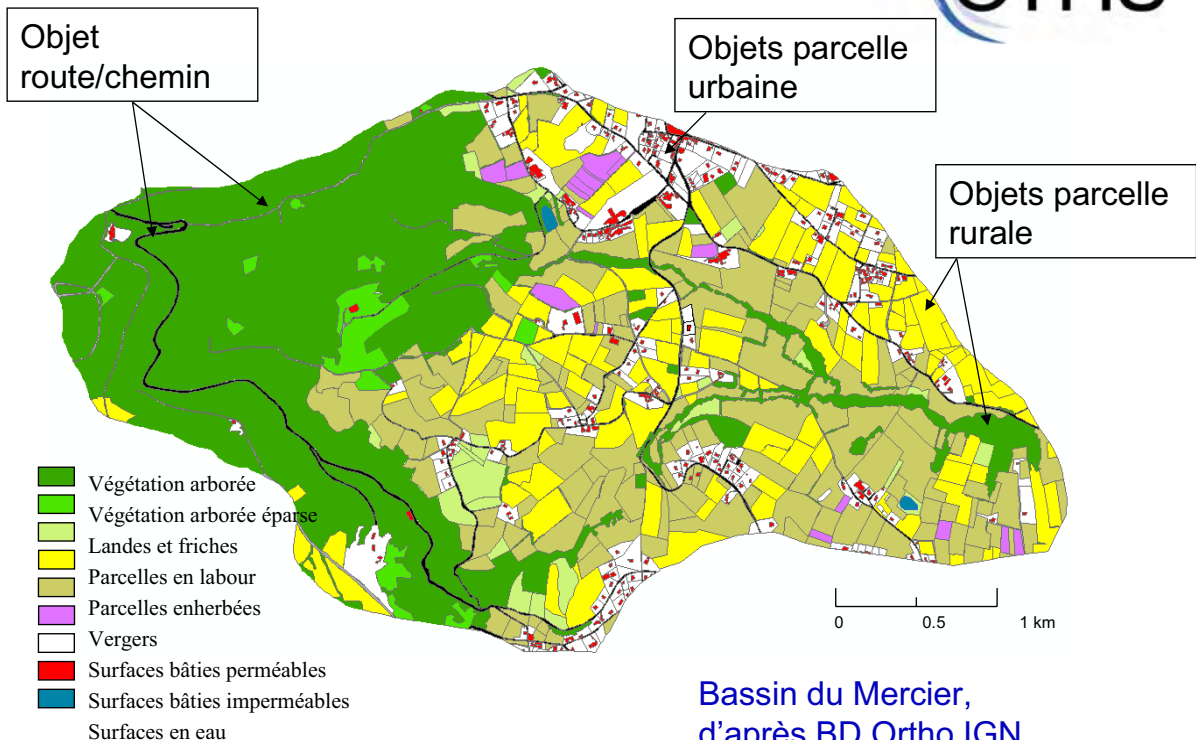
3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Scénarios pluviométriques



- Les entrées du modèle doivent être en adéquation avec les échelles caractéristiques des phénomènes (500m à 1km, 6min)
- La variabilité spatiale et temporelle de la pluie est élevée
 - Utilisation de données radar (cf exposé de F. Renard)
 - Utilisation d'un simulateur de pluie conditionné par les observations (13 jeux de 8 ans à maille 500m et pas de temps horaire simulés). Modèle à base géostatistique dont les paramètres sont estimées à partir des données de pluviographes

Cartes d'occupation des sols détaillées

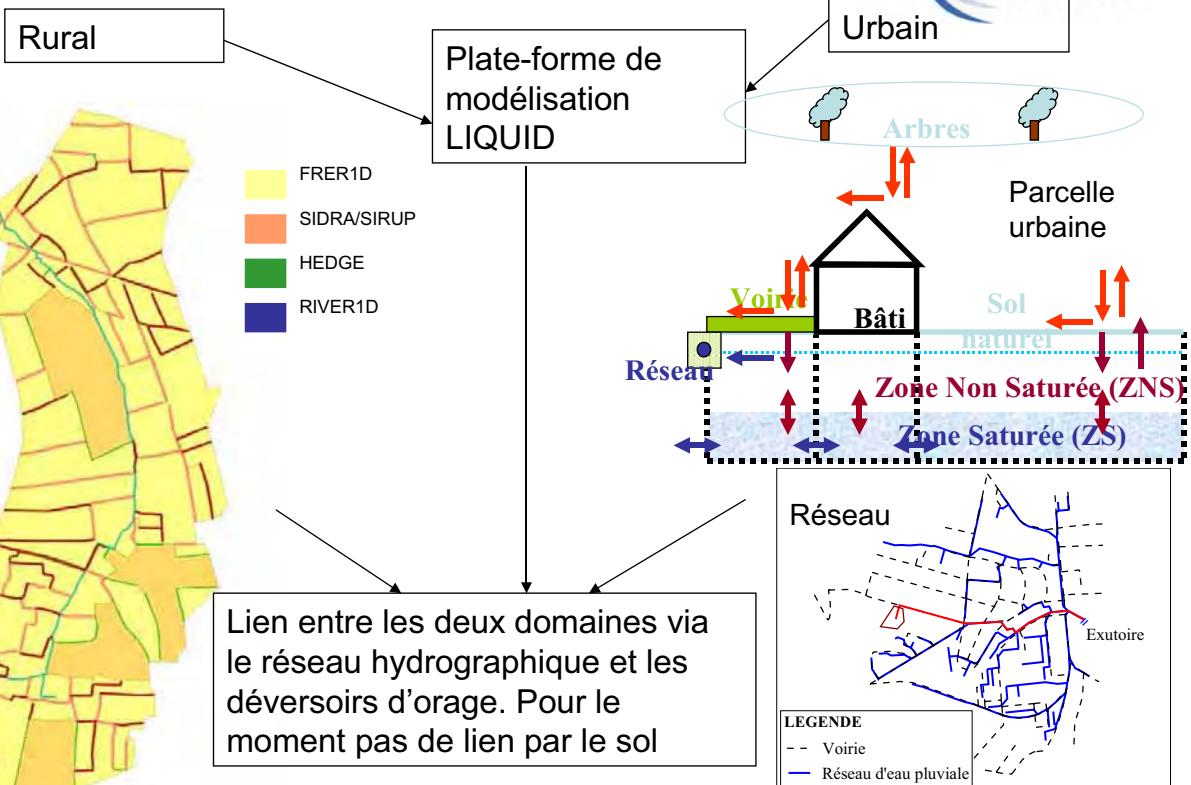


Modélisation détaillée



- Description de l'espace à l'aide de réseaux de triangles irréguliers (TINs) (modélisation TANATO)
- Modélisation des écoulements liés à la topographie sur TINs (ruissellement de surface et dans le réseau, infiltration dans les sols) (modèle FIWER3)
- Description de l'espace à l'aide d'objets ruraux et urbains = tentative d'intégrer les savoir-faire des hydrologues de « la campagne » et de la « ville » (modélisation dans la plate-forme LIQUID)

Modélisation intégrée rural/urbain



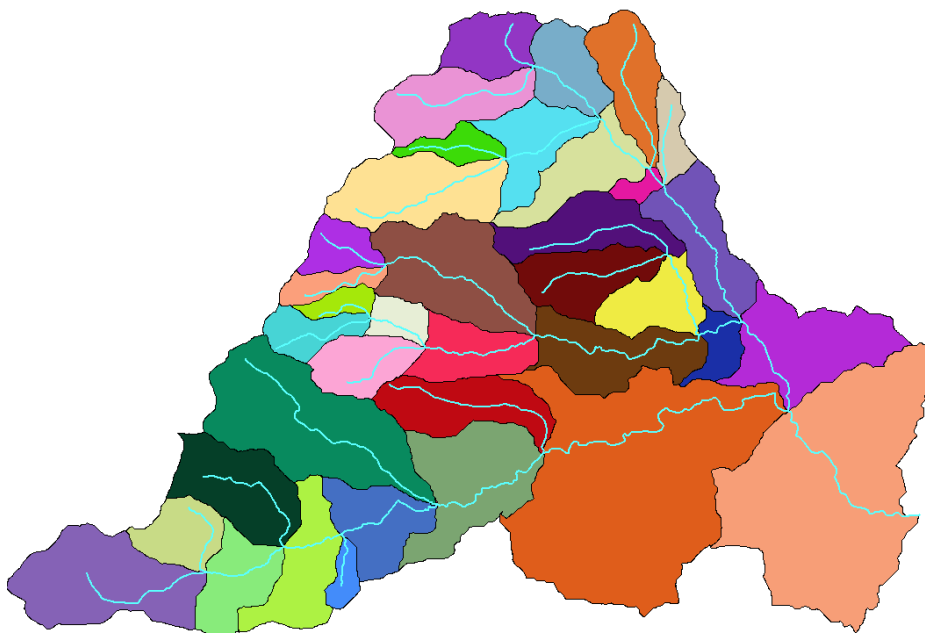
Modélisation simplifiée



- Travailler sur le découpage de l'espace et l'identification d'objets pertinents pour l'hydrologie à ces échelles
- « Ruraliser » un modèle d'hydrologie urbaine (CANOE) par inclusion d'un module « zones rurales » à 3 réservoirs intégrant les écoulements de surface, de subsurface et souterrains
- « Urbanisation » d'un modèle rural: ISBA-Topmodel en donnant un fonctionnement spécifique aux mailles urbaines

3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

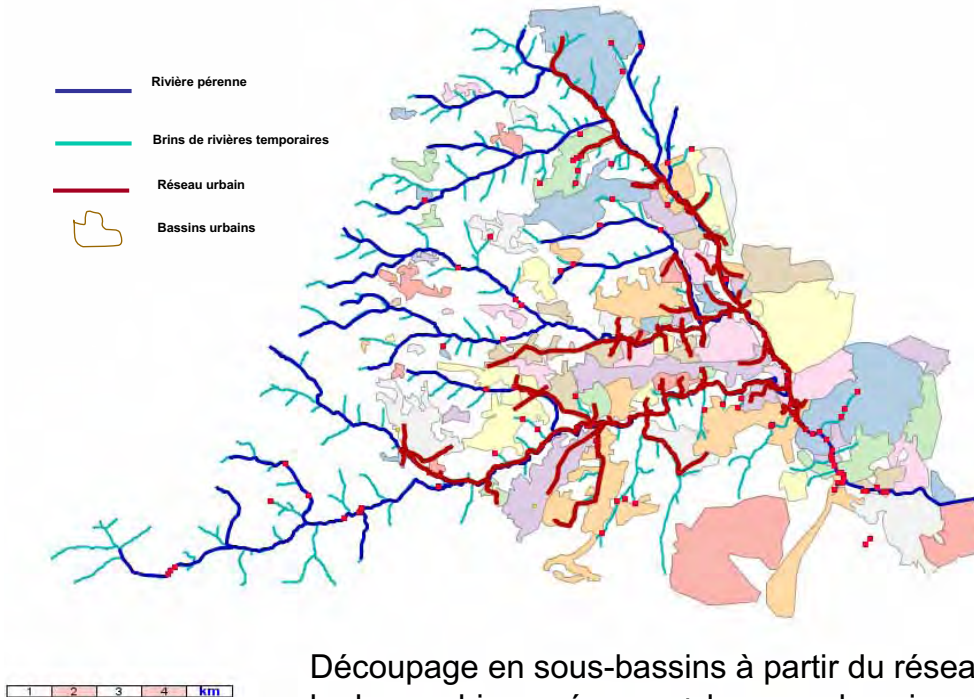
Exploitation MNT + BD urbaine



Découpage en sous-bassins à partir du réseau hydrographique pérenne

3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

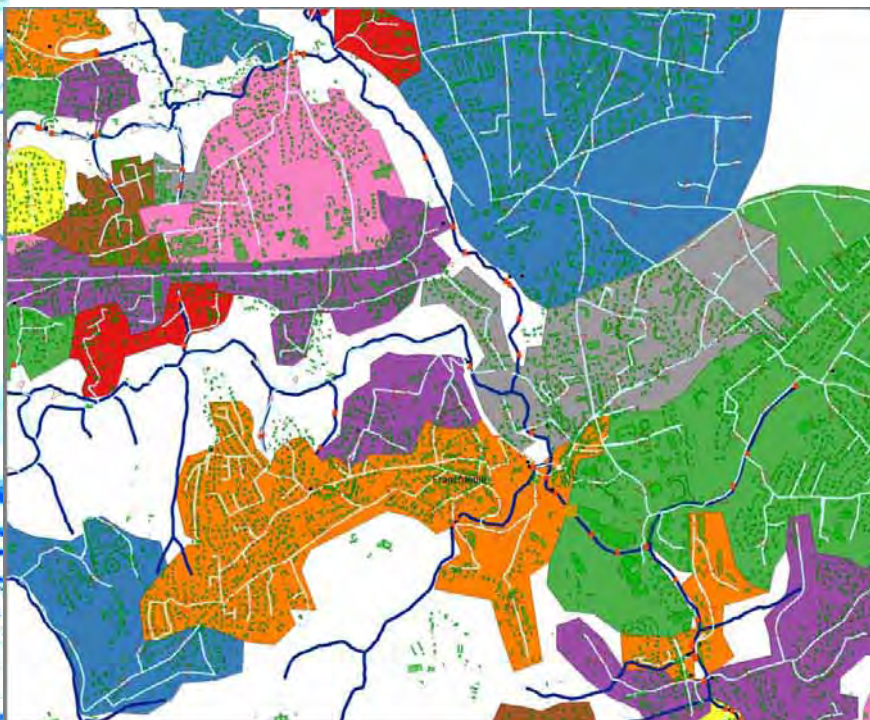
Exploitation MNT + BD urbaine



Découpage en sous-bassins à partir du réseau hydrographique pérenne + les sous-bassins urbains définis par les déversoirs d'orage => entrée CANOE ou modèles simplifiés

3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Exploitation MNT + BD urbaine



-Identification des déversoirs d'orage

-Détermination des sens d'écoulements

- Délimitation des bassins d'alimentation

3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Scénarios et vulnérabilité



- Reconstitution de l'occupation des sols passée à l'aide d'analyse d'images aériennes et satellitaires
- Proposition de scénarios de modification de l'occupation des sols à partir de discussions avec des groupes d'acteurs
- Simulations du régime hydrologique à l'aide de scénarios d'occupation des sols et de changement climatique
- Indicateurs de vulnérabilité à partir de modifications des régimes hydrologiques (fréquence de crues, de basses eaux, débits morphogènes et lien avec l'incision des lits des cours d'eau)

3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Conclusions et perspectives



- Travail important de collecte, de mise en forme et d'analyse d'informations existantes ou nouvelles (2 thèses en cours)
- Données à valoriser par la modélisation (1 thèse en cours à l'INSA, 2 thèses qui démarrent: 1 au Cemagref, 1 au LCPC)
- Dispositif expérimental certainement à renforcer par des mesures de débits dans les réseaux ou les éléments anthropiques (buses, fossés) pour mieux quantifier leurs apports
- Intégrer à terme la qualité

3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Impacts hydro-géomorphologiques de l'urbanisation sur un bassin versant péri-urbain

Loïc GROSPRETRE, Université Lyon II – UMR 5600

Impacts hydro-géomorphologiques de l'urbanisation sur le bassin versant de l'Yzeron

Etat des lieux et propositions de gestion



Loïc Grosprêtre, Laurent Schmitt
 Université Lyon 2 – UMR 5600



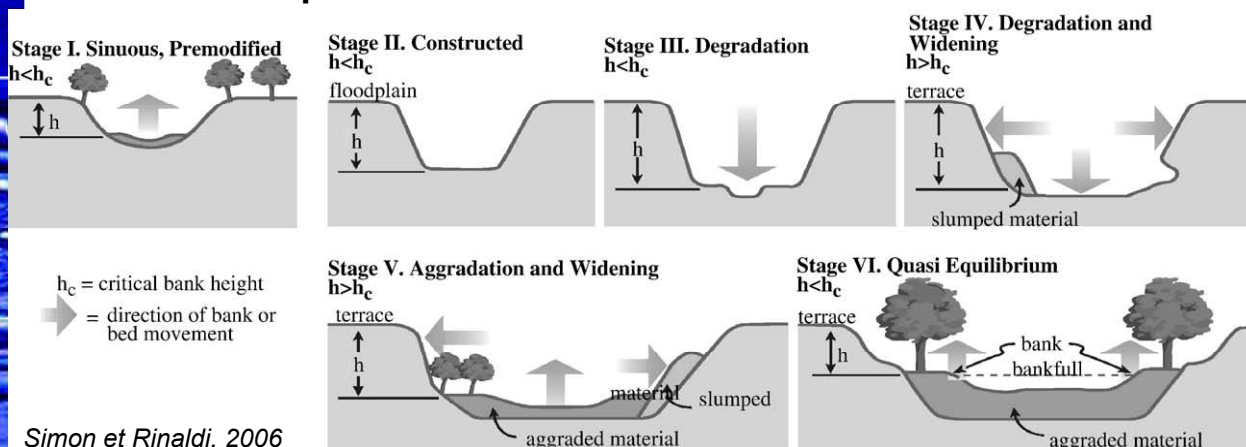
3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Introduction

Les précédentes études font état de l'importance de 2 types de perturbations géomorphologiques sur le bassin versant :

- Incision des affluents de tête de bassin versant
- Ensablement des branches principales et intermédiaires du réseau hydrographique

Qu'est ce qu'une incision ?



Introduction



Impacts

- Incisions
 - Déstabilisation des ouvrages et structures riveraines des cours d'eau
 - Uniformisation de la morphologie du lit mineur
 - Abaissement du niveau piézométrique
 - Augmentation des apports sédimentaires vers l'aval
 - Accélération de la propagation des ondes de crues (diminution de la fréquence des débordements, augmentation du rayon hydraulique et des vitesses d'écoulement)
- Ensablement
 - Comblement des caches piscicoles
 - Colmatage des frayères
 - Uniformisation de la morphologie du lit mineur
 - Instabilité du substrat

3/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Objectifs



Inventaire géoréférencé

Déterminer les conditions d'apparition des incisions

- Échelle du sous-bassin versant : identification des paramètres de contrôle
- Échelle du tronçon de cours d'eau :
 - Estimer la vitesse d'apparition et d'évolution des incisions après implantation d'un déversoir d'orage
 - Analyser l'influence de l'évolution des débits liée à l'urbanisation sur la mise en mouvement des particules du lit

Évaluer l'influence des incisions amont sur l'ensablement des branches principales du réseau hydrographique

- Caractérisation des dépôts sableux
- Estimation du déstockage sédimentaire des incisions amont
- Estimation du transport solide sableux

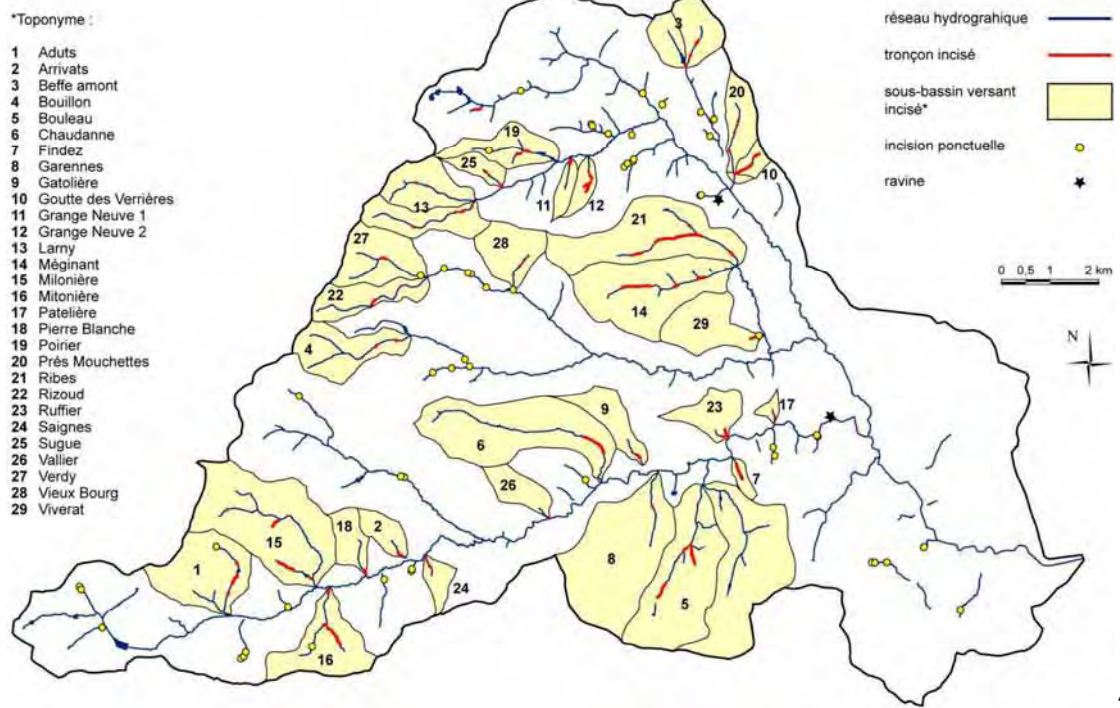
Préconisations de gestion (préventives et curatives)

4/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Inventaires

Incisions de tête de bassin versant



5/36

Inventaires

👉 Inventaire des incisions en têtes de bassins

- 1 affluent sur 3 est incisé



ruisseau du Larny

6/36

Inventaires



👉 Inventaire des incisions en têtes de bassins

- 1 affluent sur 3 est incisé



ruisseau du Poirier

7/36

Inventaires



👉 Inventaire des incisions en têtes de bassins

- 1 affluent sur 3 est incisé



ruisseau de la Chaudanne

8/36

Inventaires



👉 Inventaire des incisions en têtes de bassins

- 1 affluent sur 3 est incisé



ruisseau de la Goutte des Verrières
Source : R. Roy (2006)

9/36

Inventaires



Tronçons de cours d'eau ensablés



10/36

Inventaires



- ☞ **Ensablement des branches principales du réseau hydrographique**



ensablement du lit mineur et colmatage des frayères

11/36

Inventaires



- ☞ **Ensablement des branches principales du réseau hydrographique**



ensablement et uniformisation du lit mineur
(Yzeron en aval de la confluence avec le ruisseau du Chêne)

12/36

Inventaires



- ☞ **Ensablement des branches principales du réseau hydrographique**



ensablement en amont d'un seuil (ruisseau de Grande Rivière)

13/36

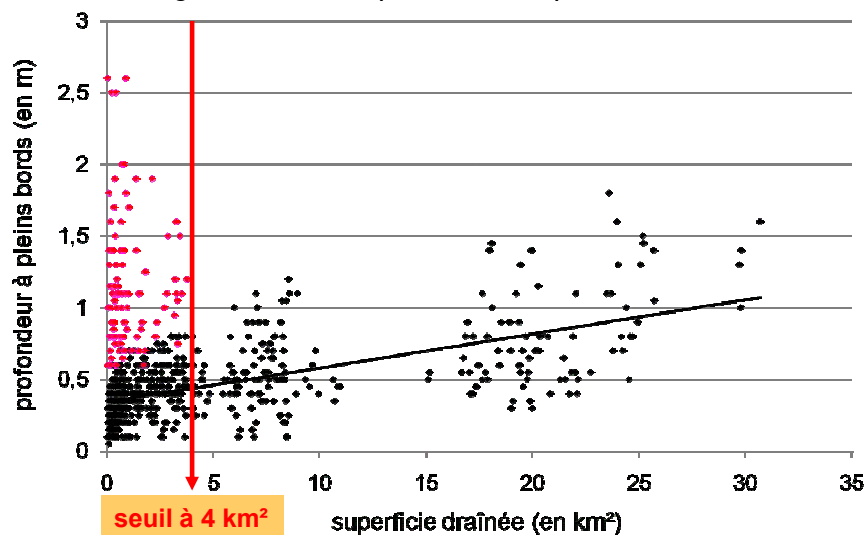
Paramètres de contrôle des incisions



- ☞ **3 facteurs ont été identifiés**

- superficie du bassin versant

Evolution longitudinale de la profondeur à pleins bords des chenaux



14/36

Paramètres de contrôle des incisions



☞ **3 facteurs ont été identifiés**

- superficie du bassin versant $\leq 4 \text{ km}^2$
- type de cours d'eau

Paramètres de contrôle des incisions

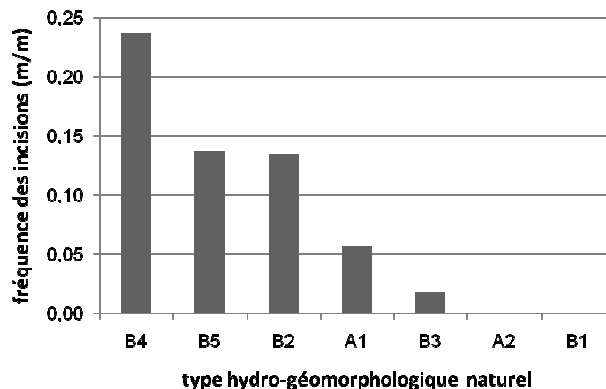


☞ **3 facteurs ont été identifiés**

- superficie du bassin versant $\leq 4 \text{ km}^2$
- type de cours d'eau

Type	Fréquence des incisions (m/m)
A2	0
B1	0
B3	0,02
A1	0,06
B2	0,13
B5	0,14
B4	0,24

moyenne : 0,08



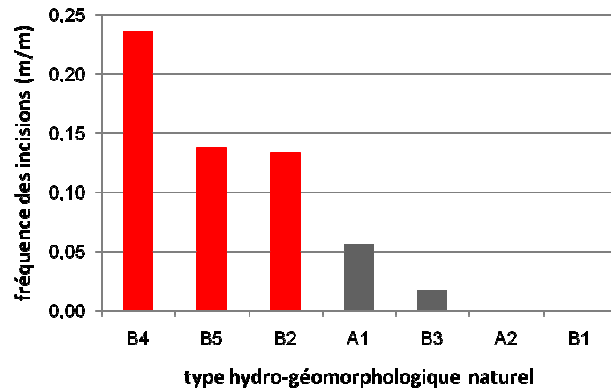
Paramètres de contrôle des incisions



3 facteurs ont été identifiés

- superficie du bassin versant $\leq 4 \text{ km}^2$
- type de cours d'eau

Type	Fréquence des incisions (m/m)
A2	0
B1	0
B3	0,02
A1	0,06
B2	0,13
B5	0,14
B4	0,24
moyenne :	0,08



=> 3 types sensibles : B2, B4 et B5

17/36

Paramètres de contrôle des incisions



3 facteurs ont été identifiés

- superficie du bassin versant $\leq 4 \text{ km}^2$
- type de cours d'eau B2, B4 et B5
- présence de rejets

Sous-bassin	Fréquence des incisions
avec rejet	56 %
sans rejet	23 %

=> les rejets multiplient environ par 2 la fréquence des incisions

18/36

Paramètres de contrôle des incisions



3 facteurs ont été identifiés

- Facteurs de prédisposition
 - superficie du bassin versant $\leq 4 \text{ km}^2$
 - type de cours d'eau : B2, B4 et B5
- Facteur déclencheur (pression anthropique)
 - présence de rejets

Résultat provisoire

- Carte de sensibilité des cours d'eau à l'incision

19/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Paramètres de contrôle des incisions



Carte provisoire de sensibilité à l'incision



20/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Vitesse de formation et d'évolution des incisions



👉 Objectif

- A quelle vitesse une incision est-elle susceptible de débiter, puis d'évoluer, après implantation d'un rejet d'eaux pluviales ou d'un déversoir d'orage ?

👉 Méthodes

- Consultation des archives (Grand Lyon, DDA, DDE...)
- Analyse dendrochronologique des arbres riverains des tronçons incisés

21/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Vitesse de formation et d'évolution des incisions



Coupe transversale d'un tronc



Représentation schématique
d'un prélèvement



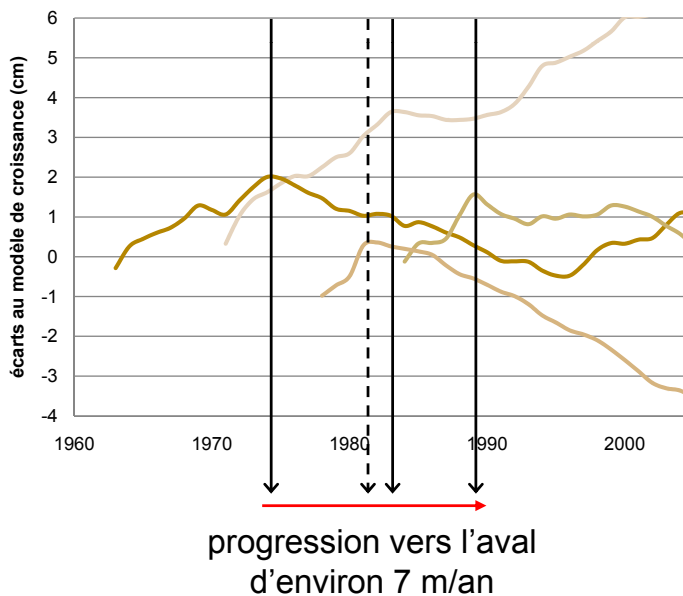
22/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Vitesse de formation et d'évolution des incisions



Exemple de résultat

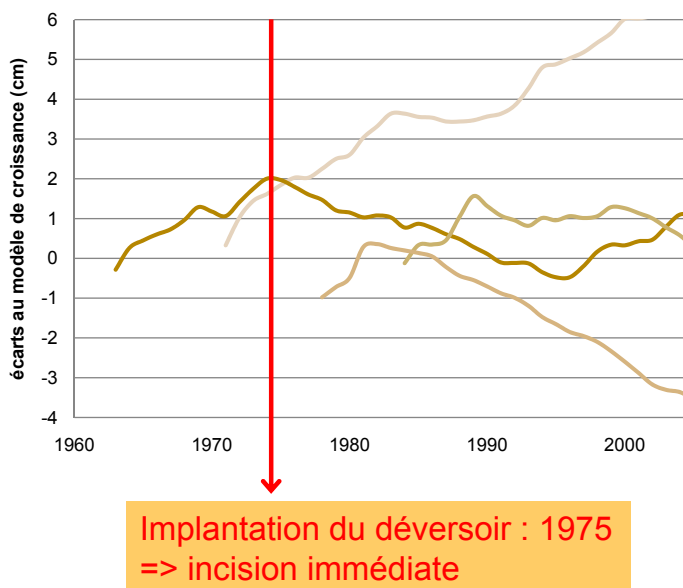


Ruisseau de la Chaudanne
(comparaison des courbes de croissance avec une courbe témoin)

Vitesse de formation et d'évolution des incisions



Exemple de résultat



Ruisseau de la Chaudanne
(comparaison des courbes de croissance avec une courbe témoin)

Evolution des débits critiques de mise en mouvement



urba
n mo

es d
62, l

axim



25/36

Evolution des débits critiques de mise en mouvement



☞ Premiers résultats

- La majorité des particules sont mises en mouvement pour un débit contenu dans l'intervalle **0,2 -1,1 m³/s**
- Alors que l'urbanisation augmente essentiellement **la fréquence** des débits compris dans l'intervalle **0,1-0,2 m³/s** (source: P. Breil, Cemagref)

☞ Quelles conditions de transport sont nécessaires pour déstabiliser le fond du lit ?

- des crues plus fréquentes ? plus intenses ?
- mise en mouvement du d_{10} , d_{50} , d_{90} ?

26/36

Influence des incisions amont sur l'ensablement aval



👉 Démarche

- Comparer la vitesse du déstockage sédimentaire depuis les tronçons incisés avec la capacité de transport de l'Yzeron

👉 Méthodes

- Estimation du déstockage sédimentaire des incisions amont
- Suivi et modélisation du transport solide sableux

27/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Bassin versant témoin : quelle est la capacité de l'Yzeron à évacuer les apports sableux des incisions ?



28/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Influence des incisions amont sur l'ensablement aval



➤ Fraction granulométrique étudiée

- Axe b : 0,5-4 mm

➤ Estimation du transport solide annuel moyen

- 150 +/- 20 m³/an

➤ Estimation des volumes globaux déstockés

- 2 225 m³
- Durée du déstockage : 15 à 35 ans
- Vitesse moyenne de déstockage sédimentaire : 65 à 150 m³/an
=> soit 40 à 100% du transport solide annuel moyen !

➤ Conclusion

- Rôle significatif des apports sédimentaires depuis les incisions amont

29/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Préconisations de gestion



➤ 1^{ère} échelle d'intervention : les versants urbanisés

- Meilleure gestion des apports hydriques liés à l'imperméabilisation des sols
- Meilleure connaissance de l'hydrologie des rejets urbains
 - Mise en place d'un indicateur de pression des rejets : Qr/Sbv
 - Suivi du bon fonctionnement des ouvrages de rétention des eaux pluviales

30/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

☞ **2^{ème} échelle d'intervention : les cours d'eau de tête de bassin**

- Démarche préventive
 - Favoriser la production de bois mort et la formation d'embâcle pour dissiper l'énergie des écoulements et promouvoir le ralentissement dynamique des eaux
 - Limiter les nouvelles implantations de rejets dans les sous-bassins de moins de 4 km² et sur les types sensibles à l'incision (B2, B4, B5)
 - Privilégier les tronçons présentant la meilleure capacité d'autoépuration (A1, B1, B3) (Jezequel 2006, Schmitt et al. 2008)
- Démarche corrective
 - Suivi de l'évolution des tronçons incisés
 - Principe général : non intervention contrôlée, réajustement spontané de la morphologie des chenaux
 - En cas d'enjeux locaux : interventions spécifiques pour stabiliser le profil en long, limiter les débits liquides et/ou détourner les rejets urbains

31/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

☞ **3^{ème} échelle d'intervention : les branches principales du réseau hydrographique**

- Limiter la fourniture sédimentaire sableuse depuis les affluents incisés
- Implantation de bassins de dessablement ou de zones de dépôts aménagées
 - Limiter le transfert des matériaux déstockés au niveau des incisions amont
 - Favoriser prioritairement la préservation des secteurs d'intérêt piscicole

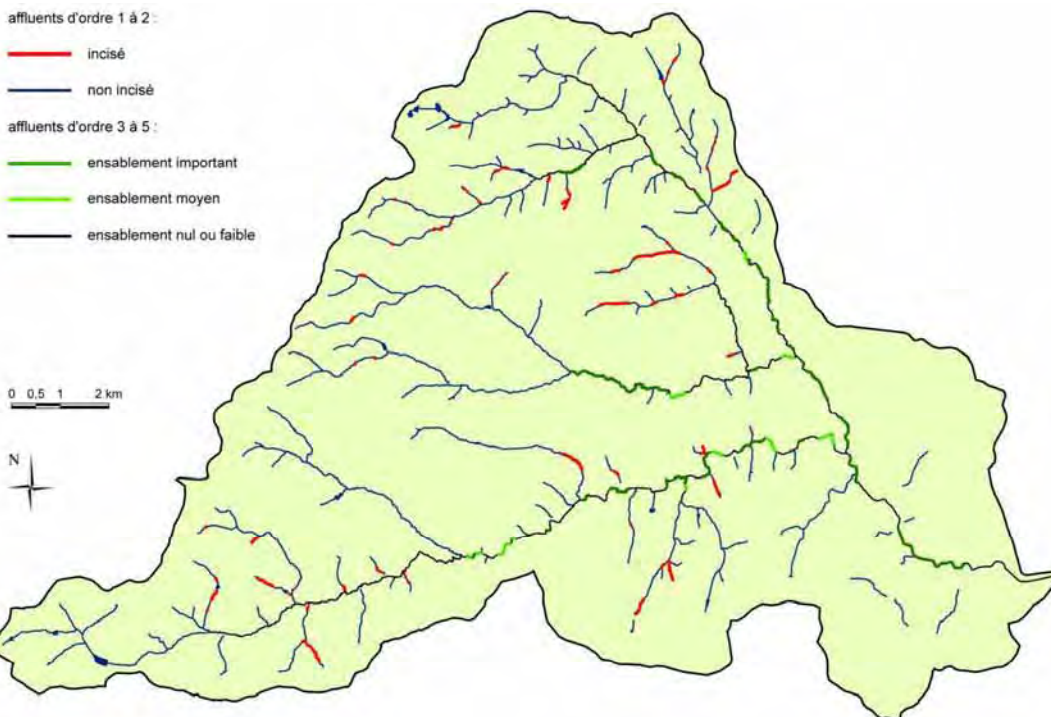
32/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Paramètres de contrôle des incisions



Sites potentiels pour une implantation de bassins de dessablement

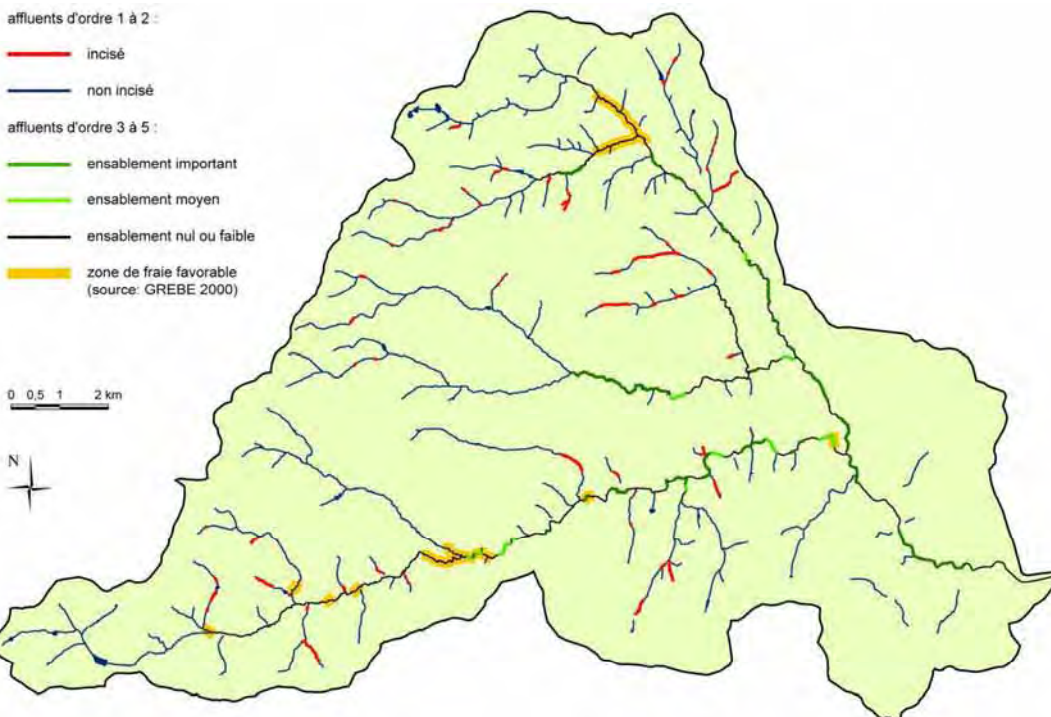


33/36

Paramètres de contrôle des incisions



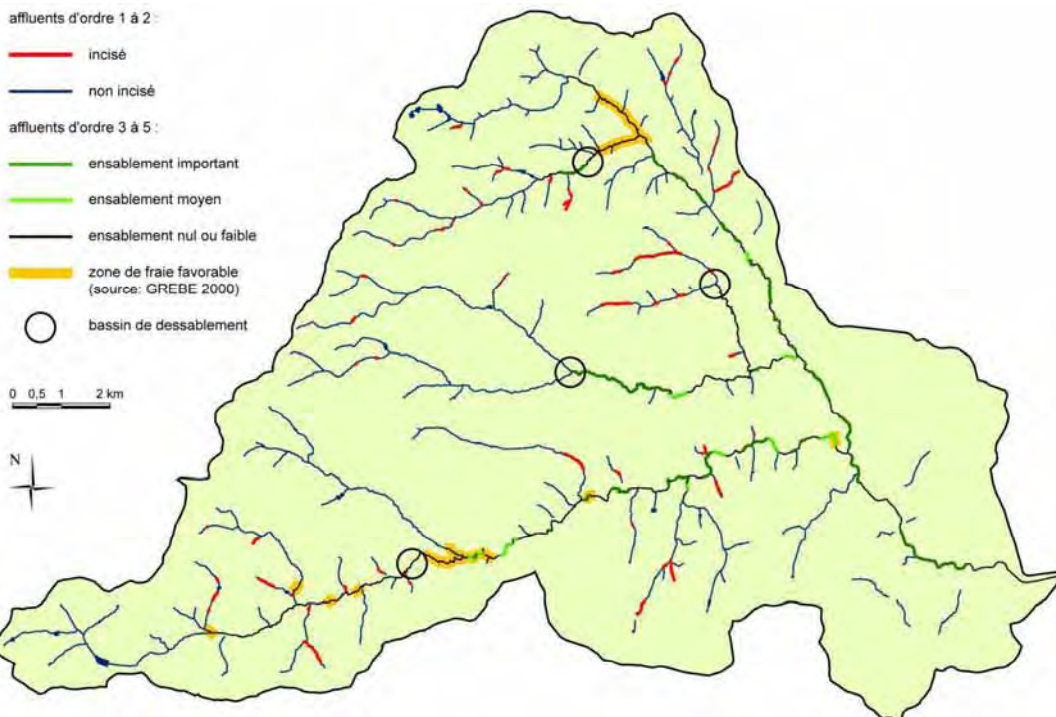
Sites potentiels pour une implantation de bassins de dessablement



34/36

Paramètres de contrôle des incisions

Sites potentiels pour une implantation de bassins de dessablement



35/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Préconisations de gestion

3^{ème} échelle d'intervention : les branches principales du réseau hydrographique

- Limiter la fourniture sédimentaire sableuse depuis les affluents incisés
- Implantation de bassins de dessablement ou de zones de dépôts aménagées
 - Limiter le transfert des matériaux déstockés au niveau des incisions amont
 - Favoriser prioritairement la préservation des secteurs d'intérêt piscicole
- Limiter/supprimer les seuils artificiels
 - Constat : le contexte hydraulique et géomorphologique de l'Yzeron n'est pas approprié à ce type d'aménagement
- Gestion locale des atterrissements (épis, déflecteurs...)
 - Favoriser l'autocurage en réduisant la largeur du lit mineur en basses eaux

36/36

3^{ème} Séminaire Scientifique de l'OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Contexte

☞ Evolution de l'occupation du sol

- Diminution des surfaces agricoles (Cottet, 2005)
- Augmentation progressive des surfaces imperméabilisées : de 15% à 30% entre 1970 et 1990 (Radojevic et al., 2002)
- Augmentation plus récente des surfaces boisées : de 5,4% à 12,2% entre 1988 et 2000 (Cottet, 2005)

☞ Régime hydrologique des cours d'eau de tête de bassin

- Augmentation de la fréquence des crues (ruisseau de la Chaudanne)
- Augmentation du débit de pointe des crues les plus fréquentes (ruisseau de la Chaudanne)

Objectifs



- ☞ **Inventaire géoréférencé des tronçons incisés, des tronçons ensablés et des éléments perturbateurs (rejets, seuils, embâcles...)**
- ☞ **Déterminer les conditions d'apparition des incisions**
 - Échelle du sous-bassin versant : identification des paramètres de contrôle
 - Échelle du tronçon de cours d'eau :
 - Estimer la vitesse d'apparition et d'évolution des incisions après implantation d'un déversoir d'orage
 - Evaluer l'influence de l'évolution des débits liée à l'urbanisation sur la stabilité des chenaux
- ☞ **Evaluer l'influence des incisions amont sur l'ensablement des branches principales du réseau hydrographique**
 - Estimation du déstockage sédimentaire
 - Caractérisation des dépôts sableux
 - Estimation du transport solide sableux

39/40

Influence des pratiques d'infiltration d'eau de
ruissellement pluvial sur le fonctionnement thermique,
biogéochimique et la biodiversité des aquifères urbains

Arnaud FOULQUIER, Université Lyon I – HBES

Dynamique du carbone organique et de l'oxygène dissous dans les horizons supérieurs des nappes phréatiques rechargées en eaux pluviales

A. Foulquier, F. Malard, F. Mermillod-Blondin,
T. Datry, L. Simon, B. Montuelle, J. Gibert



Rhône-Alpes Région

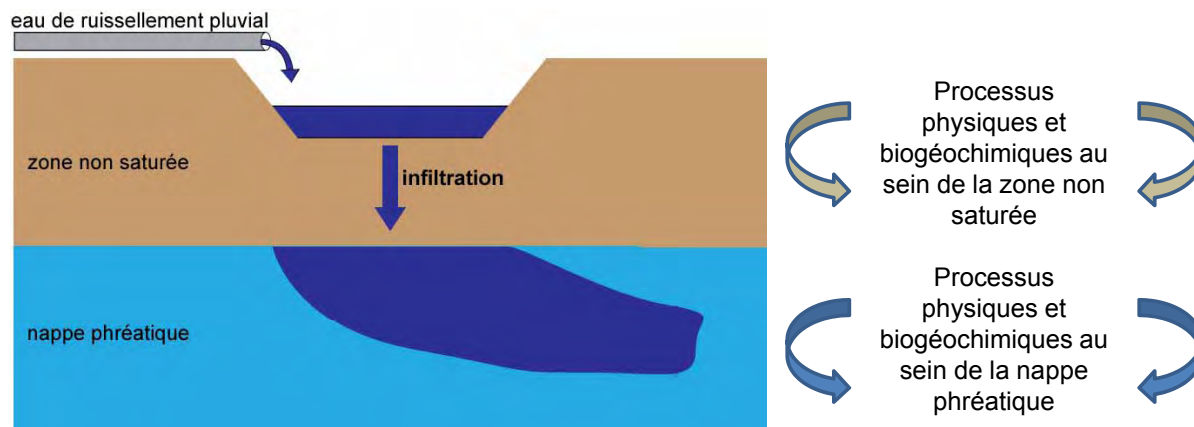


3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Introduction

Fonctionnement des bassins d'infiltration d'eau de ruissellement pluvial

Infiltration massive d'eaux pluviales collectées sur de grands bassins versants urbains
Eaux chargées en Carbone Organique Dissous (COD) et Oxygène Dissous (OD)



3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Introduction

Cadre général

- Aquifères dépendants des apports de surface
- Limitation des processus biogéochimiques
- Influence de l'épaisseur de zone non saturée sur les apports
- Zones de recharge supposées augmenter les apports de COD au toit des nappes

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Introduction

Arguments allant dans le sens d'une minéralisation du COD au toit des nappes

- Gradients verticaux de carbone organique dissous (COD) et oxygène dissous (OD) plus marqués dans le cas des nappes peu profondes
- Concentrations en OD plus faibles pour les zones non saturées peu épaisses

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Introduction

Deux scénarios possibles expliquant les gradients verticaux de COD et OD

- Minéralisation des apports de COD au toit des nappes
- Simple mélange entre les eaux de surface et les eaux souterraines

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Introduction

Objectif

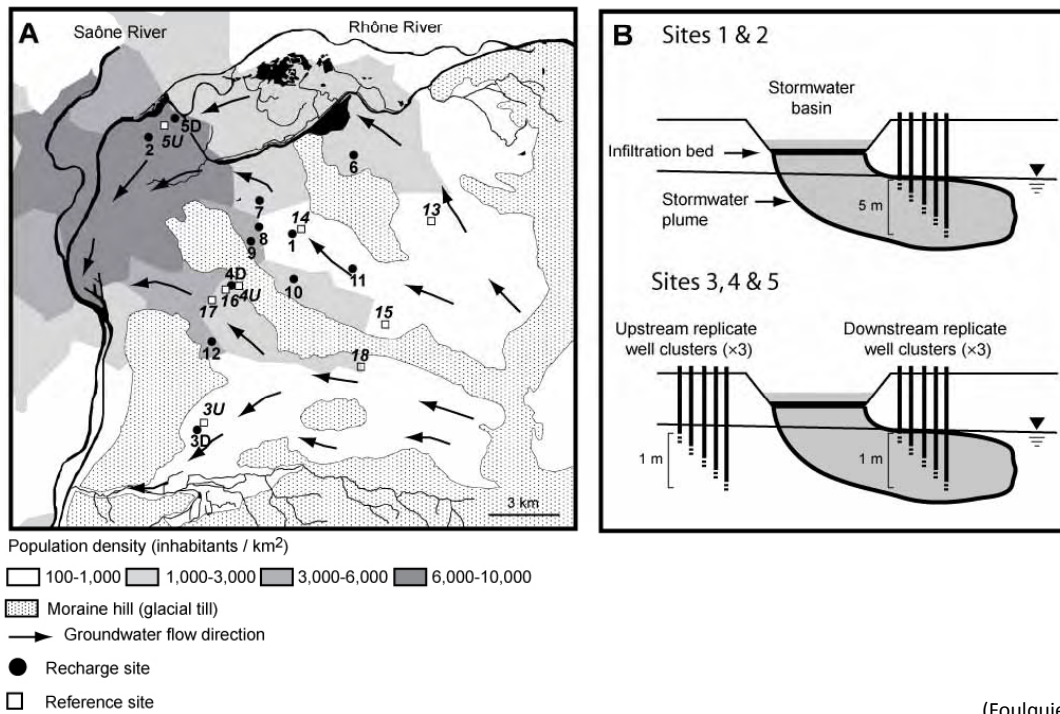
Déterminer l'influence des phénomènes de mélange et des processus biologiques sur les gradients de COD et OD au toit des nappes rechargées en eaux pluviales

- Influence de l'épaisseur de zone non saturée et de la recharge sur les concentrations en COD et OD
- Part de variation dans les gradients verticaux due à des phénomènes de mélange
- Effet de la recharge sur les respirations microbiennes
- Réponse des respirations microbiennes à des apports croissants en COD en laboratoire

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Matériel et Méthodes

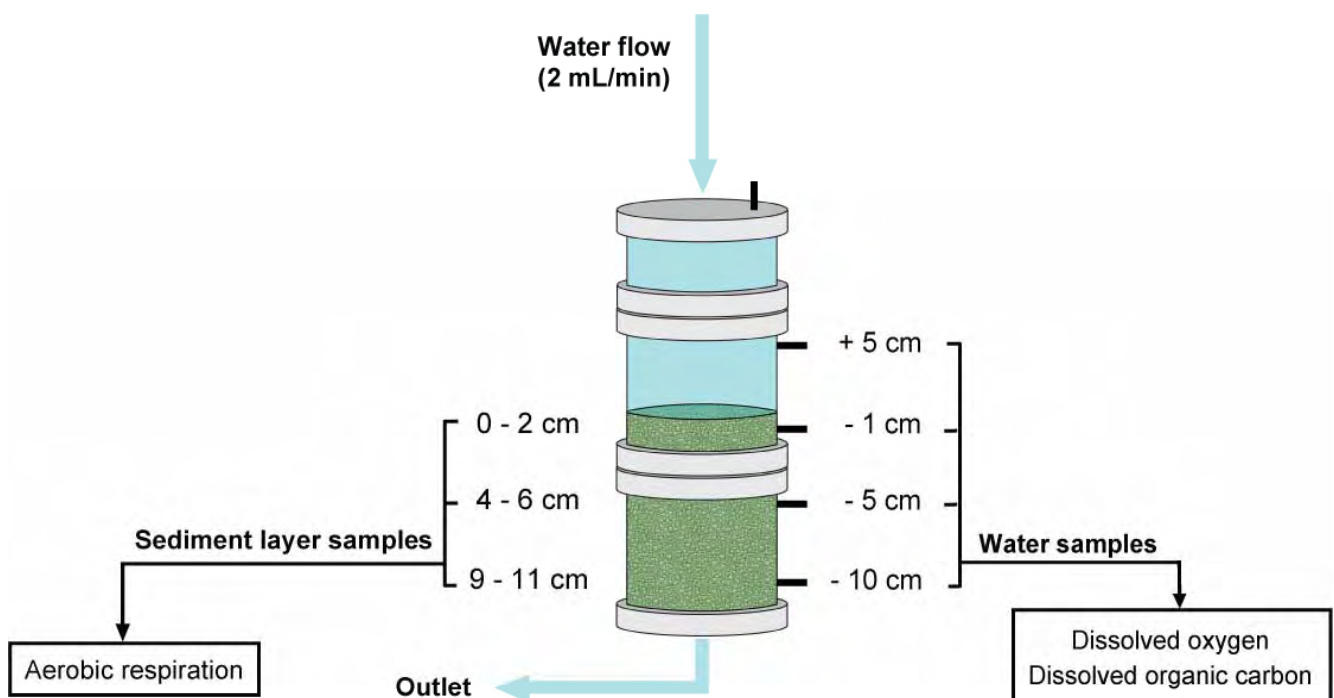
Sites d'études et dispositif de prélèvement



3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Matériel et Méthodes

Microcosmes

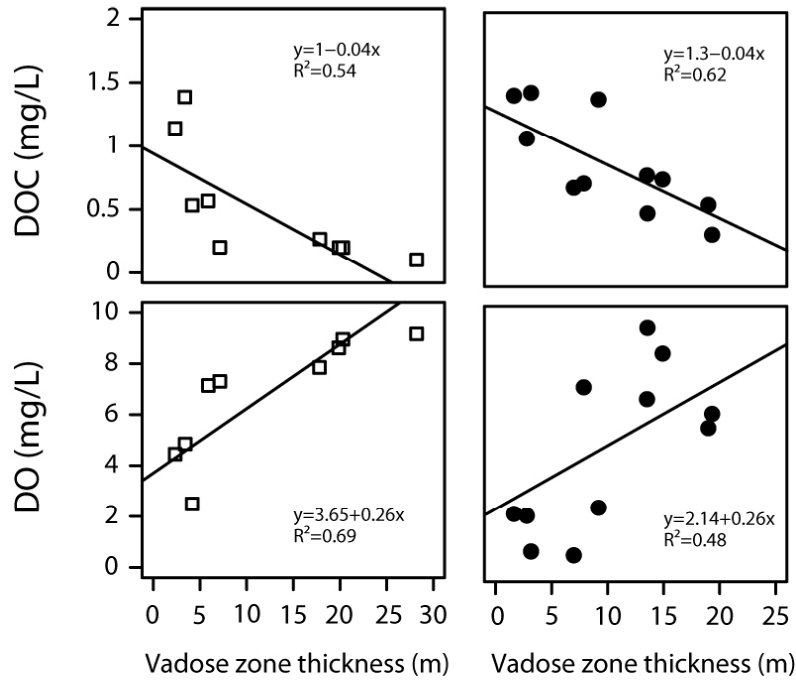


(Foulquier *et al.*, 2008)

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats

Effet de l'épaisseur de la zone non saturée et de la recharge sur les concentrations en COD et OD au toit des nappes

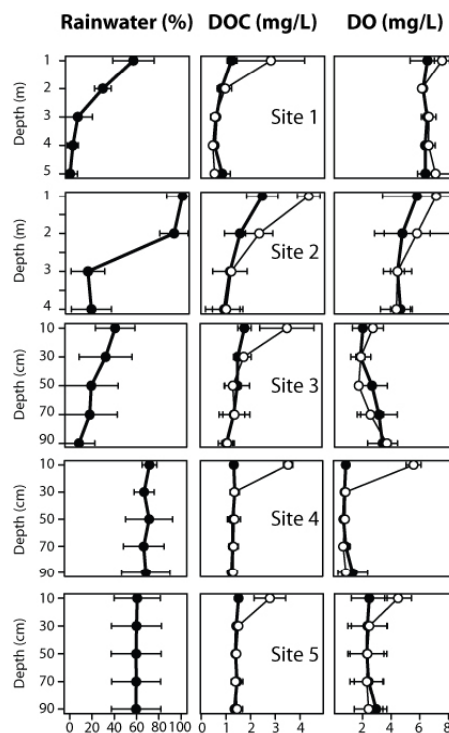


(Foulquier *et al.*, 2008)

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats

Influence des phénomènes de mélange sur les gradients verticaux de COD et OD

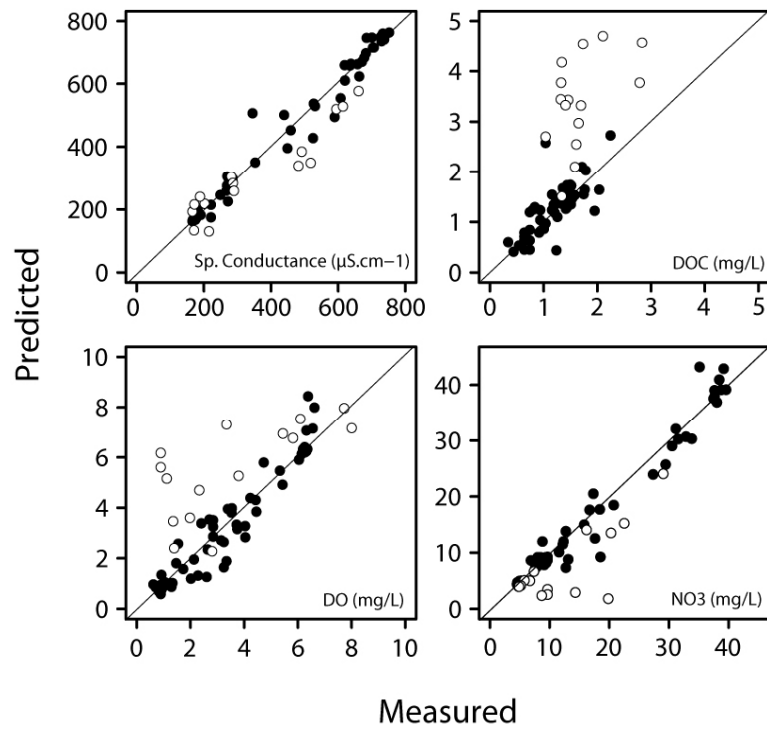


(Foulquier *et al.*, 2008)

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats

Influence des phénomènes de mélange sur les gradients verticaux de COD et OD



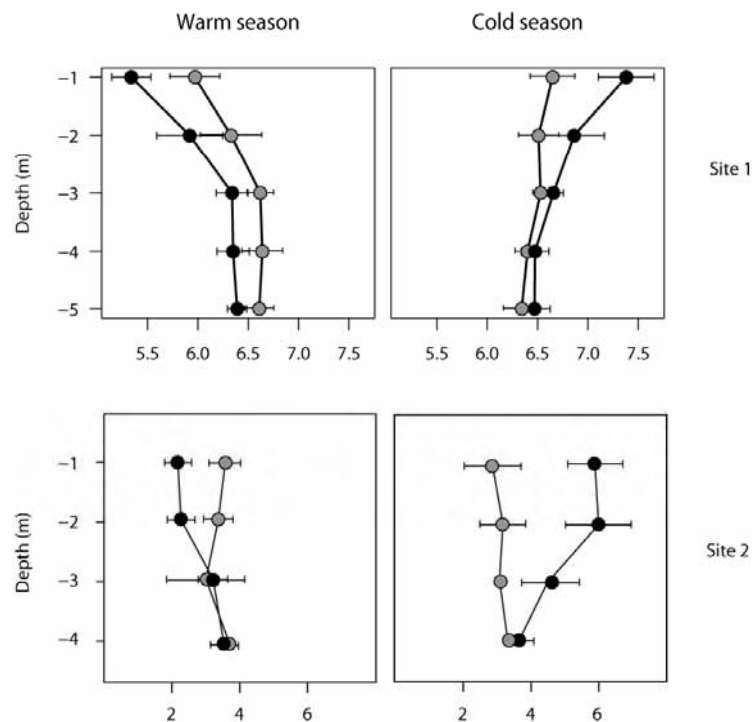
(Foulquier *et al.*, 2008)

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats

Influence des phénomènes de mélange sur les gradients verticaux de COD et OD

Oxygène dissous (mg/L)

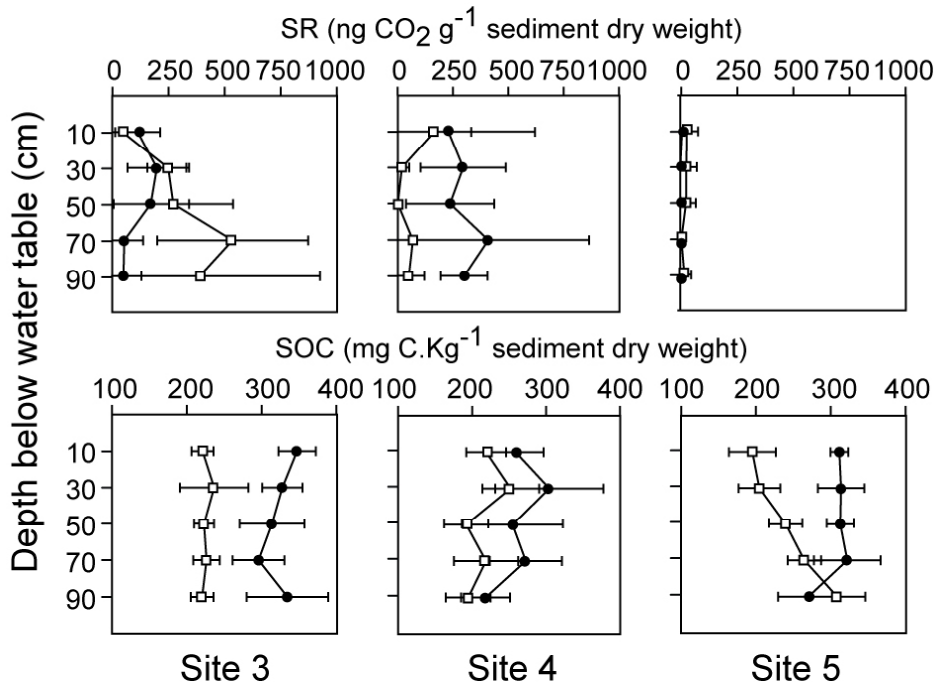


(Foulquier *et al.*, 2008)

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats

Effet de la recharge sur les respirations microbiennes et le carbone organique sédimentaire

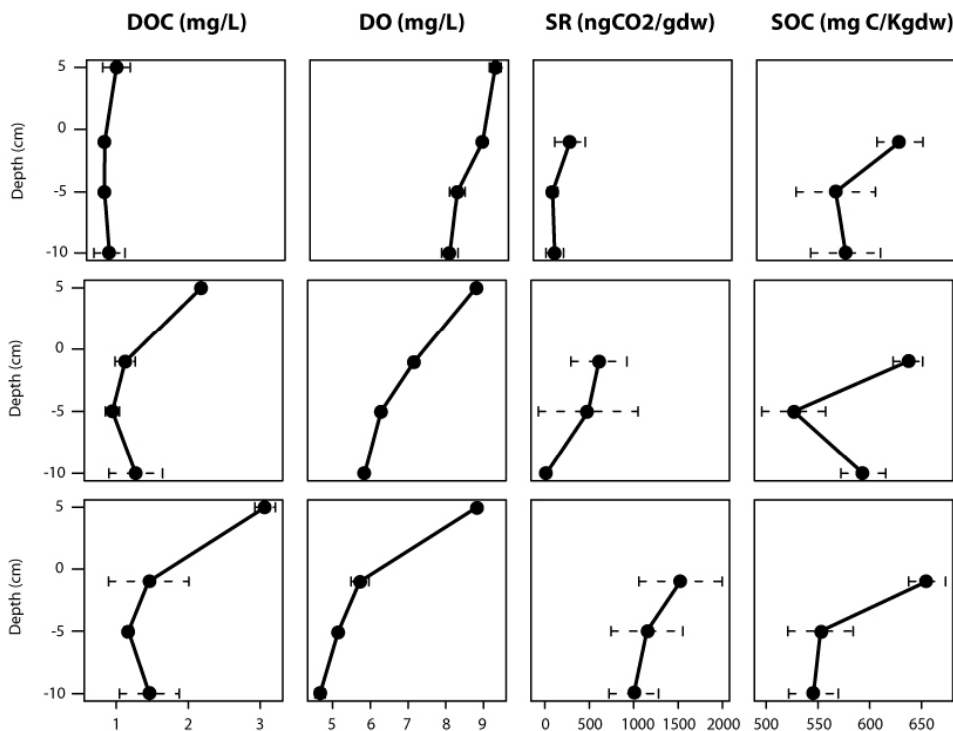


(Foulquier *et al.*, 2008)

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Résultats

Effet d'un apport croissant en COD sur les respirations microbiennes



(Foulquier *et al.*, 2008)

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Discussion

Effet de l'épaisseur de la zone non saturée et de la recharge sur les concentrations en COD et OD au toit des nappes

- Résultats obtenus comparables à ceux obtenus sur d'autres aquifères
- Augmentation des temps de résidence dans la zone non saturée diminue la quantité de COD apporté aux eaux souterraines
- La minéralisation du COD restant explique les concentrations plus faibles en OD pour les nappes peu profondes
- Augmentation des concentrations en COD sous les sites de recharge liée à l'infiltration d'eau pluviale
- Toujours deux scénarios possibles expliquant les concentrations plus faibles en OD:
 - minéralisation du COD
 - recharge par des eaux appauvries en OD lors du passage à travers le sol et la zone non saturée

Discussion

Influence des phénomènes de mélange sur les gradients verticaux de COD et OD

- Gradients verticaux de COD et OD lors des épisodes de recharge principalement expliqués par des phénomènes de mélange
- Incertitude sur les prédictions dans le cas de la première profondeur qui tend à surestimer les capacités de la nappe à se comporter comme un puits de COD
- Alternance des gradients d'OD en fonction des saisons alors que gradients décroissants de COD

Arguments forts pour une minéralisation du COD dans la zone non saturée et une recharge des nappes phréatiques par des eaux appauvries en OD

Discussion

Effet d'un apport croissant en COD sur les respirations microbiennes

- Absence de stimulation aux sites de recharge cohérente avec des gradients verticaux de COD et OD simplement dus à un phénomène de mélange
- Forte stimulation des respirations en microcosmes laissent penser que les apports arrivant au toit des nappes sont peu biodégradables

Minéralisation lors du passage à travers le sol et la zone non saturée ne laisse arriver au toit des nappes que la fraction faiblement biodégradable

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Conclusion

- Contradiction apparente entre processus de minéralisation observés aux sites de référence présentant une faible épaisseur de zone non saturée et gradients verticaux dus au mélange aux sites de recharge
- Vitesses d'écoulement vertical 10 fois plus élevées au toit des nappes lors des épisodes de recharge
- Nécessité de prendre en compte les phénomènes de mélange dans l'étude des gradients verticaux afin d'éviter de surestimer la capacité des nappes à agir comme un puits pour le COD provenant de la surface
- L'infiltration artificielle d'eau de ruissellement pluvial n'induit pas de profondes modifications du métabolisme des nappes phréatiques même dans le cas de nappes peu profondes
- Le sol et la zone non saturée sont des filtres efficaces en ce qui concerne le carbone organique dissous

3^e Séminaire Scientifique OTHU – 4 décembre 2008 – INSA de Lyon

Liste des participants
3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU
le 4 décembre 2008

NOM	Prenom	TITRE	SOCIETE	Service	Ville	Département
AIRES	Nadine	Chargée d'Etudes	Agence de l'Eau Seine Normandie	Direction des collectivités locales - Service technologie	NANTERRE	92
ANDREA	Gilles	Responsable du service Etudes et AMO	Lyonnaise des Eaux	Centre des Moyens Techniques	BORDEAUX	33
ANDRE-POYAUD	Nicolas	Etudiant	Université Lumière Lyon II	0	BRON	69
ARAMBOUROU	Hélène	0	L.R.O.P.	Chimie-Pollution-Epuration	TRAPPES	78
BACOT	Laëtitia	Chargé d'animation OTHU	GRAIE	0	VILLEURBANNE	69
BARRA	Adrien	etudiant master 1	Université Lumière Lyon II	0	LYON	69
BARRAUD	Sylvie	Maître de Conférence	INSA de Lyon	Laboratoire LGCIE - Directeur de l'OTHU	VILLEURBANNE	69
BARRAY	Sandrine	Chargée de projet Agriculture Eau Milieux	Syndicat Mixte d'Aménagement de la Bourbre		LA TOUR DU PIN	38
BECOUCHE	Céline	Doctorante	INSA de Lyon	Laboratoire LGCIE	VILLEURBANNE	69
BEDELL	Jean-Philippe	Chargé de recherche	E.N.T.P.E.	Laboratoire des Sciences de l'Environnement	VAULX EN VELIN	69
BEJUY	Pierre	Contrôle VRD	S.C.P. Plantier-Pruniaux-Guiller	0	LA BOISSE	1
BERTRAND-KRAJEWSKI	Jean-Luc	0	INSA de Lyon	Laboratoire LGCIE	VILLEURBANNE	69
BOISTARD	Pascal	Chef de l'UR QEPP	Cemagref	U.R. Qualité des Eaux et Prévention des Pollutions	LYON	69
BRANGER	Flora	0	Cemagref	U.R. Hydrologie-Hydraulique	LYON	0
BRAUD	Isabelle	responsable equipe Hydrologie des bassins versants	Cemagref	U.R. Hydrologie-Hydraulique	LYON	69
BREIL	Pascal	Chargé de Recherche	Cemagref	U.R. Hydrologie-Hydraulique	LYON	0
BRELOT	Elodie	Directeur	GRAIE	0	VILLEURBANNE	69
CANÇADO	Vanessa	Doctorante	INSA de Lyon	Laboratoire LGCIE	VILLEURBANNE	69
CARBONEL	Juliana	0	Service Navigation Rhône Saône	Service Eau Risques Environnement	LYON	69
CHAPGIER	Jean	Resp. unité stratégie et développement durable	GRAND LYON	Direction de l'Eau - Stratégie et développement durable	LYON	69
CHARPENTIER	Frédéric	Directeur	C3E Cabinet F.Charpentier	0	TREVOUX	1
CHERQUI	Frédéric	Maître de Conférence	INSA de Lyon	Laboratoire LGCIE	VILLEURBANNE	69
CINIER	David	Chargé de Mission SAGE	Syndicat Mixte d'Aménagement de la Bourbre		LA TOUR DU PIN	38
DE BECDELIEVRE	Laurence	Ingénieur TP	Ingédia	0	BRON	69
DEBENEDITTIS	Jérôme	Chargé de Mission	Veolia Eau	Centre Opérationnel Dauphiné Savoie	VALENCE	26
DEHAIL	Vincent	Ingénieur hydraulicien	SAUNIER et Associés	Agence de Clermont Ferrand	CLERMONT FERRAND	63

Liste des participants
3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU
le 4 décembre 2008

NOM	Prenom	TITRE	SOCIETE	Service	Ville	Département
DELILE	Hugo	Etudiant	Université Lyon II	0	LYON	69
DELOLME	Cécile	Enseignant Chercheur	E.N.T.P.E.	Laboratoire L.S.E.	VAULX EN VELIN	69
DEMBELE	Abel	Doctorant	INSA de Lyon	LGCIE	VILLEURBANNE	69
DESBORDES	Michel	Professeur	Polytech'Montpellier		ASSAS	34
DEUTSCH	Jean-Claude	0	CEREVE - ENPC	Président de l'Association Eurydice	MARNE LA VALLEE	77
DEVILLERS	Patrice	Technicien chargé de la police de l'eau	Service Navigation Rhône Saône	Service Eau Risques Environnement	LYON	69
DODANE	Evelyne	Responsable du Laboratoire	GRAND LYON	Direction de l'Eau - Laboratoire	PIERRE-BENITE	69
DORVAL	Farah	Doctorante	INSA de Lyon	Laboratoire LGCIE	VILLEURBANNE	69
DUMONT	Gil	Responsable Police des Eaux	Service Navigation Rhône Saône	Service Eau Risques Environnement	LYON	69
EHRISMANN	Jean-Paul	Ingénieur Principal	Communauté Urbaine de Strasbourg	Section Assainissement-Etudes et prospections	STRASBOURG	67
EINFALT	Thomas	Dr	Hydro & meteo GmbH&Co KG	0	LUEBECK	n07aut/icud05/n04aut/Jtohu
ESCARZAGA	David	Ingénieur B.E.	Ginger Environnement & Infrastructures	Service Ingénierie	MONTPELLIER	34
FAURE	Dominique	Dirigeant	Alicime	0	Messimy sur Saône	1
FLETCHER	Tim D.	Researcher	Monash University	Institute for Sustainable Water Resources	MELBOURNE	0
FOULQUIER	Arnaud	Doctorant	U.C.B.LYON 1	UMR 5023 - Laboratoire LEHF - Equipe HBES	VILLEURBANNE	69
GAUDET	Jean-Paul	0	L.T.H.E.	0	GRENOBLE	38
GONZALEZ	Carolina	Etudiante master	INSA de Lyon	LGCIE	VILLEURBANNE	69
GRANGER	Damien	Ingénieur	INSA de Lyon	Laboratoire LGCIE	VILLEURBANNE	69
GROSJEAN	Fabienne	0	Conseil Général de Haute Savoie	Cellule de l'Eau	ANNECY	74
GROSPRETRE	Loïc	Doctorant	Université Lumière Lyon II - UMR 5600	Faculté de Géographie, Histoire, Histoire de L'Art, Tourisme	BRON	69
GUIGLION	Gaëlle	Technicienne Police de l'Eau	Service Navigation Rhône Saône	Service Eau Risques Environnement	LYON	69
GUILLOUX	Julie	Chargée d'études	CETE de l'Est	Laboratoire Régional de Nancy - Services SOLEO	TOMBLAINE	54
JANKOWFSKY	Sonja	doctorant	Cemagref	U.R. Hydrologie-Hydraulique	LYON	0
JARRIGE	Pierre-Antoine	Directeur CIRAH	Safège Environnement	0	NANTERRE	92

Liste des participants
3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU
le 4 décembre 2008

NOM	Prenom	TITRE	SOCIETE	Service	Ville	Département
JULIA	Magali	Technicienne Laboratoire	GRAND LYON	Direction de l'Eau - Laboratoire	PIERRE-BENITE	69
LANDAS MANEVAL	Jacqueline	Ingénieur	Grenoble Alpes Métropole	0	GRENOBLE	38
LAUGA	Orane	Etudiante Master Hydrosystèmes	Université Lumière Lyon II	0	BEAUVOIR DE MARC	38
LEHMANN	Pierre	Technicien riviere	SAGYRC	0	GREZIEU LA VARENNE	69
LIBERT	Christine	Ingénieur Laboratoire	GRAND LYON	Direction de l'Eau - Laboratoire	PIERRE-BENITE	69
LIPEME-KOUYI	Gislain	Maître de Conférence	INSA de Lyon	Laboratoire LGCIE	VILLEURBANNE	69
LOUVET	Marnix	Technicien Police Eau	Service Navigation Rhône Saône	Service Eau Risques Environnement	LYON	69
LUCCHINACCI	Anne	Technicienne	GRAND LYON	Direction de l'eau - ETES	LYON	69
MALAGOUEN	Sonia	Technicien territorial	Mairie de Villeurbanne	Service hygiène et santé publique	VILLEURBANNE	69
MARIN	Philippe	Responsable Projets	S.D.E.I./Lyonnaise des Eaux	Centre Régional Rhône- Saône	RILLIEUX LA PAPE	69
MARMONIER	Pierre	0	U.C.B.LYON 1	Laboratoire Écologie des Hydrosystèmes Fluviaux	VILLEURBANNE	0
MAVRIDIS	Franck	Ingénieur	B&R Ingénierie Rhône-Alpes	0	MEYLAN	38
MERMILLOD BLONDIN	Florian	0	U.C.B.LYON 1	Laboratoire Écologie des Hydrosystèmes Fluviaux	VILLEURBANNE	0
METADIER	Marjolaine	Doctorante	INSA de Lyon	Laboratoire LGCIE	VILLEURBANNE	69
MOSNIER	Jean-Luc	Technicien à l'Unité ESC	GRAND LYON	Direction de l'eau - Bureau d'études	LYON	69
MOULENE	Patrick	Directeur général	Communauté d'agglomération porte de l'Isère	0	L'ISLE D'ABEAU	38
PAUTRAT	Patrice	Chargé d'Affaires	Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse	Délégation SIAM - Unité d'Intervention Centre	LYON	69
PERRODIN	Yves	Directeur Laboratoire	E.N.T.P.E.	Laboratoire L.S.E.	VAULX EN VELIN	69
PIONCHON	Pierre	Architecte- Paysagiste	Pierre Pionchon Paysagiste	0	LYON	0
PORTAL	Gérard	0	Atelier de L'aRue	0	GIVORS	69
PRIVOLT	Grégoire	Etudiante Master Hydrosystèmes	Université Lumière Lyon II	0	LYON	69
RENARD	Florent	Doctorant	Université Lyon III	LCRE	LYON	69
ROUX	Anne Sophie	Etudiante Master Hydrosystèmes	Université Lumière Lyon II	0	LYON	69
ROUX	Gwénaelle	Chargée de mission	E.N.T.P.E.	Laboratoire L.S.E.	VAULX EN VELIN	69
SALOMON	Daniel	Ingénieur Hydraulicien Conseil	Hydraulicana	0	BREMONDANS	25
SAULAIS	Muriel	Etudiante Master	E.N.T.P.E.	Laboratoire des Sciences de l'Environnement	VAULX EN VELIN	69
SCHMITT	Laurent	Maître de Conférence	Université Lumière Lyon II - UMR 5600	Faculté de Géographie, Histoire, Histoire de L'Art, Tourisme	BRON	69

Liste des participants
 3ème Séminaire Scientifique de l'OTHU
 le 4 décembre 2008

NOM	Prenom	TITRE	SOCIETE	Service	Ville	Département
SCRIBE	Benoît	Paysagiste	Gautier Conquet & Associés	Architectes paysagistes	LYON	69
SIBEUD	Elisabeth	Responsable Service Etudes	GRAND LYON	Direction de l'Eau	LYON	69
SOUREILLAT	Aude	Chargée d'études	C 2 I	0	CHAPONOST	69
SUTTER	Lisa	0	Service Navigation Rhône Saône	Service Eau Risques Environnement	LYON	69
VERVIER	Philippe	Directeur	ECOBAG	C/O CESAC	TOULOUSE	31
WERLEN	Eric	Hydrologue	Etat de Genève - DomEau SECOE	Service Cantonal de l'Ecologie de l'Eau	AÏRE	ETR

Partenaires du Séminaire



GRANDLYON
communauté urbaine

**CLUSTERS
DE RECHERCHE**
RHÔNE-ALPES
ENVIRONNEMENT

ZABR

graie

GRUPE DE RECHERCHE RHONE-ALPES
SUR LES INFRASTRUCTURES ET L'EAU
BP 52132 - 69603 Villeurbanne cedex - France
Tél. : 04 72 43 83 68 • Fax : 04 72 43 92 77
E.mail : asso@graie.org - www.graie.org