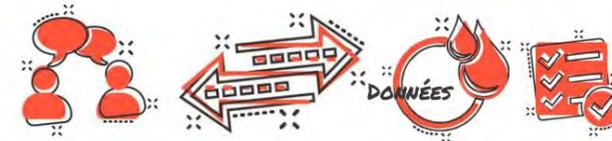


# SÉMINAIRE INTERNE

"Séminaire Doctorants OTHU "

& " 4e Séminaire données/Métadonnées OTHU "

27 septembre 2019 – ENTPE – Vaulx-en-Velin



### CONTEXTE :

Deux temps FORTS au cours de cette journée :

**PARTIE 1** – le MATIN : SEMINAIRE DOCTORANTS OTHU - Séminaire de recherche et d'échange interne de l'OTHU basé sur l'intervention de doctorants.

L'objectif de cette réunion est de faire connaître les recherches qui exploitent des données issues de l'OTHU ou connexes à l'OTHU et à faire communiquer les chercheurs des différents laboratoires

**PARTIE 2** – l'après-midi : 4e Séminaire Données/Métadonnées OTHU. Les masses de données accumulées au sein de l'OTHU depuis sa création constituent une richesse incontestable de l'observatoire. Depuis le premier séminaire lancé en 2009, de nombreuses démarches et outils ont été bâtis et cette année 2019 marque une nouvelle étape car par le renouvellement de la convention Métropole de Lyon /OTHU nous avons décidé d'intégrer les métadonnées de l'observatoire dans une nouvelle base de métadonnées hébergée par de la métropole et compatible avec leur service data.grandlyon.com.

Pour avancer sur cette intégration, prendre connaissance des résultats de l'enquête « état des lieux Données et capitalisation OTHU » 2019, prendre des décisions sur ces différents points & poursuivre les échanges un 4<sup>e</sup> séminaire d'échanges est proposé.

### PARTICIPANTS :

NOM	Prénom	SOCIETE
Bacot	laëtitia	GRAIE- OTHU
Bertrand-Krajewski	Jean-Luc	INSA Lyon (après midi)
Bonneau	Jérémie	Irstea
Bouchali	Rayan	UDL
Branger	Flora	Irstea
Braud	Isabelle	Irstea
Brelot	Elodie	GRAIE (après midi)
Cournoyer	benoit	Vetagro Sup – UCBL (matin)
Lassabatere	Laurent	Entpe

Lebon	Yohan	ENTPE - UCBL
Lipeme Kouyi	Gislain	INSA Lyon
Mandon	Claire	INSA L yon EVS
Mermillod-Blondin	Florian	UCBL - CNRS
Riviere	Nicolas	INSA Lyon (après midi)
Siberchicot	Rémi	GRAIE - ZABR
Vacherie	Stéphane	INSA Lyon
Walcker	Nicolas	INSA Lyon
Wiest	Laure	Institut de Sciences Analytiques
Zhan	Qiufang	INSA Lyon



## PROGRAMME

9h00 : ACCUEIL 

9h15 -9h30 : Ouverture de la Journée | *Flora Branger, IRSTEA et Gislain Lipeme Kouyi, INSA LYON - Co-présidents de l'OTHU*

9h30 -12h30 : SEMINAIRE DOCTORANTS OTHU **[PARTIE 1]**  
Cadrage/animation - *Gislain Lipeme Kouyi, INSA LYON Deep - Co-président de l'OTHU --->Page 7*

### Présentation d'une 20aine de minutes suivis d'une discussion :

9h30 - Isabelle Braud présentation thèse *William Pophillat* - Conséquences d'une systématisation des pratiques d'infiltration à la parcelle des pluies courantes à l'échelle de petits bassins versants urbains et péri-urbains – Apports de la modélisation intégrée - IRSTEA - Thèse débutée en 2019 --->**Page 11**

10h - *Rayan Bouchali* - Incidence des organisations et activités urbaines sur la structuration de la diversité bactérienne dont la dissémination d'espèces pathogènes et la sélection de génotypes virulents et résistants aux antimicrobiens - Ecologie Microbienne Lyon / INSA EVS - Thèse LUS débutée en 2019 --->**Page 19**

10h30 - *Qiufang Zhan* - Fonction des sols urbains développés sur les sédiments d'assainissement pluvial - INSA DEEP - Thèse débutée en 2019 --->**Page 33**

11h00 - *Yohan Lebon* - Réponses des communautés microbiennes souterraines aux perturbations engendrées par les pratiques d'infiltration des eaux pluviales dans les nappes phréatiques. - Thèse ENTPE/Lyon 1 débutée en octobre 2018, Ecole doctorale E2M2 --->**Page 38**

11h30- *Claire Mandon* - La ville par ses objets: quelques éléments d'une caractérisation des environnement urbains produits, EVS. Thèse débutée en 2015 --->**Page 52**

12h00 –Laure Wiest présentation de la thèse de *Lucie Pinasseau* - Criblage suspect de polluants émergents dans les eaux souterraines et de ruissellement par échantillonnage passif couplé à la spectrométrie de masse haute résolution UCBL ISA, et LEHNA IPE. Thèse débutée en 2017 --->**Page 46**

12h30 – 14h00 : DEJEUNER AU CROUS

14h00 – 17h00 : 4E SEMINAIRE DONNEES/METADONNEES OTHU **[PARTIE 2]**

14h00 -14h15 : Introduction / Contexte - *Flora Branger, Co-présidente de l'OTHU --->Page 58*

14h15 – 14h45 : enjeux nationaux et européens de l'ouverture des données ; l'exemple d'OZCAR  
*Isabelle Braud, IRSTEA RiverLy / IR OZCAR --->Page 62*

14h45- 15h30 – Résultats de l'Enquête « état des lieux Données et capitalisation OTHU » 2019 & avancement de la nouvelle base de métadonnées OTHU hébergée par la Grand Lyon – *Nicolas Walcker, INSA DEEP Responsable Technique OTHU et gestion des données OTHU --->Page 72*

15h30- 16h30- Echanges discussions – DEBAT

16h30-17h00- Synthèse/ Perspectives : définition des actions à mettre en œuvre pour la suite – VOTE – carnet de route 2020

17h00 : FIN DU SEMINAIRE





## SÉMINAIRE INTERNE

"Séminaire Doctorants OTHU "  
& "4e Séminaire données/Métadonnées OTHU "

27 septembre 2019 – ENTPE – Vaulx-en-Velin

# PARTIE 1

## SEMINAIRE DOCTORANTS OTHU

27/09/2019 - ENTPE

Diapositive «N°»







# Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine



**Gislain Lipeme Kouyi,**  
Co-président de l'OTHU

GRANDLYON  
la métropole

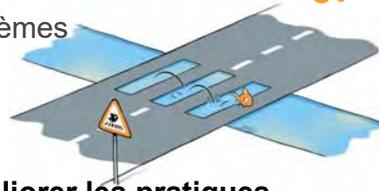
- ▶ Outil d'appui à la recherche sur les rejets des eaux urbaines et leurs impacts sur les milieux récepteurs
- ▶ Constitué d'un ensemble de capteurs in situ – depuis plus de 20 ans sur la Métropole de Lyon pour produire des données sur le long terme
- ▶ Observer pour comprendre et proposer de nouvelles solutions de conception et de gestion de l'assainissement

[www.eaumelimelo.org](http://www.eaumelimelo.org)

**OTHU**  
Observer sur le long terme pour mieux connaître le cycle urbain de l'eau & Agir

### Observer pour comprendre

- 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



### Comprendre pour améliorer les pratiques

- Suivi météorologique (surveillance)
- Conception & gestion des ouvrages
- Outils d'aide à la décision

Objectifs

**12 équipes / 9 établissements**  
(~110 Chercheurs, 37 tech, IE et IR - 14 Thèses en cours)

**Opérationnels**

**Animation/Valorisation**

Partenariat

## ACCORD-CADRE OTHU/AERMC 2019/2024

### Fonctionnement par projets/actions de recherche – 3 Axes retenus

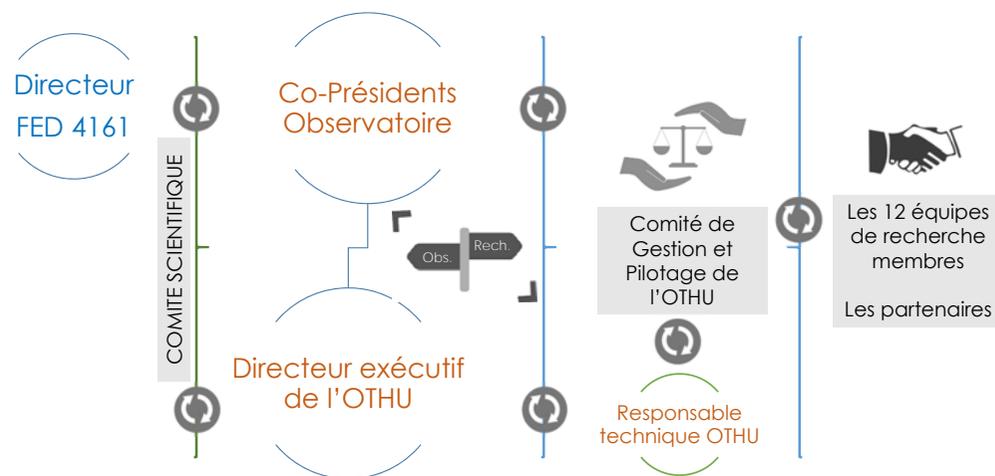


- **Axe 1** : Stratégies et outils opérationnels pour la gestion des sédiments accumulés dans les bassins de rétention/infiltration
- **Axe 2** : Comment mieux mesurer pour évaluer la qualité des RUTP et leurs impacts
- **Axe 3** : Techniques alternatives (TA) et leur robustesse vis-à-vis du changement des pratiques et des effets du changement climatique sur l'assainissement ?

### EXEMPLES DE PROJETS :

| Sur 2019, Deux projets de recherche ont été retenus et devraient débuter fin 2019 | FINANCEMENT 50%

- **CHEAP'EAU** | Solutions innovantes à bas cout pour le suivi des systèmes de gestion des eaux urbaines ( Lyon2 IRG (pilote) , INSA Deep, IRSTEA RiverLy, ISA, AEGIR, Graie) - Durée 24 mois
- **DESIR** | Développement et évaluation de stratégies de gestion durable des sédiments de bassins d'infiltration et de rétention des eaux pluviales (INSA Deep (pilote), BRGM, VetagroSup LEM , ENTPE Lehna IPE, Provedeems, Graie) - Durée 24 mois



**OTHU**

**B.V de l'Yzeron**  
BV périurbain  
Rés. Unitaire  
Rejet par DO  
Impact rivière

**Ecocampus la Doua**  
BV urbain tertiaire  
Rés. Sép. Pluvial  
Tech. Alternatives innovantes  
Analyse performantelle  
Impact nappe peu prof.

**Chassieu Django Reinhardt**  
BV urbain industriel  
Rés. Sép. Pluvial+BR+BI

**Paramètres**

- D Débitmétrie
- P Pluviométrie
- T Température d'eau
- pH pH
- C Conductivité électrique
- Turb Turbidité
- sed Prél. Sédiments

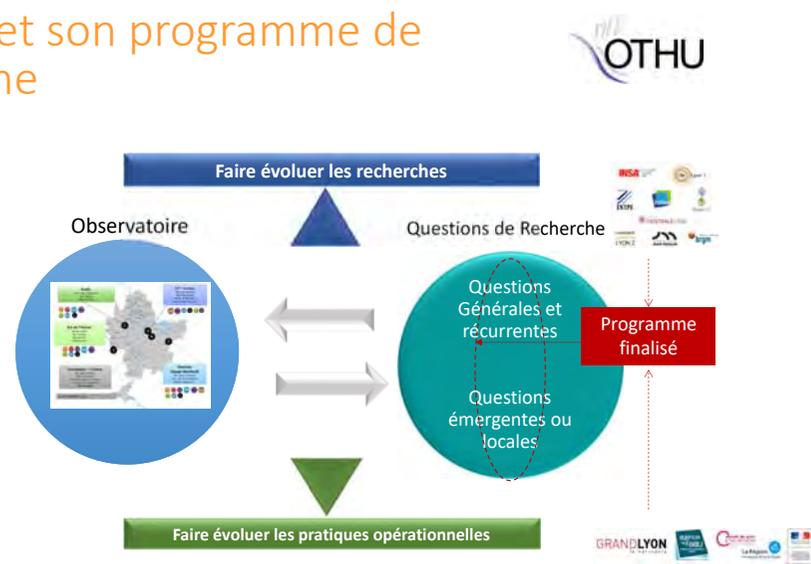
**Les sites**

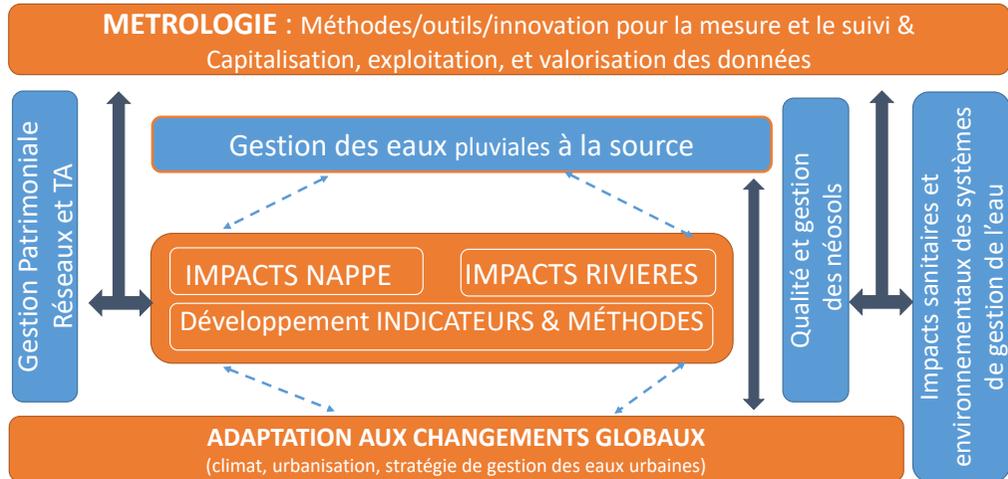
**+ sites satellites (13 bassins) \***  
Bassins (Saint-Jovannet de Murey, Carréau (Dolomieu), Centre Router (Chassieu), Charbonnier (Verissieux), Chemin de Feyzin (Mions), Chemin de Raquin (Chassieu), Grosbois terres (Saint-Bonnet de Murey), Granges Blanches (Corbas), Leader (Saint-Priest), Leqhal (Corbas), Miroir (Saint-Priest), Piteval du plan (Saint-Priest), Pholles (Dolomieu), Revauxon (Grenay), Triangle de Bron (Bron) et ZAC du Chêne (Chassieu))

**+ 4 sites ateliers remobilisables projets de recherche DSM Satho**  
filtre planté de Marcy l'Etoile,  
Grézieu la varenne, Ecully

**Un ensemble de dispositifs de mesure installés sur les syst. d'assainissement et milieux récepteurs Pérenne, multidisciplinaire & multi-points de vue**

## L'OTHU et son programme de recherche





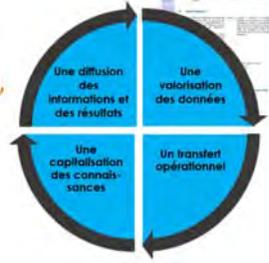
Programme FINALISE OTHU

Légendes :

- Thématiques historiques
- Thématiques émergentes

## Une force d'animation et de valorisation Transfert des résultats... avec le graie

- Animation de l'OTHU (direction exécutive)
- Des publications adaptées  
medias variés : Films, fiches techniques, guides, rapports, ...
- Un site internet vivant (57 560 visites /an)
- Des conférences nationales (+ de 200 personnes, dernière en 2015), des restitutions spécifiques de prg de recherche (Programme Micromegas 110 participants)
- Une page **Twitter** de l'observatoire ([Lien](#)) (160 abonnés) ;
- Une **ResearchGate OTHU** ([Lien](#)) (467 lectures de la page, 63 abonnés, 1567 publications OTHU référencées)
- Autre valorisation :  
Conférence internationale NOVATECH ,  
Web série Meli Melo  
Parcours pédagogique sur le Campus, Coordination de rédaction d'ouvrage , appui à la coordination de Prg de recherche



## Programme FINALISE OTHU

### Exemple de Projets de recherche en appui sur OTHU actuels ou passés :

- **ConScéQuanS**-INSA/IRSTEA/ENTPE : Construction et analyse par modélisation de scénarios de gestion quantitative à différentes échelles et robustesse des ouvrages à la source face aux changements globaux ( 2019/2020)
- **INFILTRON**: Dispositif INFILTRON pour une évaluation des fonctions infiltration & filtration des sols urbains dans un contexte de gestion des eaux pluviales ( 2017-2021 ) ANR
- **FROG** : Réponses fonctionnelles des aquifères souterrains aux pratiques d'infiltration en milieu urbain (2017-2021) ANR
- **HIREAU** : Comment reconstituer l'Histoire des Réseaux d'assainissement et d'EAU potable – application sur le territoire de la Métropole de Lyon
- **MICROMEGAS** : Rôle des techniques alternatives sur la gestion des micropolluants dans les RUTP - Comparaison système centralisé / système à la source (2015-2019) ONEMA/AERMC/METS
- **CHRONOTHU** : Etude de l'évolution et de la variabilité de la qualité des eaux urbaines en temps de pluie sur la dernière décennie Capitalisation des chroniques de l'OTHU (2014/2015) AERMC
- **CABRRES**: Caractérisation chimique, microbiologique, écotoxicologique, spatio-temporelle des contaminants des Bassins de Retenue des eaux pluviales urbaines : évaluation et gestion des Risques Environnementaux et Sanitaires associés (2012-2017)
- **OMEGA** : Outil Méthodologique d'aide à la Gestion intégrée d'un système d'Assainissement (2010/2013)
- **INVASION**: Les contaminants microbiens introduits lors d'évènements pluvieux dans les rivières en milieu péri-urbain: conséquences écologiques et dangers pour la santé (2008/2012)

Exemples – Non exhaustifs ...

## A télécharger ...

Films, images  
fiches techniques, guides,  
rapports...





## Conséquences d'une systématisation des pratiques d'infiltration à la parcelle des pluies courantes à l'échelle de petits bassins versants

Apports de la modélisation intégrée

William POPHILLAT

Docteurant : William Pophillat

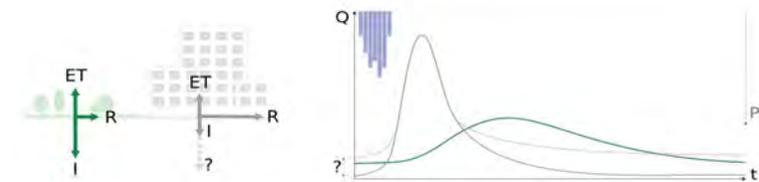
Encadrement : Isabelle Braud (directrice), Fabrice Rodriguez (directeur), Jérémie Sage (encadrant)

1

## I.1. Urbanisation et cycle de l'eau

### Impacts sur le bilan hydrologique et les écoulements de surface

- Artificialisation des surfaces (recouvrements « imperméables », compactations et remaniements des sols « naturels », ...)  
→ *Diminution des possibilités d'infiltration et d'évapotranspiration au profit du ruissellement*
- Ruissellement rapide vers l'exutoire sur les surfaces et en réseau  
→ *Diminution du temps de réponse, augmentation du pic de crue (Q et V)*
- Nouvelles sources de recharge  
→ *Niveau de nappe et débit de base ?*

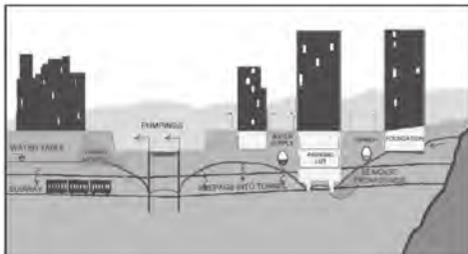


2

## I.1. Urbanisation et cycle de l'eau

### Impacts sur les écoulements souterrains

- Sources (fuites, arrosage excessif, ...) et puits (pompages, drains, ...) anthropiques  
→ *Perturbation du bilan et des écoulements*
- Effet de barrière généré par les ouvrages imperméables  
→ *Perturbation des écoulements*
- Structure fortement hétérogène (géologie naturelle + action anthropique) et associée à un faible niveau de connaissance  
→ *Écoulements complexes et fortement incertains*



Source : Vazquez-Suné et al., 2005

3

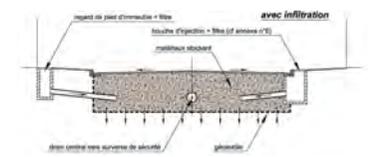
## I.2. Abattement à la source des eaux pluviales

### Multiplication des ouvrages d'infiltration

- Variété, simplicité et performances des dispositifs  
→ *Largement encouragés par les pouvoirs publics*
- Multiplication : ParisPluie, Lyon ville perméable, sponge cities, ...
- Manque de connaissances quant à l'incidence d'un cumul d'ouvrages sur le fonctionnement hydrologique du bassin



Source : Sage, 2016



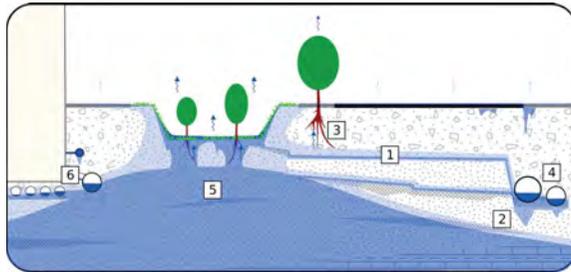
Source : Lille métropole, 2012

4

### I.3. Ouvrages d'infiltration et cycle de l'eau

#### A l'échelle de l'ouvrage

- Variabilité spatiale et temporelle des processus gouvernant l'abattement
  - **Variabilité des performances en surface et des volumes infiltrés**
- Concentration des écoulements
  - **Surélévation localisée de la nappe**
- Complexité et méconnaissance du compartiment souterrain
  - **Incertitude sur le devenir souterrain des eaux infiltrées**



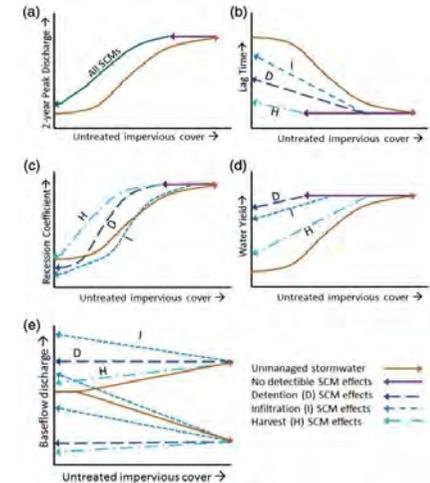
5

### I.3. Ouvrages d'infiltration et cycle de l'eau

| 12 |

#### A l'échelle du bassin

- Maîtrise du ruissellement
  - **Bonne capacité pour des pluies courantes**
  - **État final différent du « naturel »**
- Rétablissement des flux d'évapotranspiration
  - **Dépend largement du ratio entre surfaces « imperméables » et perméables (not. ouvrages)**
- Rétablissement du niveau de recharge des nappes
  - **Augmentation des volumes infiltrés : augmentation (localisée et globale) du niveau de la nappe**
  - **Risque de surcompensation**



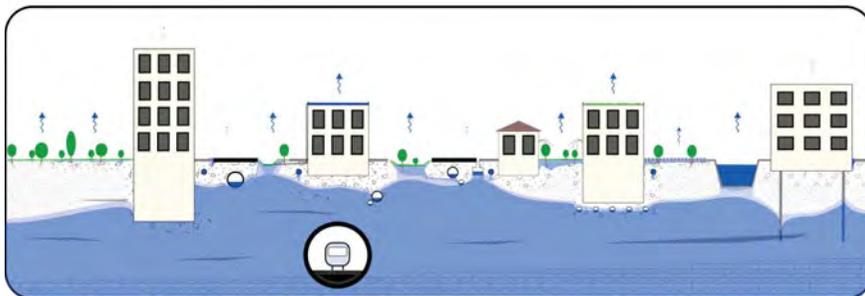
Source : Jefferson et al., 2017

6

### I.3. Ouvrages d'infiltration et cycle de l'eau

#### A l'échelle du bassin

- Influence forte du contexte local (climatique, hydrogéologique, occupation des sols, pratiques locales de gestion de l'eau) : Singularité du fonctionnement hydrologique
  - **Rôle des paramètres ? Devenir des eaux infiltrées ?**
- Influence de nombreux processus intervenant à des échelles spatio-temporelles variées (renforcée par l'hétérogénéité spatiale des paramètres)
  - **Rôle des processus locaux ? Lien échelles locale/globale ?**



7

### I.4. Approches de modélisation

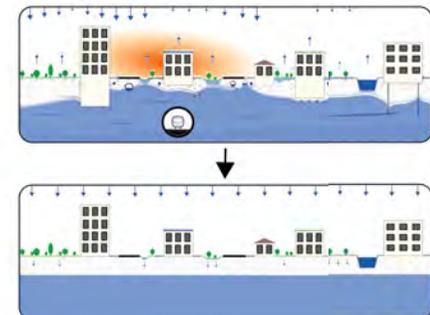
#### Questionnements associés à l'utilisation des modèles distribués

Adéquation des représentations à l'échelle de discrétisation ? Représentation sous-maille de la variabilité ?

Validité des hypothèses de modélisation relativement à la non-linéarité du système ?

Adéquation de la représentation aux données ? Validité des hypothèses de modélisation non validées ?

Exactitude de la représentation ? Equifinalité ? Niveau de confiance associé aux résultats ?



8

## II.1. Objectifs généraux du travail

Quel est l'impact d'une infiltration à la source systématique des pluies courantes sur les composantes du bilan hydrologique d'un petit bassin versant urbanisés de quelques hectares à quelques km<sup>2</sup> ?

→ Préciser le rôle des facteurs gouvernant l'impact (caractéristiques du bassin, stratégie d'infiltration et processus dominants)

- Bassins ne dépassant pas quelques km<sup>2</sup>, périodes continues de quelques années
- Approche par modélisation hydrologique distribuée (modèle URBS) → contribution au développement du compartiment souterrain

→ Préciser le lien entre échelle locale et échelle du bassin

→ Apporter une contribution méthodologique pour la modélisation de bassins versants anthropisés soumis à des stratégies de gestion à la source des eaux pluviales

- Degré de complexité du modèle relativement aux systèmes, aux données disponibles et aux objectifs de modélisation ?

9

## II.2. Démarche générale

| 13 |

1) Évaluation et consolidation de l'outil de modélisation utilisé (URBS)

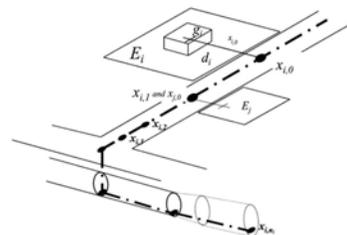
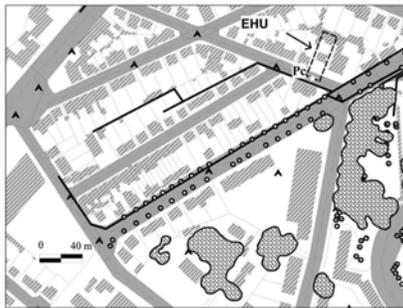
2) Définition et simulation de scénarios théoriques représentant différentes stratégies et différents contextes

3) Évaluation des apports et limites de l'approche de modélisation distribuée par application du modèle aux cas d'étude de la ZAC du Moulon et un site Rhône-Alpin

10

## III.1. Choix d'un modèle

Le modèle URBS



- Parcelle cadastrale
- ▨ Bâtiment
- Rue (linéaire)
- Réseau d'assainissement
- ▨ Rue (tronçon surfacique)
- ▨ Arbres
- ▲ Point coté (altitude)

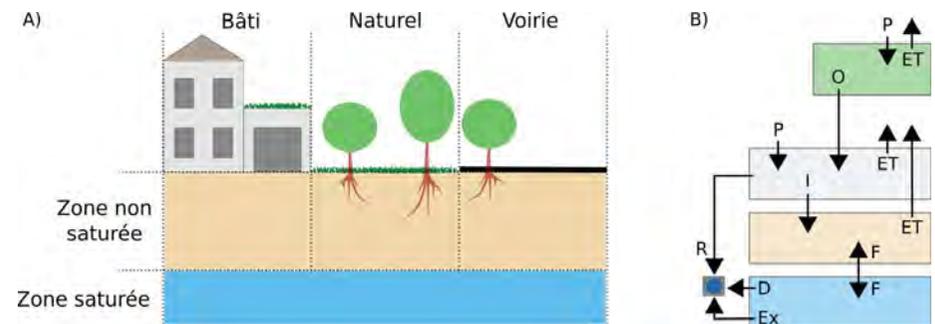
Source : Rodriguez et al., 2018

→ Représentation fine du milieu urbain suivant ses éléments structurants

11

## III. Choix d'un modèle

Le modèle URBS



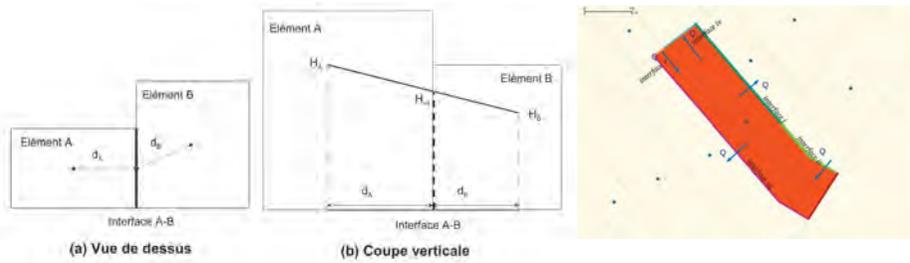
→ Prise en compte de nombreux processus, dont certains fréquemment négligés

→ Approche complètement intégrée (du point de vue des flux hydrique)

12

### III. Choix d'un modèle

#### Le modèle URBS



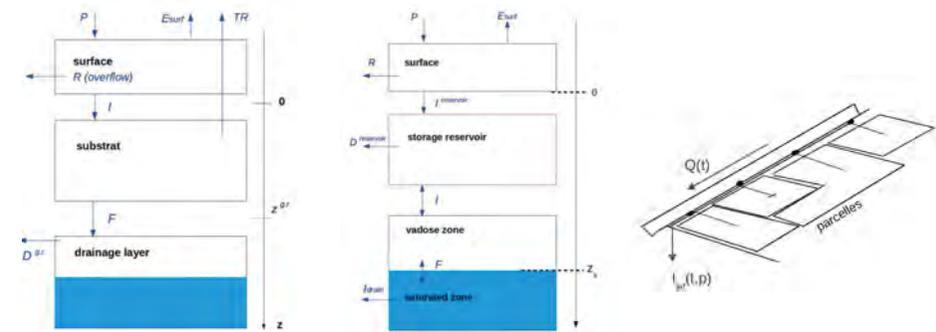
Source : Branger, 2007

Source : Li, 2015

→ *Représentation des écoulements latéraux en zone saturée*

### III. Choix d'un modèle

#### Le modèle URBS



Représentation des toitures végétalisées (Li, 2015)

Représentation des chaussées à structure réservoir (Li, 2015)

Représentation des noues (Li, 2015)

→ *Représentation de différentes TA*

### IV. Consolidation du module d'écoulement en ZS

#### Évaluation du module actuel

→ Déterminer les limites du module vis-à-vis des objectifs (adaptations éventuelles et compréhension des résultats). En particulier, sa capacité à simuler :

- La dynamique de réponse à une perturbation localisée
- Les écoulements en géologie hétérogène
- Pour la discrétisation utilisée dans URBS (parcelles urbaines)

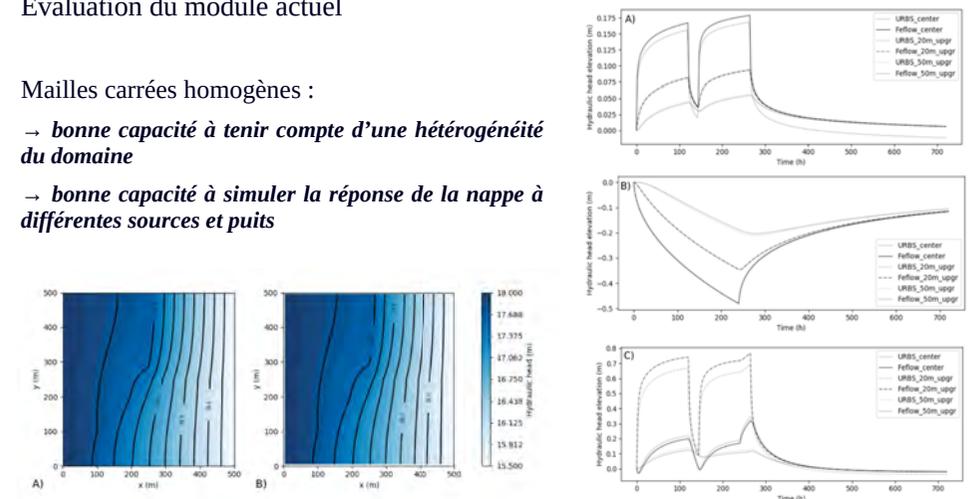
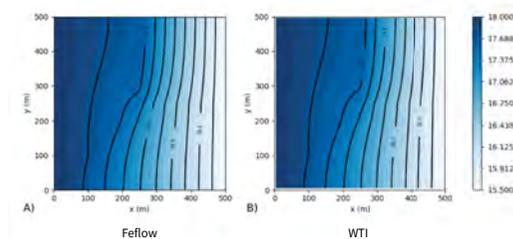
### IV. Consolidation du module d'écoulement en ZS

#### Évaluation du module actuel

Mailles carrées homogènes :

→ *bonne capacité à tenir compte d'une hétérogénéité du domaine*

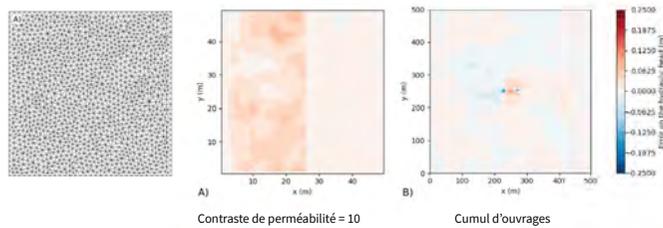
→ *bonne capacité à simuler la réponse de la nappe à différentes sources et puits*



## IV. Consolidation du module d'écoulement en ZS

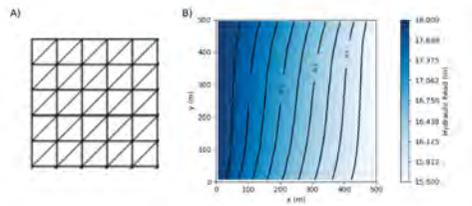
### Évaluation du module actuel

Mailles quelconques : dégradation des résultats, erreur localisée (écoulements numériques loc ux)



Contraste de perméabilité = 10

Cumul d'ouvrages



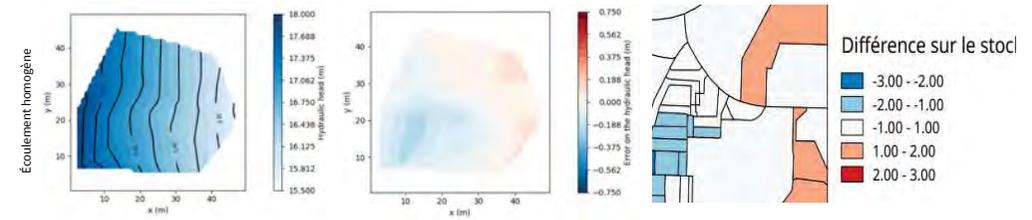
17

## IV. Consolidation du module d'écoulement en ZS

| 15 |

### Évaluation du module actuel

Parcelles urbaines (hétérogènes dans la forme et les dimensions) → dégradation des résultats (dynamique et répartition)



Contraste de perméabilité = 10

Cumul d'ouvrages

18

## IV. Consolidation du module d'écoulement en ZS

### Évaluation du module actuel

Conclusions :

- + Capacité à tenir compte d'un certain niveau d'hétérogénéité du compartiment souterrain
- + Capacité à reproduire la dynamique d'évolution de la nappe sous une sollicitation donnée
- 2D (anisotropie, nappes perchées, ...), mode de résolution
- Forte sensibilité à la discrétisation spatio-temporelle :
  - **Adaptation échelle/processus étudiés (dimension des mailles)**
  - **Erreurs numériques (algorithme adapté aux mailles carrées)**

19

## IV. Consolidation du module d'écoulement en ZS

### Consolidation du module

**Pallier les limites mises en évidence concernant l'influence de la discrétisation spatiale du domaine**

Adéquation échelle des mailles/processus étudiés

→ **Redécoupage des UHEs** (méthode Pedro Sanzana)

Erreurs numériques liées à l'incompatibilité du code aux mailles quelconques. Deux possibilités :

- Adopter un maillage régulier (mailles carrées) pour le souterrain (lien avec les UHEs en surface ?)
- **Adapter le code**



20

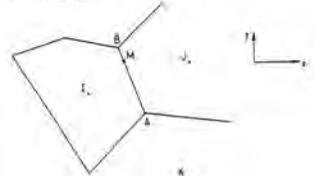
## IV. Consolidation du module d'écoulement en ZS

### Consolidation du module

Pallier les limites observées (adaptation au maillages quelconques) tout en :

- Conservant un niveau de complexité équivalent (2D résolution explicite, ...);
- Limitant les modifications du code de calcul initial.

*Solution proposée* : Approche de différences finies intégrées présentée dans l'ouvrage « Hydrogéologie quantitative » de Ghislain de Marsily (De Marsily, 1981)

$$\int_{AB} \left( T_x \frac{\partial h}{\partial x} n_x + T_y \frac{\partial h}{\partial y} n_y \right) ds$$


$$h_i = h_m + (x_i - x_m) \left( \frac{\partial h}{\partial x} \right)_m + (y_i - y_m) \left( \frac{\partial h}{\partial y} \right)_m$$

$$h_j = h_m + (x_j - x_m) \left( \frac{\partial h}{\partial x} \right)_m + (y_j - y_m) \left( \frac{\partial h}{\partial y} \right)_m$$

$$h_k = h_m + (x_k - x_m) \left( \frac{\partial h}{\partial x} \right)_m + (y_k - y_m) \left( \frac{\partial h}{\partial y} \right)_m$$

$$\left( \frac{\partial h}{\partial x} \right)_m = \frac{(H_j - H_i)(y_k - y_i) - (H_k - H_i)(y_j - y_i)}{(x_j - x_i)(y_k - y_i) - (x_k - x_i)(y_j - y_i)}$$

$$\left( \frac{\partial h}{\partial y} \right)_m = \frac{(H_j - H_i)(x_k - x_i) - (H_k - H_i)(x_j - x_i)}{(x_j - x_i)(y_k - y_i) - (x_k - x_i)(y_j - y_i)}$$

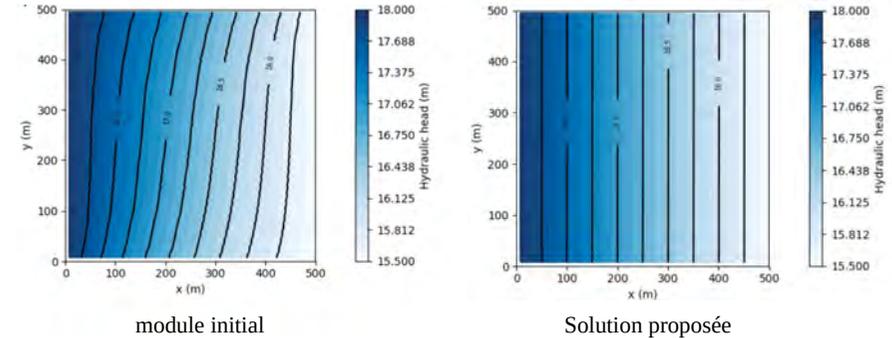
(De Marsily, 1981)

21

## IV. Consolidation du module d'écoulement en ZS

| 16 |

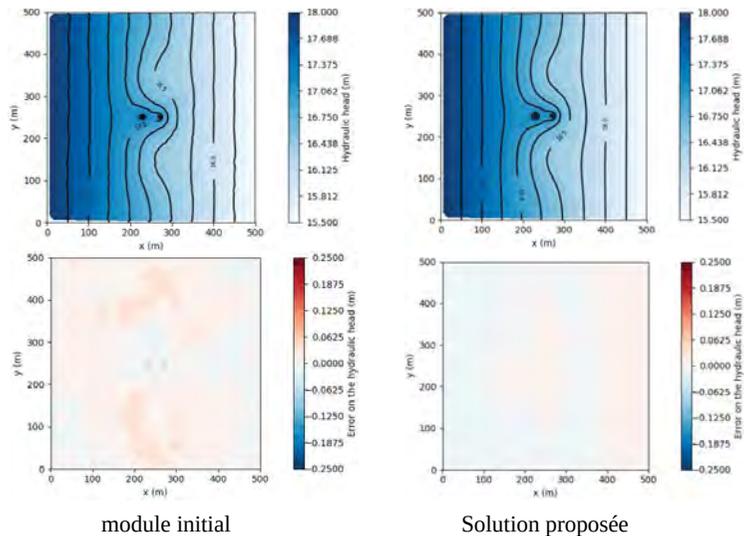
### Consolidation du module



22

## IV. Consolidation du module d'écoulement en ZS

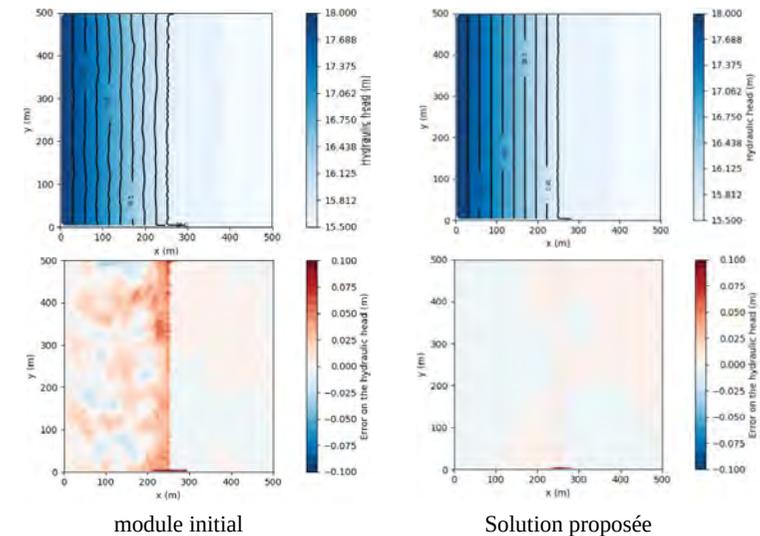
### Consolidation du module



23

## IV. Consolidation du module d'écoulement en ZS

### Consolidation du module

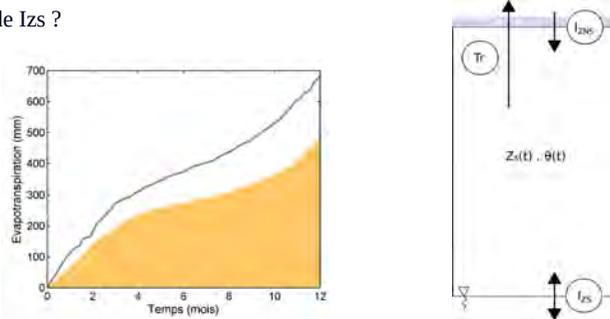


24

## V. Consolidation du module d'écoulement en ZNS

### Représentation actuelle

- **Estimation de  $I_{zns}$**  : à  $K_s$  ; n'intègre pas la pluie au pdt courant ; peut être impactée par le calcul du ruissellement
- **Estimation de  $Tr$**  : estimation du stock disponible pour l'évapotranspiration sur la base de  $\theta$  moyen sur l'épaisseur totale de ZNS ; Évaporation si saturée ? Influence de la profondeur racinaire ? Réalisme d'une densité racinaire constante ?
- **Représentation de la géologie** avec la profondeur si informations disponibles ?
- Dynamique de  $I_{zs}$  ?



25

## V. Consolidation du module d'écoulement en ZNS

| 17 |

### Représentation proposée

- Critères de choix :
  - Modélisation à base physique
  - Possibilité de représenter différentes géologies
  - Estimation plus précise de la dynamique et des volumes de :
    - ↳  $Tr$  (i.e. de la teneur en eau dans la ZR) → **abattement volumique par ET**
    - ↳  $I_{zns}$  → **abattement volumique par infiltration**
    - ↳  $I_{zs}$  → **dynamique de recharge (de réponse) de la nappe**
- Littérature :
  - Richards (lourd en temps de code et de calcul) : ISBA DIF, Mike She, PUMMA, ...
  - Réservoirs superposés (nombreuses approches de paramétrisation considérant généralement un drainage libre en limite basse) : ISBA 3L, Mike She, WEP, ...
- Choix : Réservoirs superposés avec paramétrisation type WEP (Jia et al., 2001)
  - Calcul lors d'événement intense avec GA (Jia et al., 1997)
  - En dehors de ces périodes, échanges Darcien classiques entre les réservoirs et transpiration par la végétation

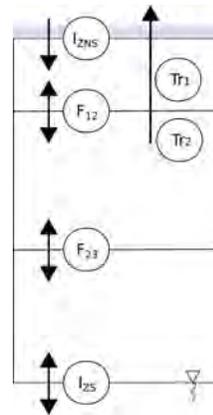
26

## V. Consolidation du module d'écoulement en ZNS

### Représentation proposée

Si lame à infiltrer < min (  $K_s$  pdt, dispo res surf) → Darcy

- Pour chaque réservoir  $i$  :  $\theta_{s,i}$ ,  $\theta_{t,i}$ ,  $K_{s,i}$ ,  $dr_i$
- Flux entre reservoir :  $F_{i,i+1}(t) = pdt \cdot K_{i,i+1} \cdot (1 + (\psi_{i+1}(\theta) - \psi_i(\theta))) / (0,5 e_i + 0,5 e_{i+1})$
- $Tr_i(t) = pdt \cdot ETP(t) \cdot dr_i \cdot (\theta_i - \theta_{WP,i}) / (\theta_{s,i} - \theta_{WP,i})$
- En limite basse :  $F_{zs}(t) = pdt \cdot (K_i + Dz_s(t)) \rightarrow Dz_s(t) ???$
- En limite supérieure :
  - Si  $P(t) + Ss(t) < \min(pdt \cdot K_{i=0}, d_{i=0})$  :  $I_{zns}(t) = pdt \cdot K_{i=0}$
  - Sinon GA



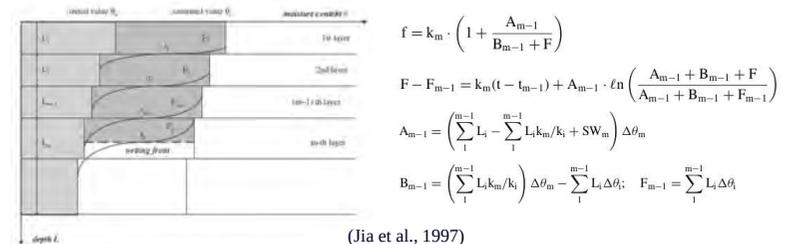
27

## V. Consolidation du module d'écoulement en ZNS

### Représentation proposée

Lors d'événement intense avec GA (Jia et al., 1997) :

- GA pour sols hétérogènes (Jia et al., 1997), avec utilisation de :
  - $K_{s, eff}$  sur l'épaisseur du front
  - $\theta_i$  propre au réservoir (déterminés avec le modèle précédent)
  - Une succion au front calculée par intégration de  $\theta_{s,i}$  à  $\theta_{s,i}$  de la diffusion dans le réservoir du front
- Adapté ici pour tenir compte :
  - Du stock de surface (TA → hauteur parfois non négligeable)
  - Du cas où le front atteint la surface de la nappe (infiltration à  $K_{s, eff} (1 + Ss(t) / 0,5 Z_s)$ )



(Jia et al., 1997)

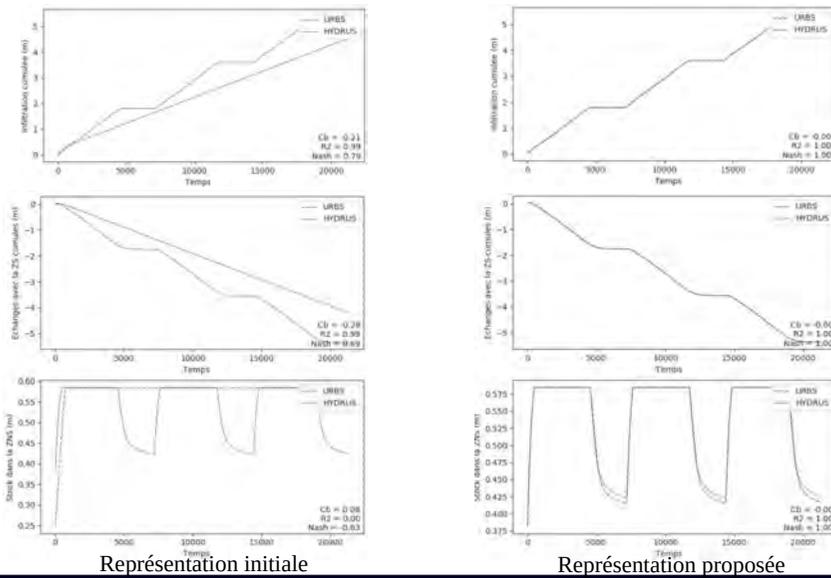
28

Évaluation (en cours) par comparaison avec Hydrus 1D (SA sur AL)

Finalisation de l'implémentation des modules et validation du modèle

Modélisation de scénarios théoriques

Modélisation de bassins instrumentés → ZAC du Moulon (330 ha) et bassin Rhône-Alpin ?



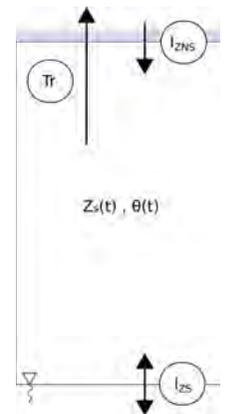
V. Cahier des charges pour un site Lyonnais

V. Consolidation du module d'écoulement en ZNS

- Taille du domaine : 100 ha à 1-2 km<sup>2</sup>
- Des techniques alternatives, plutôt infiltration dans des noues, des chaussées poreuses
- Des données de piézométrie, débits en réseau (idéalement avant-après aménagement)
- Un plus : des données sur la géologie du sous-sol, la structure des réseaux

Représentation actuelle

- Réservoir unique caractérisé par :
  - La profondeur de la nappe  $Z_s(t)$
  - La teneur en eau moyenne  $\theta(t)$
  - La teneur en eau à saturation  $\theta_s$
  - La conductivité hydraulique à saturation  $K_s(z) = K_s(0) \exp(-z / M)$
- $I_{zns}(t) = \min(Ss(t-pdt), d(t-pdt), Ks(0) \cdot pdt)$
- $Tr(t) = pdt \cdot ETP(t) \cdot (\theta - \theta_{wp}) / (\theta_s - \theta_{wp})$
- $I_{zs}(t) = pdt \cdot \min(K(Ep/2, \theta), Ks(Zs)) \cdot (1 + \psi(\theta)/0.5 \cdot Ep)$
- $K(z, \theta)$  et  $\psi(\theta)$  calculés suivant Brooks and Corey ( $\theta_r = 0$ )





**SÉMINAIRE INTERNE**  
 "Séminaire Doctorants OTHU"  
 & "4e Séminaire données/Métadonnées OTHU"  
 27 septembre 2019 – ENTPE – Vaulx-en-Velin

Incidence des organisations et activités urbaines  
 sur la structuration de la diversité bactérienne dont  
 la dissémination d'espèces pathogènes

**Rayan Bouchali – Ecologie microbienne Lyon**



**La ville**

- Mode de vie urbain de plus en plus adopté  
 → Moitié de la population en ville, 65 % en 2050 (ONU, 2015).
- Villes géantes de plus en plus courantes
- Donne lieu à plusieurs **morphotypes**, catégorisés par leur **fonction** (Humphries, 2012)



➤ Morphotypes formés de typologies variables (Pincett et al., 2015)

**Physiques**



**Sociales**



Ville = écosystème fonctionnel  
 (Schmitz, 2010)

**Ecologie urbaine**



Ville = écosystème fonctionnel  
 (Schmitz, 2010)

**Ecologie urbaine**



Ville = écosystème fonctionnel

(Schmitz, 2010)

Ecologie urbaine

Interactions  
organismes / habitats



Ville = écosystème fonctionnel

(Schmitz, 2010)

Ecologie urbaine

Interactions  
organismes / citadins



Ville = écosystème fonctionnel

(Schmitz, 2010)

Ecologie urbaine

Flux d'énergies  
Azote  
Carbone



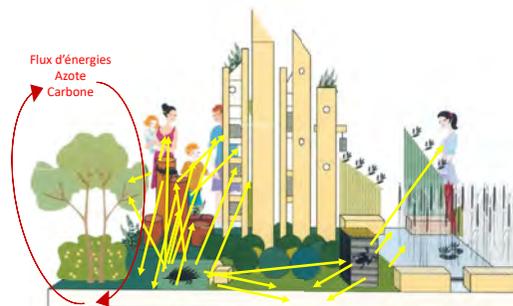
➡ Ecosystème complexe

Ville = écosystème fonctionnel

(Schmitz, 2010)

Ecologie urbaine

Flux d'énergies  
Azote  
Carbone



➡ Ecosystème complexe

Nombreux forçages urbains

(Donihue et al., 2014)



Polluants chimiques



Ilots de chaleur



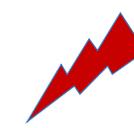
Modif. de l'hydrologie  
(dont dessiccation)



Bruit / vibrations

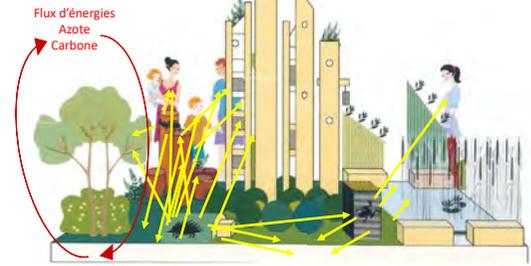


Imperméabilisation



Ville = écosystème fonctionnel  
(Schmitz, 2010)

### Ecologie urbaine



Nombreux forçages urbains  
(Donihue et al., 2014)

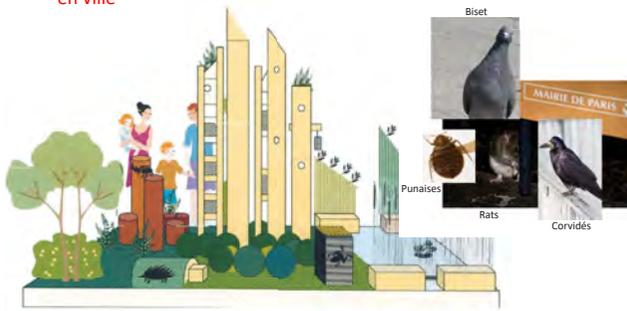
Polluants chimiques Ilots de chaleur  
Modif. de l'hydrologie (dont dessiccation) Bruit / vibrations  
Imperméabilisation

Ecosystème complexe

Nécessité d'une acclimatation des organismes vivants aux forçages urbains pour la colonisation de ces habitats

Les organismes vivants en ville

### Ecologie urbaine



#### Animaux

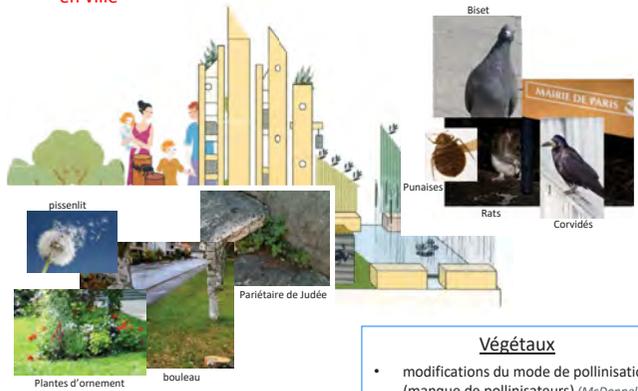
- modifications du comportement (Luniak, 2004)
- modification des sons émis (Nemeth et al., 2009)
- modification des couleurs (Donihue et al., 2014)



- Espèces omnivores
- Utilisations de nos déchets comme nourriture
- Fort taux de reproduction
- Habitats anthropiques

### Ecologie urbaine

Les organismes vivants en ville



#### Animaux

- modifications du comportement (Luniak, 2004)
- modification des sons émis (Nemeth et al., 2009)
- modification des couleurs (Donihue et al., 2014)



- Espèces omnivores
- Utilisations de nos déchets comme nourriture
- Fort taux de reproduction
- Habitats anthropiques

#### Végétaux

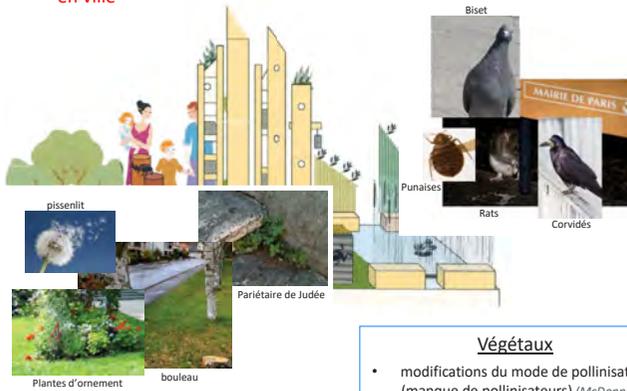
- modifications du mode de pollinisation et du mode de dispersion des graines (manque de pollinisateurs) (McDonnell et al., 2015)



- Plantes invasives
- Plantes autogame (autofécondation)
- Plantes anémophiles

### Ecologie urbaine

Les organismes vivants en ville



#### Animaux

- modifications du comportement (Luniak, 2004)
- modification des sons émis (Nemeth et al., 2009)
- modification des couleurs (Donihue et al., 2014)



- Espèces omnivores
- Utilisations de nos déchets comme nourriture
- Fort taux de reproduction
- Habitats anthropiques

#### Végétaux

- modifications du mode de pollinisation et du mode de dispersion des graines (manque de pollinisateurs) (McDonnell et al., 2015)



- Plantes autogame (autofécondation)
- Plantes anémophiles

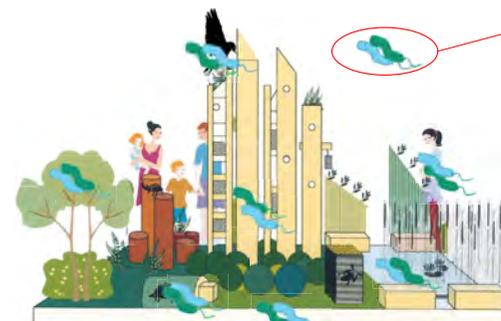
Et au niveau microbien : stochasticité ? résilience ? opportunité ?

Les bactéries des villes occidentales – connaissances actuelles



Bactéries associées aux différents compartiments urbains

Les bactéries des villes occidentales – connaissances actuelles



Bactéries associées aux différents compartiments urbains

Airs  
 Arthrobacter  
 Psychrobacter  
 (Leung et al., 2014)

Les bactéries des villes occidentales – connaissances actuelles



Bactéries associées aux différents compartiments urbains

Airs  
 Arthrobacter  
 Psychrobacter  
 (Leung et al., 2014)

Eaux  
 Acinetobacter  
 Aeromonas  
 Pseudomonas  
 Bacteroides (McLellan et al., 2015)  
 + Isolat *P. aeruginosa*



Les bactéries des villes occidentales – connaissances actuelles



Bactéries associées aux différents compartiments urbains

Airs  
 Arthrobacter  
 Psychrobacter  
 (Leung et al., 2014)

Sols / surfaces  
 Mycobacterium  
 Bacteroides  
 Flavobacterium  
 Firmicutes  
 (Martí et al., 2017;  
 Afshinnekoo et al., 2015)

Eaux  
 Acinetobacter  
 Aeromonas  
 Pseudomonas  
 Bacteroides (McLellan et al., 2015)  
 + Isolat *P. aeruginosa*



Les bactéries des villes occidentales – connaissances actuelles



**Microbiote humain**  
 Bactéries de la peau (*S. aureus*)  
 Du T.D (*bacteroides, E. coli*)  
 → Contamine leur environnement  
 (squames, déchets fécaux)

Le microbiote des organismes vivants

Bactéries associées aux différents compartiments urbains

Les bactéries des villes occidentales – connaissances actuelles

**Microbiote animaux**  
 (Chelsea et al., 2014; Baele et al., 2001)  
 Clostridium  
 Lactobacilles  
 Streptocoques  
 → Contamine leur environnement  
 (squames, déchets fécaux)



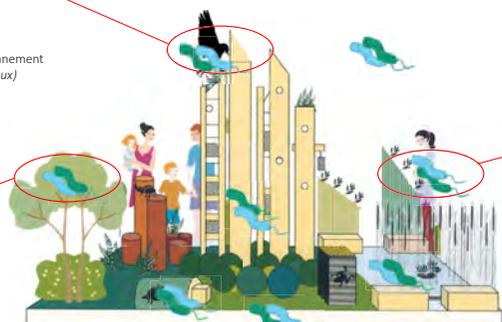
**Microbiote humain**  
 Bactéries de la peau (*S. aureus*)  
 Du T.D (*bacteroides, E. coli*)  
 → Contamine leur environnement  
 (squames, déchets fécaux)

Le microbiote des organismes vivants

Bactéries associées aux différents compartiments urbains

Les bactéries des villes occidentales – connaissances actuelles

**Microbiote animaux**  
 (Chelsea et al., 2014; Baele et al., 2001)  
 Clostridium  
 Lactobacilles  
 Streptocoques  
 → Contamine leur environnement  
 (squames, déchets fécaux)



**Microbiote humain**  
 Bactéries de la peau (*S. aureus*)  
 Du T.D (*bacteroides, E. coli*)  
 → Contamine leur environnement  
 (squames, déchets fécaux)

Le microbiote des organismes vivants

Bactéries associées aux différents compartiments urbains

**Microbiote végétal**  
 Pseudomonas  
 Xanthomonas  
 Bacillus  
 (Compan et al., 2019)

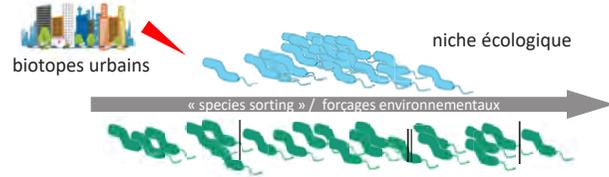
Les bactéries des villes occidentales – connaissances actuelles



- Microbiotes de la ville ≠ lieux peu anthropisés et agricoles (Ibekwe et al., 2013)
- Mobe : micro-organisms of the built environment (Hoisington et al., 2015)

Emergence de microbiomes urbains reproductibles ? Diversité et richesse structurées par les forçages environnementaux ?

**Ecologie des microbiomes – application à la problématique des « milieux urbains »**



**Core-microbiome « urbain »**

- **Espèces récurrentes**  
- adaptées aux biotopes et niches écologiques (sols, routes, trottoirs, dessiccation, polluants, etc)
- **Bactéries de stratégie K** (spécialistes - oligotrophes) ?  
- aptitude à exploiter les sources d'énergies et C/N disponibles en ville (espèces urbanisées???)
- Core microbiome par ville ou niche - dépendant ?

**Microbiome flexible**

- **Espèces moins compétitives ou invasives**
- **Bactéries de stratégie r** (copiotrophes / opportunistes de l'environnement)  
- liées à des sources C/N de pollutions ponctuelles / diffuses (industrie, déchets, EU, animaux)  
- taux de croissance rapide si source d'énergie élevée (MO)

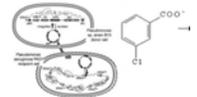
**Incidence des morphotypes urbains sur la répartition des *Pseudomonas* et la sélection de génotypes**

**Hypothèses de travail**

- 1) les microbiomes urbains sont composés d'espèces bactériennes récurrentes (cœur) et opportunistes (flexibles)
- 2) les *Pseudomonas* font parties du cœur et des formes flexibles  
- grande versatilité métabolique
- 3) *P. aeruginosa* seraient dans les formes récurrentes  
- tropisme pour les hydrocarbures / source d'énergie et C  
- tolérance aux stress et survie dans les milieux oligotrophes  
- forte aptitude pour le recrutement de gènes et HGT au sein d'une population (e. g. dissémination des ARG, IG *clc*)

**Core-microbiome « urbain »**  
*Pseudomonas* spp.  
dont *P. aeruginosa*

**Microbiome flexible**  
*Pseudomonas* spp.  
e. g. dégradation du chlorobenzène via IG *clc*



(Gaillard et al., 2008)

**Incidence des morphotypes urbains sur la répartition des *Pseudomonas* et la sélection de génotypes**

**Stratégies expérimentales et résultats**

**I. Description des sites d'études et méthodologies**

**II. Analyses du microbiome par métabarcoding**

**III. Génomique comparative d'une espèce récurrente en ville : cas de l'agent pathogène *P. aeruginosa***

**Sites d'étude**

❖ **Choix de trois morphotypes différenciés**

**Enquête de terrain**  
(collaboration Mandon et al., socio-urbaniste)  
Descripteurs d'activités (n=240)

**Objets et traces / caractère durable**

**Temps long**

- . Bâtiments (densité)
- . Voiries, réseaux, trottoirs
- . Végétation, espaces verts
- . Déchets récurrents

**Temps court - semaines**

- . Matériaux stockés, véhicules, marchandises

**Temps court – journée**

- . ordures, véhicules, traces

Cf. présentation C. Mandon



Zone péri-urbaine  
– Grézieu-la-Varenne



Zone urbaine dense  
– Part-Dieu

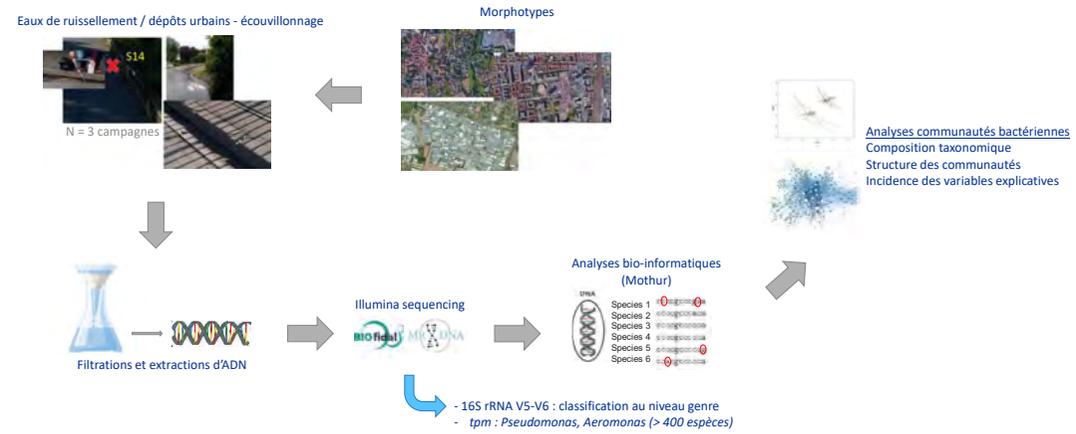


Zone industrielle  
– Chassieu Eurexpo

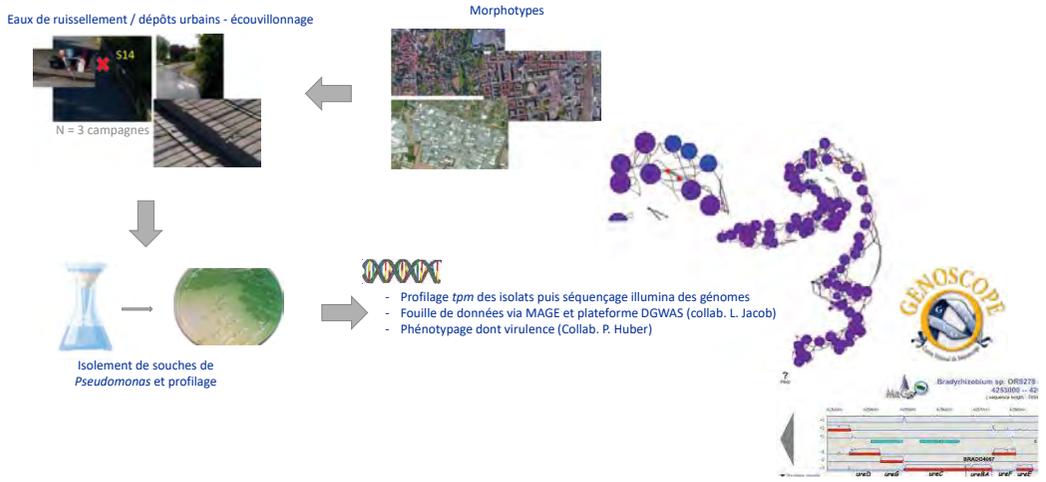
Prélèvements urbains et microbiologie



Prélèvements urbains et microbiologie



Prélèvements urbains et microbiologie



Incidence des morphotypes urbains sur la répartition des *Pseudomonas* et la sélection de génotypes

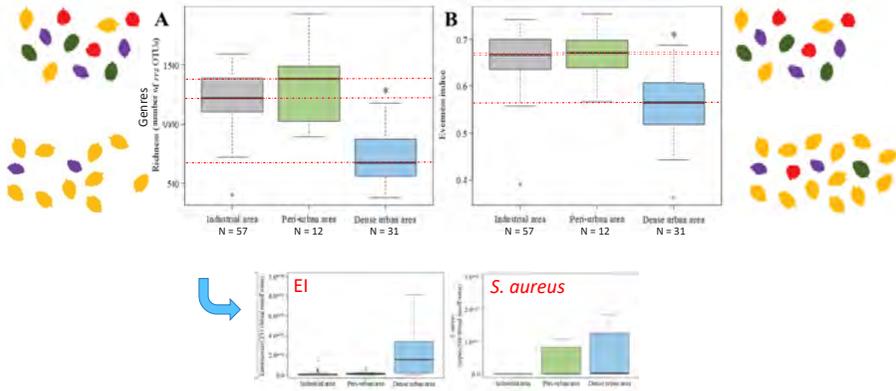
Stratégies expérimentales et résultats

- I. Description des sites d'études et méthodologies
- II. Analyses du microbiome par métabarcoding
- III. Génomique comparative d'une espèce récurrente en ville : cas de l'agent pathogène *P. aeruginosa*

Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

Diversité bactérienne totale - 16S rRNA dataset (OTU = 97% identités)

- 22866 reads par points
- 10134 OTUs sur tous le jeu de données

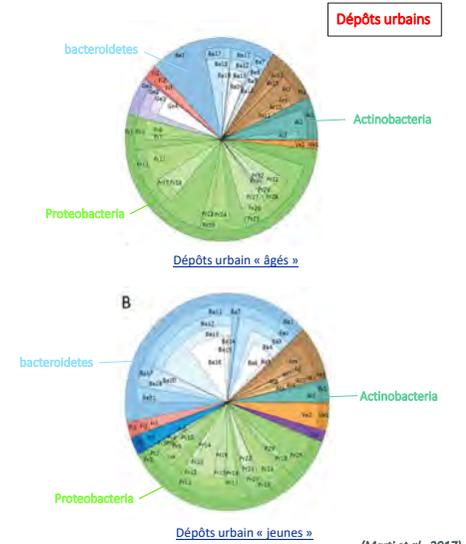
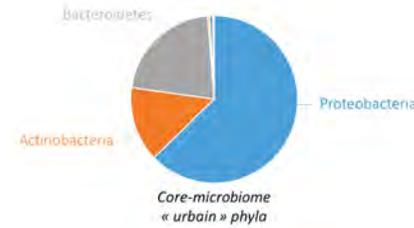


Le site urbain dense montre la plus faible diversité → apport de bactérie allochtones ?

Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

Allocations taxonomiques - Phyla

- 100 % des reads classés dans 39 phyla

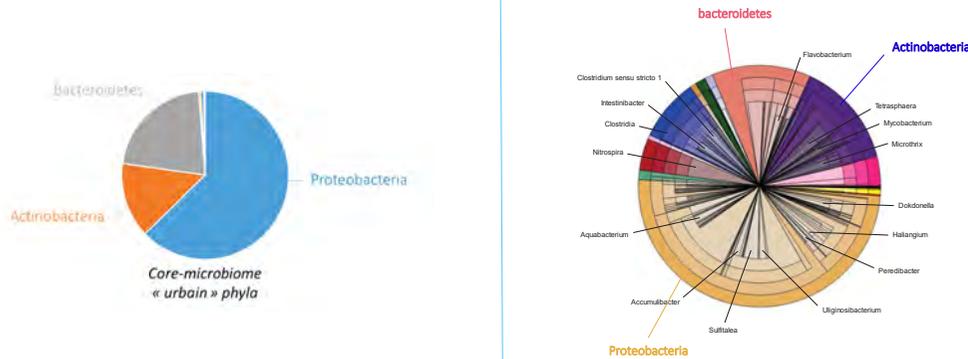


Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

Allocations taxonomiques - Phyla

- 100 % des reads classés dans 39 phyla

Déchets de STEP

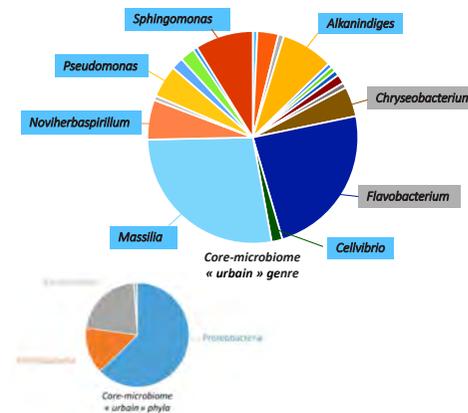


Bacteroidetes, Actinobacteria et Proteobacteria → Phyla récurrents dans milieux anthropiques

Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

Allocations taxonomiques - Genre

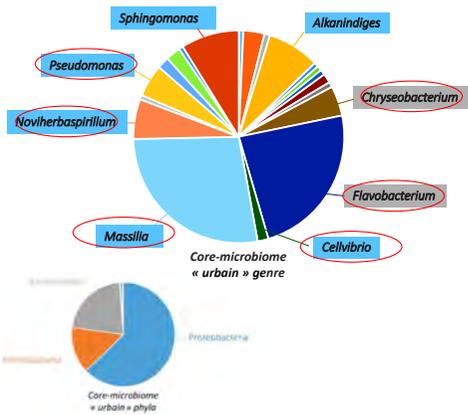
- 77 % des reads classés dans 911 genres → 20 genres dans 100% des échantillons



Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

Allocations taxonomiques - Genre

- 77 % des reads classés dans 911 genres → 20 genres dans 100% des échantillons

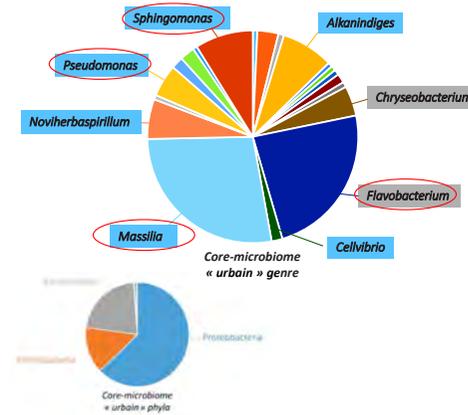


- Bactéries des sols

Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

Allocations taxonomiques - Genre

- 77 % des reads classés dans 911 genres → 20 genres dans 100% des échantillons

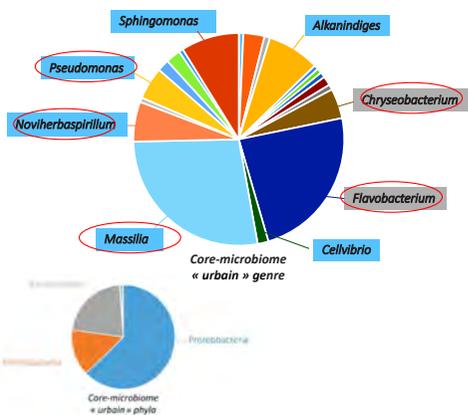


- Bactéries des sols
- Bactéries aquatiques

Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

Allocations taxonomiques - Genre

- 77 % des reads classés dans 911 genres → 20 genres dans 100% des échantillons

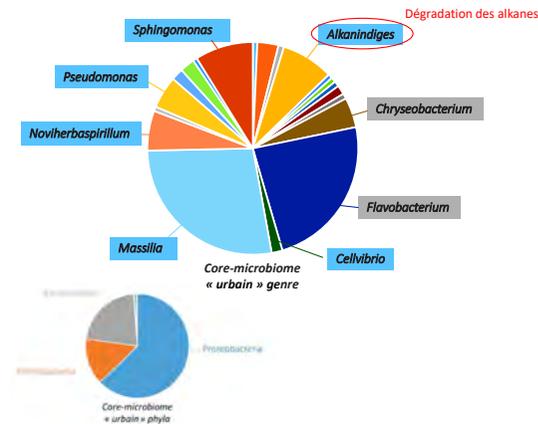


- Bactéries des sols
- Bactéries aquatiques
- Bactéries associées au plantes / rhizosphère

Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

Allocations taxonomiques - Genre

- 77 % des reads classés dans 911 genres → 20 genres dans 100% des échantillons

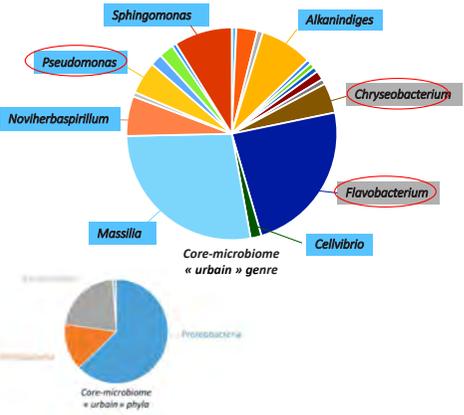


- Bactéries des sols
- Bactéries aquatiques
- Bactéries associées au plantes / rhizosphère
- Boues d'épurations

Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

Allocations taxonomiques - Genre

• 77 % des reads classés dans 911 genres → 20 genres dans 100% des échantillons

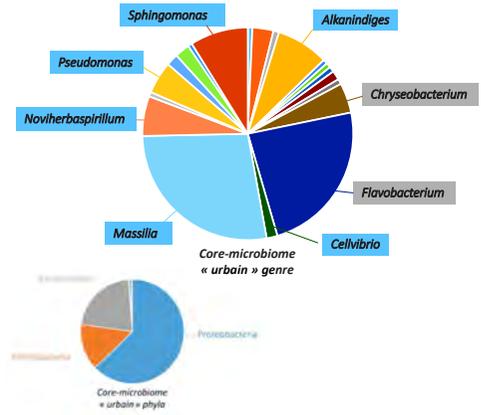


- Bactéries des sols
- Bactéries aquatiques
- Bactéries associées au plantes / rhizosphère
- Boues d'épurations
- Pathogènes

Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

Allocations taxonomiques - Genre

• 77 % des reads classés dans 911 genres → 20 genres dans 100% des échantillons

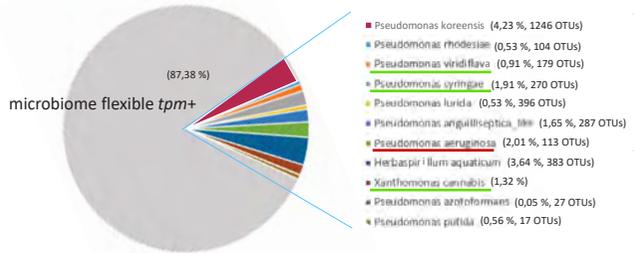


- 3  $\gamma$ -proteobactéries représentant plus de 10 % du core-microbiome  
 - *Alkanindiges*  
 - *Cellvibrio*  
 - *Pseudomonas* (5% du core microbiome)  
 → Utilisation du gène *tpm* comme marqueur pour approfondir répartition  $\gamma$ -proteobactéries et *Pseudomonas*

les *Pseudomonas* font parties du cœur des microbiomes urbains

Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

tpm dataset • 8087 reads par échantillons, 40 % des reads classés dans 21 genres → 7 genres dans 50 % des échantillons

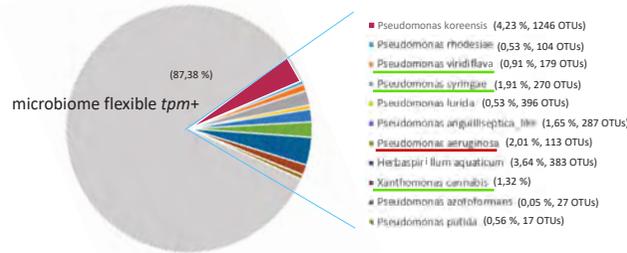


- *Pseudomonas koreensis* (4,23 %, 1246 OTUs)
- *Pseudomonas rhodesiae* (0,53 %, 104 OTUs)
- *Pseudomonas viridiflava* (0,91 %, 179 OTUs)
- *Pseudomonas syringae* (1,91 %, 270 OTUs)
- *Pseudomonas lurida* (0,53 %, 396 OTUs)
- *Pseudomonas anguilliseptica* like (1,65 %, 287 OTUs)
- *Pseudomonas aeruginosa* (2,01 %, 113 OTUs)
- *Herbaspirillum aquaticum* (3,64 %, 383 OTUs)
- *Xanthomonas carthabii* (1,32 %)
- *Pseudomonas azotoformans* (0,05 %, 27 OTUs)
- *Pseudomonas putida* (0,56 %, 17 OTUs)

Espèces récurrentes en ville (tous les morphotypes urbains)

Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

tpm dataset • 8087 reads par échantillons, 40 % des reads classés dans 21 genres → 7 genres dans 50 % des échantillons



- *Pseudomonas koreensis* (4,23 %, 1246 OTUs)
- *Pseudomonas rhodesiae* (0,53 %, 104 OTUs)
- *Pseudomonas viridiflava* (0,91 %, 179 OTUs)
- *Pseudomonas syringae* (1,91 %, 270 OTUs)
- *Pseudomonas lurida* (0,53 %, 396 OTUs)
- *Pseudomonas anguilliseptica* like (1,65 %, 287 OTUs)
- *Pseudomonas aeruginosa* (2,01 %, 113 OTUs)
- *Herbaspirillum aquaticum* (3,64 %, 383 OTUs)
- *Xanthomonas carthabii* (1,32 %)
- *Pseudomonas azotoformans* (0,05 %, 27 OTUs)
- *Pseudomonas putida* (0,56 %, 17 OTUs)

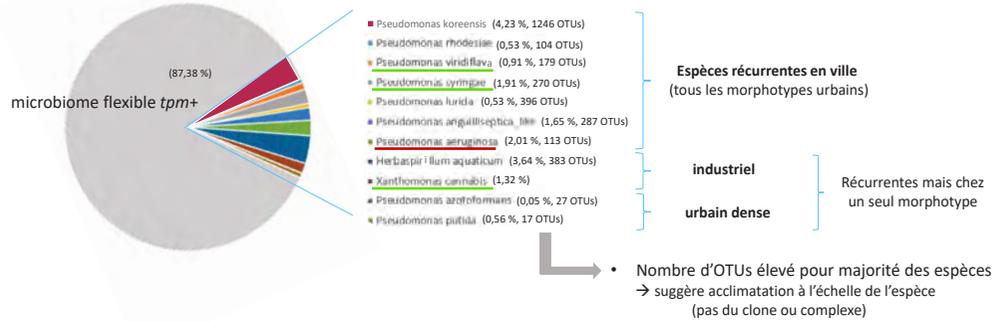
Espèces récurrentes en ville (tous les morphotypes urbains)

industriel  
urbain dense

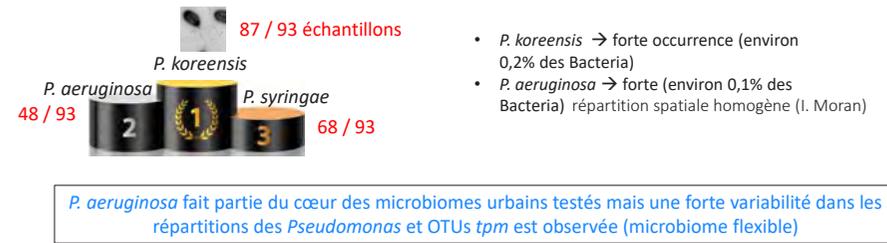
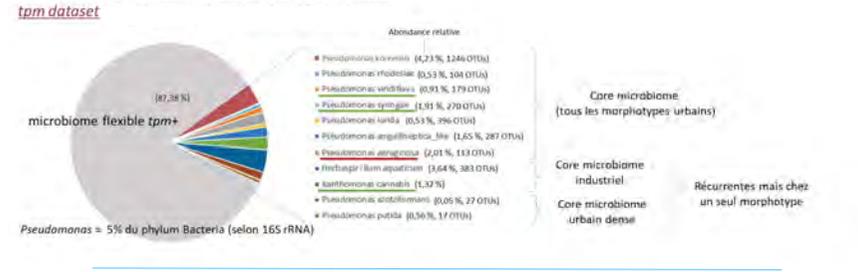
Récurrentes mais chez un seul morphotype

Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome

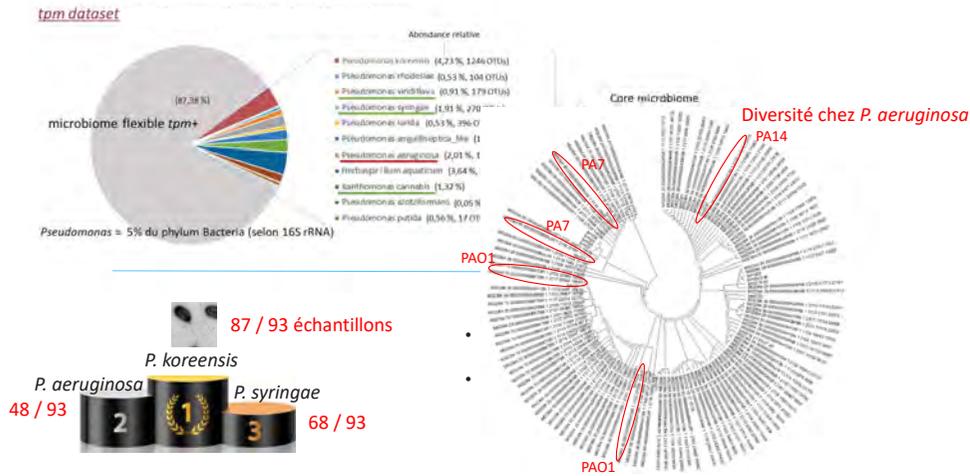
*tpm dataset* • 8087 reads par échantillons, 40 % des reads classés dans 21 genres → 7 genres dans 50 % des échantillons



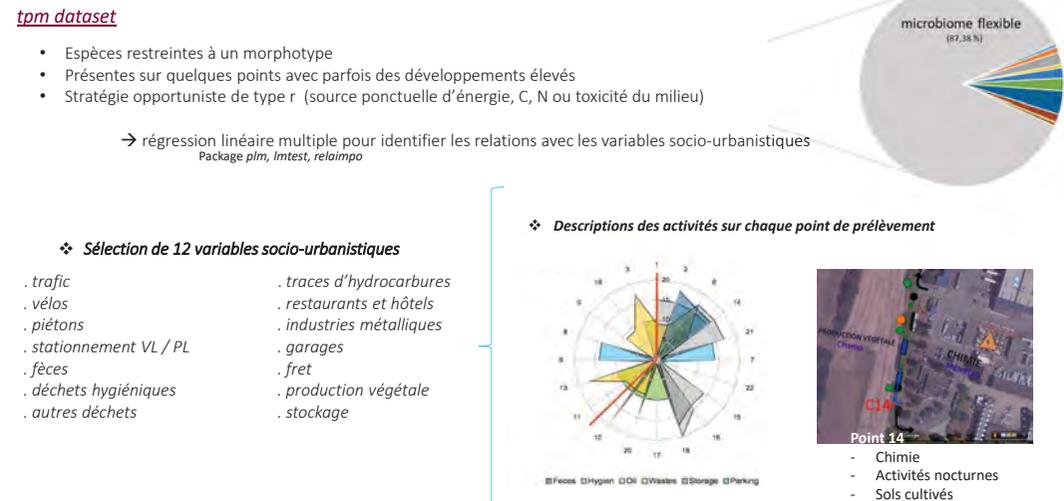
Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome



Analyses meta-taxogénomiques des bactéries du microbiome



Variables explicatives de la répartition de la part flexible du microbiome urbain



**Variables explicatives de la répartition de la part flexible du microbiome urbain**

tpm dataset

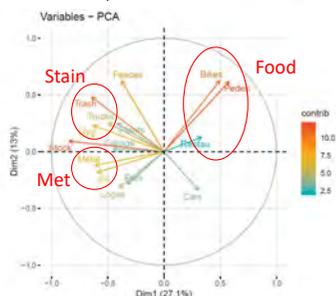
- Espèces restreintes à un morphotype
- Présentes sur quelques points avec parfois des développements élevés
- Stratégie opportuniste de type r (source ponctuelle d'énergie, C, N ou toxicité du milieu)

→ régression linéaire multiple pour identifier les relations avec les variables socio-urbanistiques  
 Package *plm*, *lmtest*, *relaimpo*

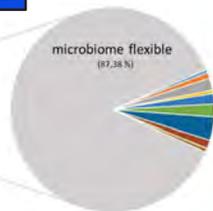
❖ **Sélection de 12 variables socio-urbanistiques**

- . trafic
- . vélos
- . piétons
- . stationnement VL / PL
- . fèces
- . déchets hygiéniques
- . autres déchets
- . traces d'hydrocarbures
- . restaurants et hôtels
- . industries métalliques
- . garages
- . fret
- . production végétale
- . stockage

❖ **Groupement des variables pour éviter redondance**



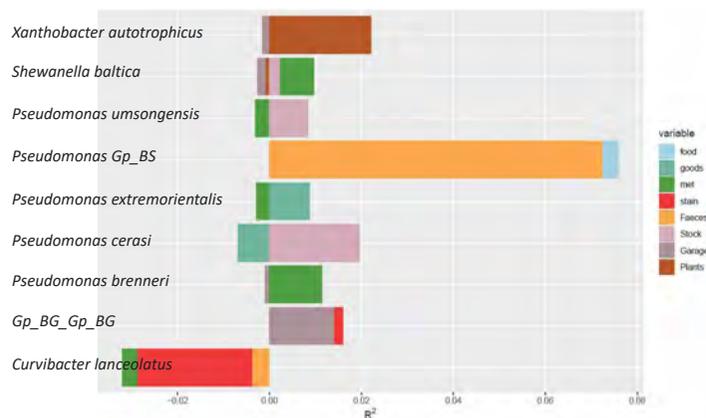
→ Utilisation des coordonnées de la 1<sup>ère</sup> composante pour régression linéaire



**Variables explicatives de la répartition de la part flexible du microbiome urbain**

tpm dataset

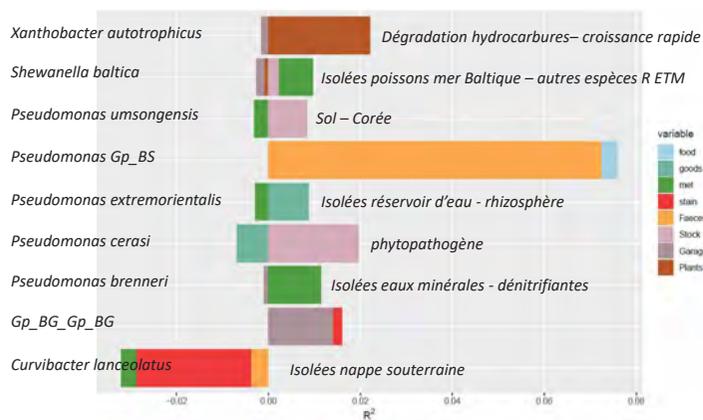
❖ Présence expliquée par les paramètres urbains pour 9 espèces dont 5 *Pseudomonas*



**Variables explicatives de la répartition de la part flexible du microbiome urbain**

tpm dataset

❖ Présence expliquée par les paramètres urbains pour 9 espèces dont 5 *Pseudomonas*



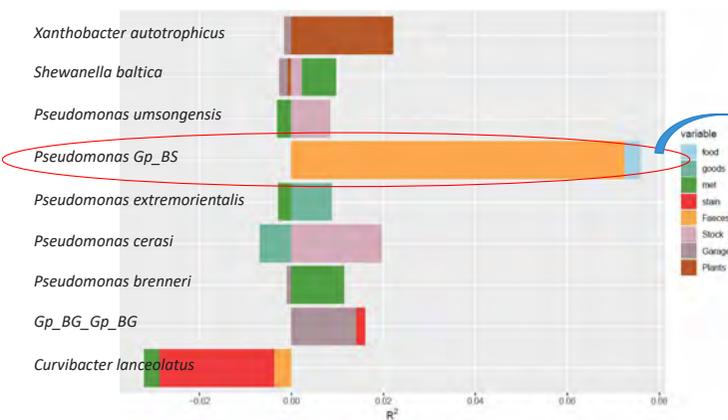
**Faits marquants**

1. Espèces peu documentées (microbiome flexible)
2. Pas décrites en ville et parfois uniquement sur un autre continent
3. Difficile de trouver des explications pour les relations déduites

**Variables explicatives de la répartition de la part flexible du microbiome urbain**

tpm dataset

❖ Présence expliquée par les paramètres urbains pour 9 espèces dont 5 *Pseudomonas*



Espèces non classées  
 → Nécessité d'améliorer les bases de données *tpm*

Abondant point industriel C18



contamination fécale sur point C18  
 • pas retrouvée dans EU sipibel  
 • qPCR HF183 négative  
 → Source non humaine

# Incidence des morphotypes urbains sur la répartition des *Pseudomonas* et la sélection de génotypes

## Stratégies expérimentales et résultats

I. Description des sites d'études et méthodologies

II. Analyses du microbiome par métabarcoding

III. **Génomique comparative d'une espèce récurrente en ville : cas de l'agent pathogène *P. aeruginosa***

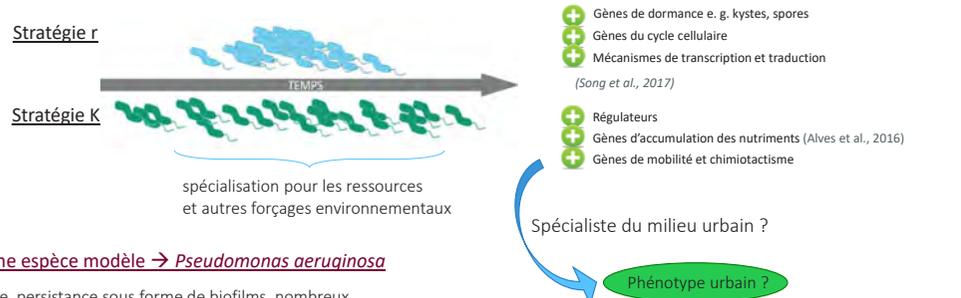
## Analyses génomiques d'un spécialiste du milieu urbain

Rappel des hypothèses de travail :



## Analyses génomiques d'un spécialiste du milieu urbain

Rappel des hypothèses de travail :



Choix d'une espèce modèle → *Pseudomonas aeruginosa*

- Versatile, persistance sous forme de biofilms, nombreux mécanismes de résistance, survie en milieu oligotrophes
- Fait parti du core-microbiome urbain (diversité élevée >100 OTU *tpm*)
- Indice de Moran montre une répartition spatiale homogène au sein des sites et intersites

Population adaptée au monde urbain ? analyse préliminaire de 16 génomes (+ 50 reçus semaine dernière)

## Analyses génomiques de *P. aeruginosa* « urbanisés » - premiers résultats

In silico MLST



Les 16 génomes sont répartis en 11 Sequence Types

→ Cette diversité élevée supporte l'hypothèse d'une aptitude de l'espèce pour les biotopes urbains - À confirmer sur les 150 génomes de l'étude

- ST244 → gène *bla<sub>imp-6</sub>* : résistance metallo-β-lactamases + résistance plusieurs ATB (Chen et al., 2014)
- ST 252 Clinique et environnement (Kidd et al., 2012; 2014)
- Autres ST milieux cliniques (ST313, ST569, ST676 ...)

Problème de profondeur méthode MLST - 7 loci

ST 252 : souches CF et non CF différentes après comparaisons génomiques (Mitchelmore et al., 2016)

→ Evolution vers core-MLST

Evaluation des dangers

- 2/16 souches *exoU* + → cytotoxique
- 14/16 *exoS* + → inhibe phagocytose
- PA7 (ST 1006) : pouvoir cytotoxique (Collaboration P. Huber et al., Equipe « Pathogénie Bactérienne et Réponses Cellulaires »)



Mission pour les Initiatives  
Transverses et Interdisciplinaires



## Incidence des morphotypes urbains sur la répartition des *Pseudomonas* et la sélection de génotypes

### ❖ Conclusions et perspectives

(i) les microbiomes urbains sont composés d'espèces bactériennes récurrentes (cœur) et opportunistes (flexibles)

(ii) les *Pseudomonas* font partie du cœur et des formes flexibles

- *P. koreensis*, *P. aeruginosa*, *P. syringae*, *P. anguilliseptica*, *P. rhodesiae*, *P. viridiflava*  
- *P. umsongensis*, *P. extremorientalis*, *P. cerasi*, *P. brenneri*\*

(iii) *P. aeruginosa* fait partie du microbiome « cœur » (chantier année 2)

- Finalisation des séquençages Illumina de génomes
- Fouille de données via MAGE et plateforme DBGWAS (collaboration L. Jacob)
- Phénotypage dont virulence

(iv) Améliorer classification espèces *tpm* (*P. Bg\_BS*)

Core-microbiome  
« urbain »  
*Pseudomonas* spp.  
dont *P. aeruginosa*

Microbiome flexible  
*Pseudomonas brenneri*, etc



# Geochemical reactivity of anthropogenic sediments developed on stormwater management facilities

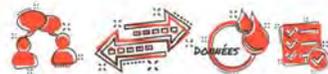
Qiufang ZHAN – DEEP-INSA-Lyon



INSA INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES RENNES

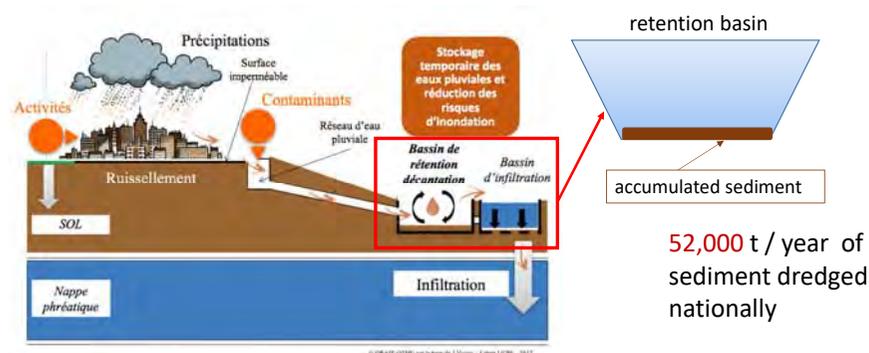


Supervisors: Cécile Delolme,  
 Gislain Lipeme Kouyi, Vincent Chatain



## PROBLEM STATEMENT

### Function of urban basin



The Métropole de Lyon manages 220 retention / infiltration basins in 2013



## PROBLEM STATEMENT

### Necessity of urban sediment dredging management

- contaminated sediment

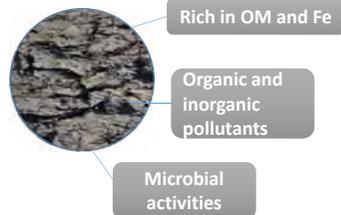
- o evolution of pollutants
- o no guideline/regulation in France

- increase of storage capacity

- o avoid flooding
- o increase the efficiency and natural purification of the water towards the water table

- re-suspension of settled sediment

- o contaminate downstream water and ground water

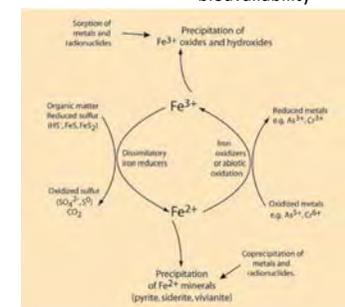


## PROBLEM STATEMENT

### State of the art research

- Iron (Fe) -  $\uparrow$  3.92 wt.% in urban sediments (agricultural sediment 2.04 wt.%)
- key role in natural environments (redox-active elements)

trace contaminants { biogeochemical cycling  
 toxicity/ remobilization  
 bioavailability



Interactions between the iron redox cycle and other elemental cycles



## PROBLEM STATEMENT

### state of the art research



- Few studies were dedicated to multi element studies coupling major and trace mineral and reactivity characterization
- Little data available on Fe speciation of urban sediment
- Rare information available concerning the relationship between geochemical properties and physical ones (grain size, settling velocity...)

## OBJECTIVES OF THE RESEARCH



**urban sediment geochemical property specific to other sediments?**  
Generalization and comparison of geochemical properties to other urban sediments



**? geochemical reactivity affect sedimentary genesis and evolution**

- physicochemical characterization (major and trace element, organic matter)
- influence of the role of Fe on the geochemical reactivity



**? applications taken by investigation of geo-physicochemical characteristics**  
Environmental conditions (hydraulic parameters, ORP...) and its influence on sediment characteristics → recommendations on treatment and reuse methods.



## WORK COMPLETED -- 1ST YEAR

1) Gather and synthesize the information and data available in the scientific literature on the physicochemical/geochemical characterization of urban stormwater sediment in detention and infiltration basin.



2) Specific study of previous research results obtained on urban stormwater sediment in facilities around Lyon (Master and PhD thesis)[1-3].



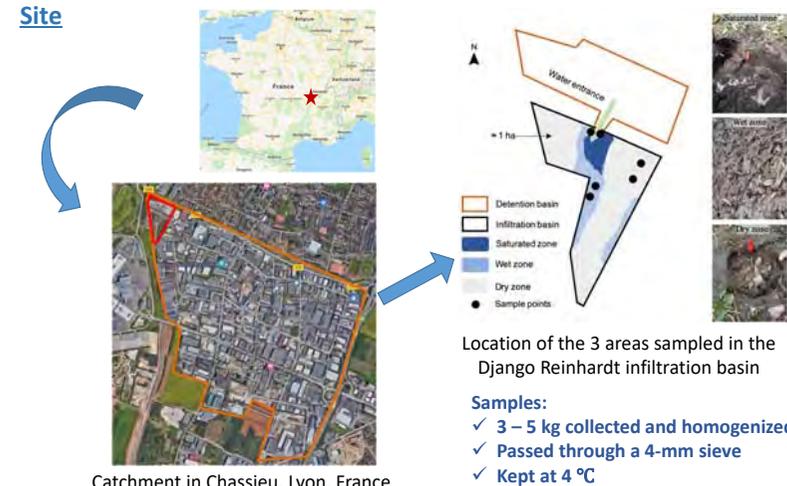
### <Iron geochemistry in a contaminated urban soil dedicated to stormwater infiltration>



▪ Spatial variability of major and trace elements (Fe in particular) from a surface sediment in Django Reinhardt stormwater infiltration basin (Chassieu, eastern suburbs of Lyon, France), their speciation and their potential reactivity characterization.

## WORK COMPLETED -- 1ST YEAR

### Site



Catchment in Chassieu, Lyon, France

WORK COMPLETED -- 1ST YEAR

Methods

Physico-chemical characterization

- ✓ Particle size distribution (PSD)
- ✓ pH
- ✓ Water content
- ✓ Organic matter
- ✓ Chemical composition – ICP-AES

Mineralogical characterization

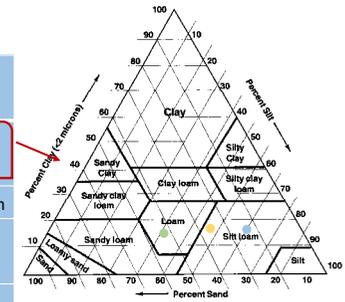
- ✓ X-ray diffraction
- ✓ Optical microscopy and scanning electron microscopy
- ✓ The Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)

Sequential chemical extraction

WORK COMPLETED -- 1ST YEAR

Physico-chemical characterization

Characteristic	Dry zone	Wet zone	Saturated zone
Texture	Loam	Silt loam	Silt loam
D10: $\mu\text{m}$	6.64	3.11	3.33
D50: $\mu\text{m}$	59.93	22.32	20.38
D90: $\mu\text{m}$	506.85	187.39	125.46
pH	7.0	7.0	7.0
Water content (wt.%)	20.9±0.8	52.6±4.6	66.5±0.6
Organic matter (wt.%)	17.5	26.8	22.2

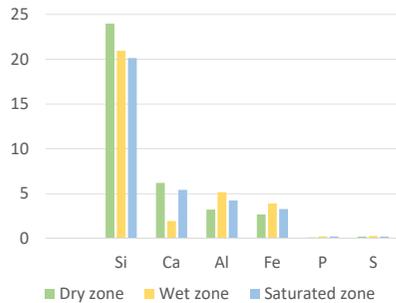


- Si - Silts -- easily transported as suspended particles in water
- ⇒ silts deposits
- biofilm development and clogging
- preferential association with OM

WORK COMPLETED -- 1ST YEAR

Physico-chemical characterization

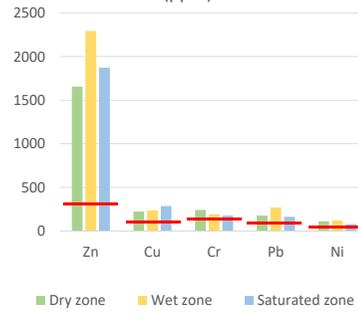
Major elements content in sediments (wt.%)



similar total element contents

NOR: DEVO0650505A - Decree of 9 August 2006 concerning the levels to be taken into account for valorization of sediment in France

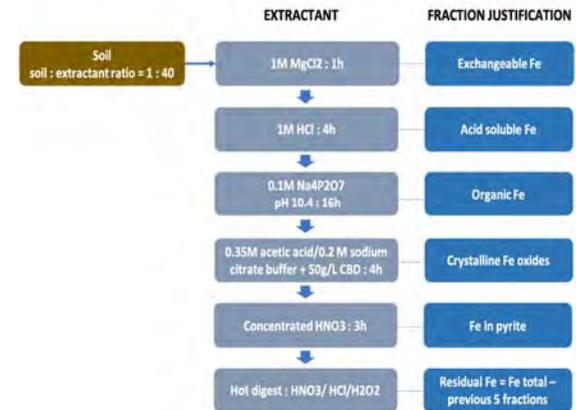
Trace metals content in sediments (ppm)



potential source of pollution ⇒ valorization

WORK COMPLETED -- 1ST YEAR

Sequential chemical extraction

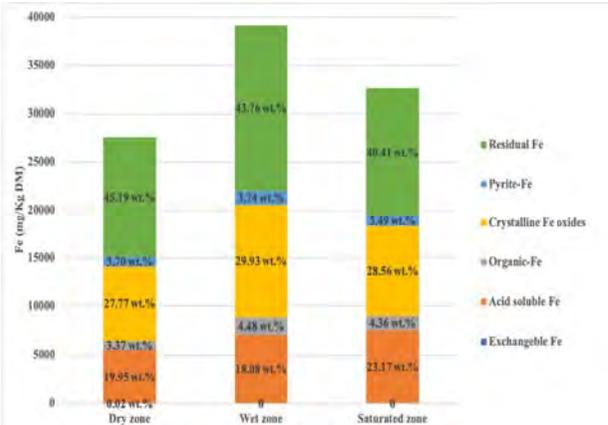


Sequential extraction procedure adapted from Claff et al. (2010)

WORK COMPLETED -- 1ST YEAR



Sequential chemical extraction



- ▣ exchangeable Fe ↘
- ▣ acido-soluble Fe ↗  
⇒ carbonates and poorly ordered sulfides and oxides
- ▣ organic-Fe ↘
- ▣ crystalline Fe oxide ↗  
⇒ periodic freshwater flooding and redox cycling
- ▣ Pyrite-Fe ↘
- ▣ Residual Fe ↗

Fe content in the sequential extraction phases adapted with the Claff et al. (2010) method

WORK COMPLETED -- 1ST YEAR



Statistical analysis



A synthesis with the maximum of information on the geo-environmental characterizations of 19 basins in the Lyon region and the geochemical properties of the sediments.

WORK COMPLETED -- 1ST YEAR

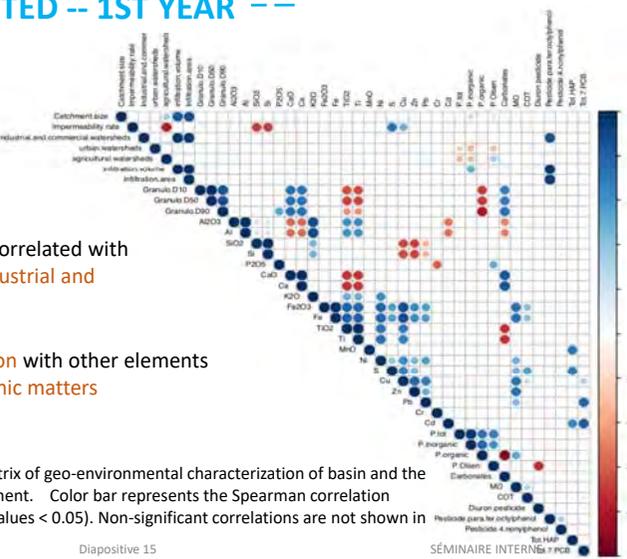
Statistical analysis

impermeability rate not dependent on the areas/ volumes/typology/size of the watershed.

pesticide content not significantly correlated with the agricultural watershed but the industrial and commercial watershed

Fe is in significant correlation with other elements (Ti, Ni, S, Cu, Zn, Pb) and organic matters

Correlation matrix of geo-environmental characterization of basin and the quality of sediment. Color bar represents the Spearman correlation coefficient (P-values < 0.05). Non-significant correlations are not shown in the matrix.

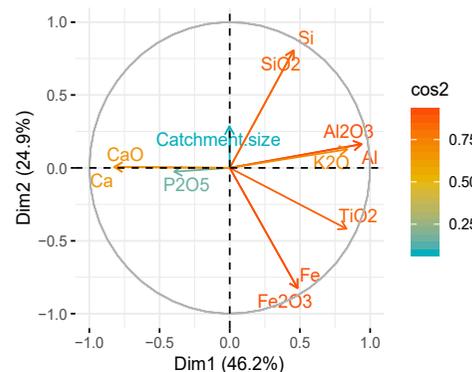


WORK COMPLETED -- 1ST YEAR



Statistical analysis

Variables - PCA



catchment size is not dependent on the content of the major elements of the sediment

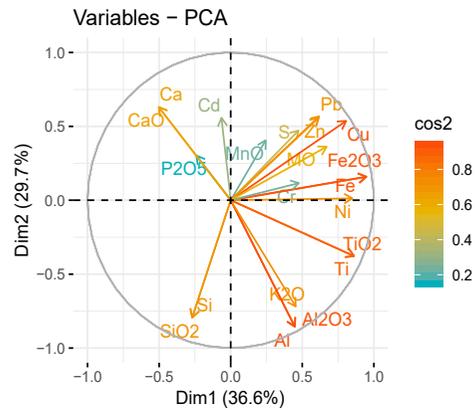
→ composition of the major elements is not affected by the catchment size  
→ remove one of the concerns for selecting the basin for experimentation

Correlation circle from the principal component analysis (PCA) applied on the catchment size and major elements of the sediment. cos2: The quality of representation of the variables on factor map

## WORK COMPLETED -- 1ST YEAR



## ❖ Statistical analysis



▣ Grouping of metals (Fe, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr) in the loadings plot → significant mutual positive correlation

▣ organic matter is positively correlated with Cu, Pb, Zn and Fe  
→ sorptive properties with those elements.

Correlation circle from the principal component analysis (PCA) applied on the composition of the sediment (major elements and trace metals).  
cos2: The quality of representation of the variables on factor map.

27/09/2019 - ENTPE

Diapositive 17

SÉMINAIRE INTERNE



## WORK COMPLETED -- 1ST YEAR



# Thanks for your attention

[qiufang.zhan@insa-lyon.fr](mailto:qiufang.zhan@insa-lyon.fr)

27/09/2019 - ENTPE

Diapositive 18

SÉMINAIRE INTERNE



## REFERENCES



1. T. Legendre, "Etude de la mobilisation potentielle du fer et du phosphore dans les sédiments de l'assainissement pluvial urbain." .
2. T. Winiarski, "Fonction filtration d'un ouvrage urbain - consequence sur la formation d'un anthroposol," p. 199
3. B. Clozel, V. Ruban, C. Durand, and P. Conil, "Origin and mobility of heavy metals in contaminated sediments from retention and infiltration ponds," *Applied Geochemistry*, vol. 21, no. 10, pp. 1781–1798, Oct. 2006



## RÉPONSES DES COMMUNAUTÉS MICROBIENNES SOUTERRAINES AUX PERTURBATIONS ENGENDRÉES PAR LES PRATIQUES D'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES DANS LES NAPPES PHRÉATIQUES



## RÉPONSES DES COMMUNAUTÉS MICROBIENNES SOUTERRAINES AUX PERTURBATIONS ENGENDRÉES PAR LES PRATIQUES D'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES DANS LES NAPPES PHRÉATIQUES (2018-2021)

1. Positionnement du sujet de thèse
2. Problématique
3. Design expérimental
4. Attendus de la thèse

2

### 1.1 Contexte Général

Une exploitation croissante des eaux souterraines



La gestion et l'usage de l'eau en agriculture.  
Source : CESE



"The social depth of groundwater"  
Source : Richard-Ferroujji, Bernard, Lassaube

En France, 65% des volumes prélevés pour la production d'eau potable proviennent des eaux souterraines (AFB 2019)

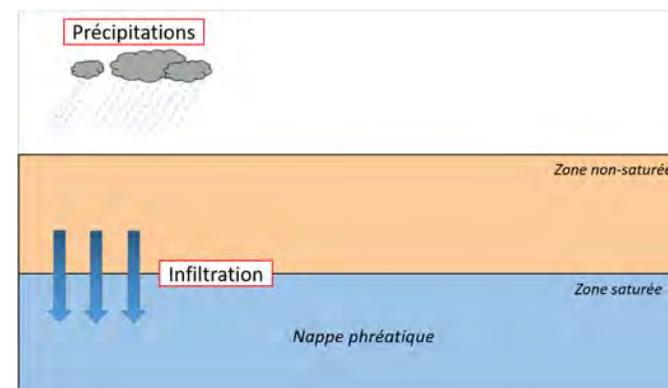
→ Une ressource précieuse et vulnérable, à protéger...

3

### 1.1 Contexte Général

Les nappes phréatiques, des zones :

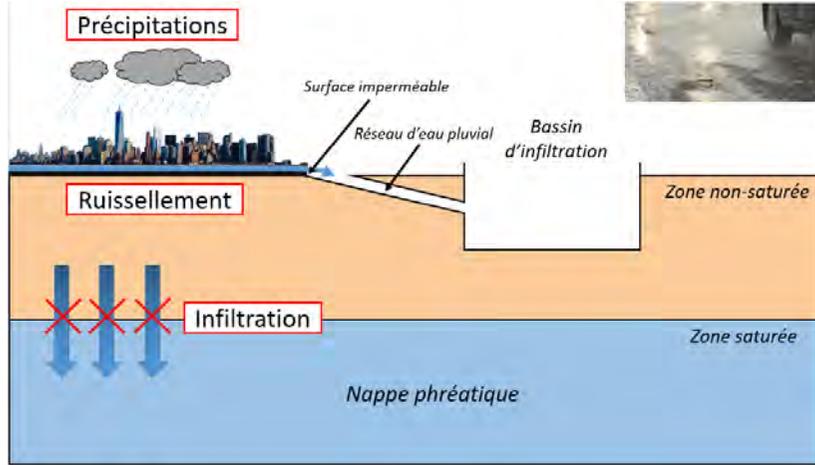
- Saturées en eau
- Alimentées naturellement par infiltration des eaux pluviales



4

1.1 Contexte Général

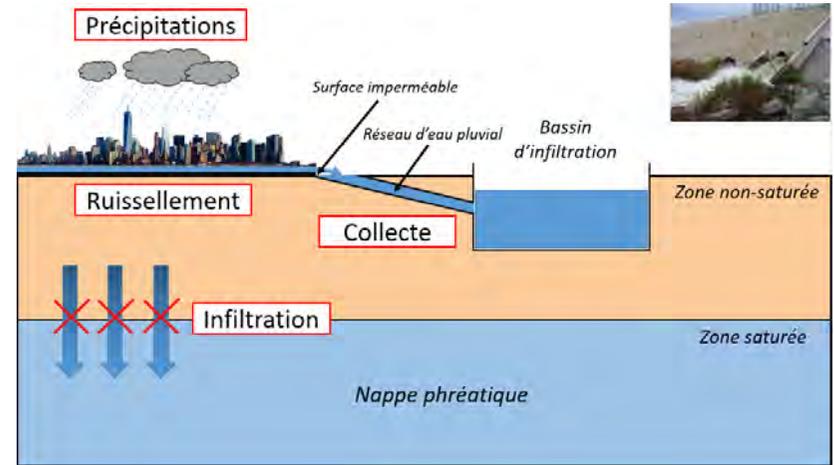
Ruissellement des eaux pluviales en milieu urbain



5

1.1 Contexte Général

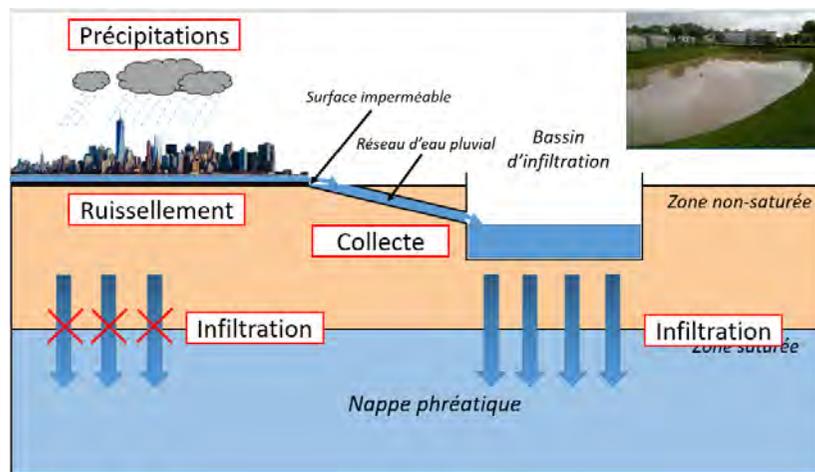
Collecte des eaux de ruissellement dans un bassin d'infiltration



6

1.1 Contexte Général

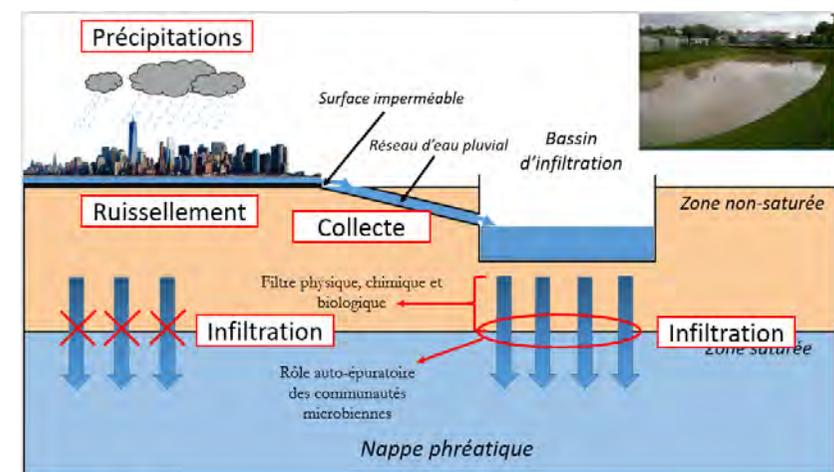
Recharge artificielle de la nappe d'eau souterraines



7

1.2 Contexte Scientifique

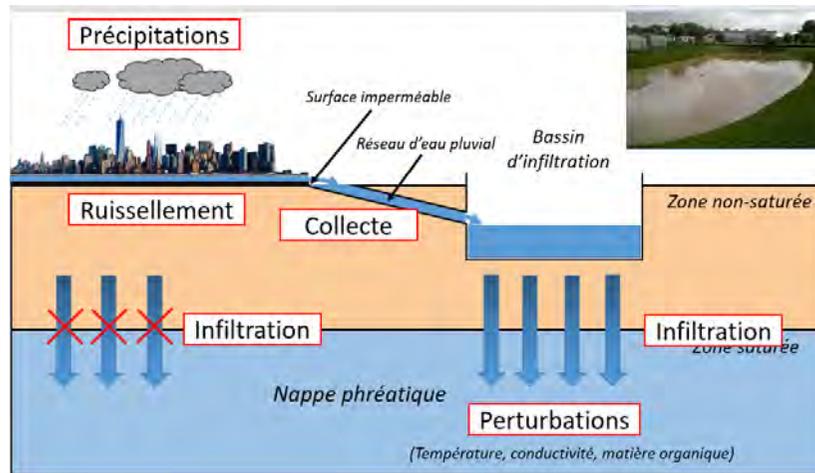
Efficacité de la recharge



8

## 1.2 Contexte Scientifique

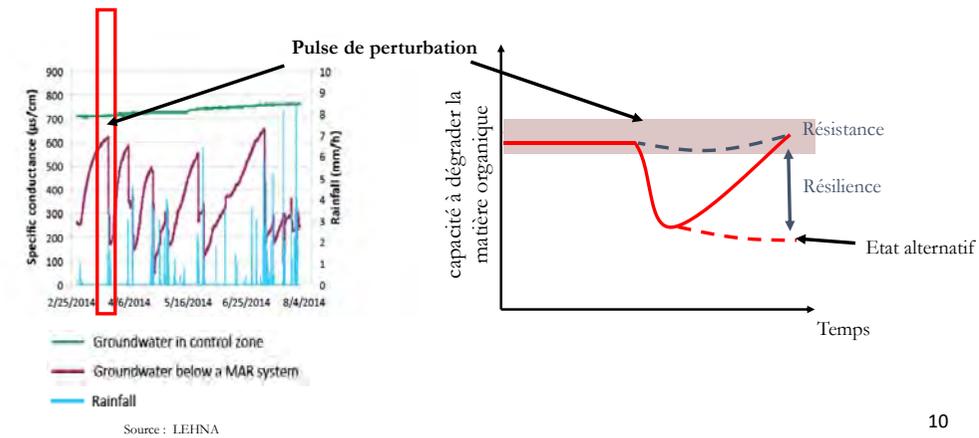
Modifications brutales des conditions physiques et chimiques dans la nappe via l'infiltration



9

## 1.2 Contexte Scientifique

Effet des perturbations sur les communautés microbiennes actrices de l'auto-épuration des eaux



10

## Problématique

Quelles sont les réponses structurelles et fonctionnelles des communautés microbiennes face aux perturbations engendrées par les infiltrations d'eau pluviale ?

11

## Axes de recherche développés

- 1 - Influence des conditions hydrologiques (période sèche / pluvieuse) sur les communautés microbiennes souterraines à l'aval des systèmes d'infiltration des eaux pluviales
- 2 – Influence d'événements pluvieux sur les communautés microbiennes souterraines en fonction des caractéristiques des bassins (épaisseur de la ZNS)
- 3 – Dynamique de la réponse des communautés microbiennes lors d'un épisode pluvieux

12

Méthodologie générale



Supports artificiels  
Source: Anrfrog

Mesure de l'impact des bassins d'infiltration à travers l'utilisation de sites équipés de piézomètres et de supports adaptés à l'échantillonnage des communautés microbiennes

6 bassins

MIN, GB, IUT avec ZNS < 5m

FEY, PES, DJR avec ZNS > 10m



Bassin de chemin de Feyzin (FEY) - Mions  
Source: Anrfrog

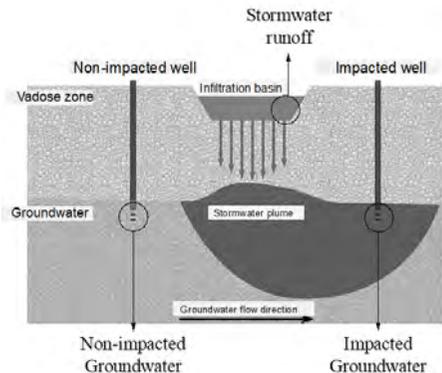


Schéma du design expérimental  
Source: Anrfrog

1 - Influence des conditions hydrologiques (période sèche / pluvieuse) sur les communautés microbiennes souterraines à l'aval des systèmes d'infiltration des eaux pluviales

3. Design expérimental

Design expérimental et mesures effectuées

Pourquoi étudier une période sèche ?

Foulquier et al. 2010 :

Enrichissement en DOC à l'aval de bassins d'infiltration observé aussi bien en période de pluie qu'en période sèche

Le carbone étant limitant pour les micro-organismes, est-ce que les microorganismes sont aussi influencés par les bassins en période sèche ?

3 bassins ayant une ZNS < 5m :



MIN IUT GB

2 conditions hydrologiques :

➔ 1 Campagne temps de pluie (Septembre 2015)

➔ 1 Campagne temps sec (Septembre 2016)

Supports artificiels incubés pendant 10 jours en amont et en aval des bassins

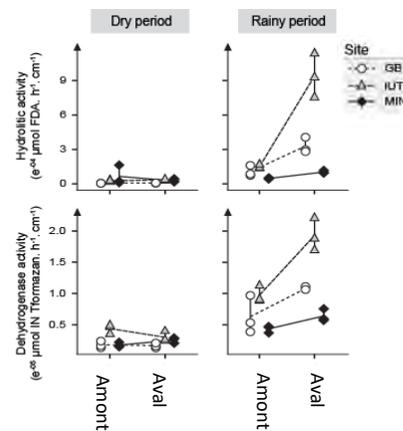
Mesures :

- ➔ Biomasse microbienne
- ➔ Diversité bactérienne
- ➔ Activité microbienne
- ➔ Physico-chimie (en continu et ponctuelles)



Supports artificiels  
Source: Anrfrog

Quelques résultats

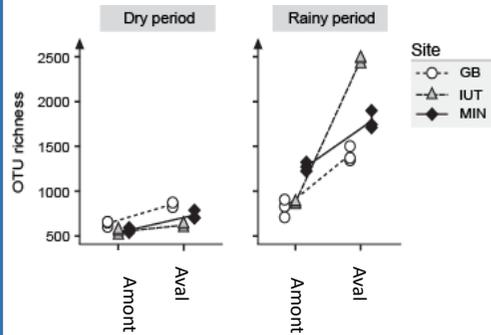


Résultats :

- Pas de différence des activités entre l'amont et l'aval en période sèche
- Influence des bassins d'infiltration sur les activités microbiennes très significative en période de pluie

3. Design expérimental

### Quelques résultats



#### Résultats :

- Légère différence de richesse entre l'amont et l'aval en période sèche
- Influence des bassins d'infiltration sur les richesses microbiennes très significative en période de pluie

17

### Conclusion

- Aucune différence significative d'activité et de diversité n'est observé entre l'amont et l'aval en période sèche
- Une stimulation significative des activités microbiennes et de la diversité bactérienne est observée en aval en période de pluie.
- La pluie a un impact significatif sur les communautés microbiennes en aval des bassins d'infiltration ayant une ZNS fine (<5m)
  - Papier en cours d'écriture

18

## 2 – Influence d'événements pluvieux sur les communautés microbiennes souterraines en fonction des caractéristiques des bassins (épaisseur de la ZNS)

### Design expérimental et mesures effectuées

Est-ce que l' effet de la pluie sur les communautés microbiennes peut être modulé par l'épaisseur de ZNS ?

**Hypothèse : L'infiltration d'eau pluviale entraîne une stimulation des communautés microbiennes inversement proportionnelle à l'épaisseur de la ZNS (Thèse Voisin 2017) .**

#### 6 bassins d'infiltration

ZNS < 5m : MIN, GB, IUT  
ZNS > 10m : FEY, PES, DJR

#### (3 campagnes)

- Automne 2018
- Printemps 2018
- Automne 2019

#### Supports artificiels incubés pendant 10 jours en amont et en aval des bassins

Mesures :

- Biomasse microbienne
- Abondance microbienne
- Diversité bactérienne
- Activité microbienne
- Physico-chimie (en continu et ponctuelles)

19

Etat des travaux

Campagnes réalisées

- Automne 2018 et Printemps 2019
- Physico-chimie 
- Microbiologie  → Mesures des activités effectuées et autres analyses microbiologiques en cours

Campagne à venir :

- Octobre 2019

Prévisions :

- Jeu de données complet pour le dernier trimestre de 2019
- Version provisoire d'un papier pour mars 2020

3 – Dynamique de la réponse des communautés microbiennes lors d'un épisode pluvieux

Design expérimental et mesures effectuées

Quelle est la dynamique des communautés lors d'un évènement pluvieux ?  
 Quel est l'impact de la pluie sur des communautés déjà établies ?

2 bassins à ZNS contrastées

ZNS < 5m



IUT

Source: Anrfrog

ZNS > 10m



Django-reinhardt

Source: Anrfrog

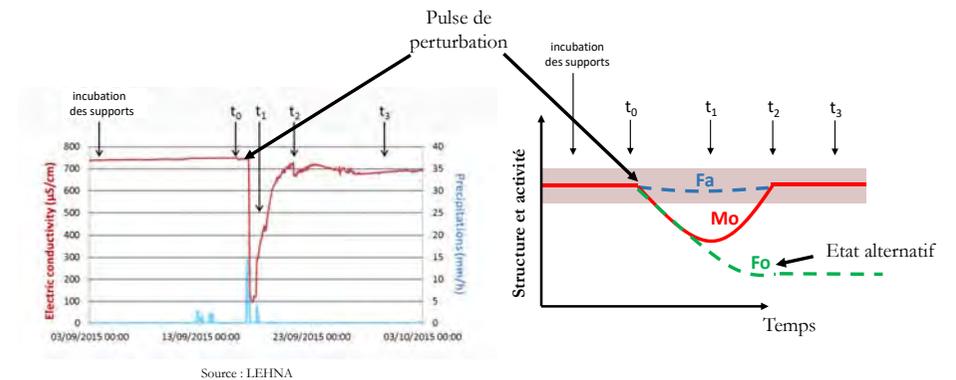
Supports artificiels incubés sur plus d'un mois (avant, pendant et après un épisode pluvieux) en amont et en aval des bassins

Mesures :

- Biomasse microbienne
- Abondance microbienne
- Diversité bactérienne
- Activité microbienne
- Physico-chimie (en continu et ponctuelles)

Réponses possibles de la dynamique des communautés microbiennes face aux perturbations

Hypothèses difficiles à émettre compte tenu de l'absence de bibliographie sur les réponses des communautés microbiennes des nappes



Source : LEHNA

## Etat des travaux

- Incubations des supports artificiels en cours
  - T0 récupéré le 19/09/2019
- Expérimentation de laboratoire à venir :
  - Découpler les facteurs environnementaux liés à la perturbation affectant les communautés
  - Caractériser la capacité des communautés à dégrader les composés organiques

25

## 4. Perspectives de la thèse

### Mieux comprendre le fonctionnement biologique des nappes phréatiques

- ➔ Influence des perturbations sur les communautés microbiennes et leur capacité à dégrader la matière organique (redondance fonctionnelle ?)
- ➔ Spécialisation des communautés microbiennes en milieu souterrain ?
- ➔ Pérenniser la capacité auto-épuratrice des communautés microbiennes (modifier la conception des bassins ?)

26

## Collaborations

## Merci de votre attention

## Financements



27

## 3. Collaborations envisagées

**Environnement scientifique de la thèse** avec 4 laboratoires complémentaires pour évaluer l'impact des infiltrations d'eaux pluviales sur les nappes (ANR) :

- Ecologie souterraine et impacts anthropiques (LEHNA)
- Ecologie microbienne - pathogènes bactériens opportunistes de l'environnement (LEM)
- Hydrogéologie et modélisation des écoulements (IGE)
- Chimie analytique et capteurs passifs (ISA)



28

## Bibliographie :

- Arnold CA, & Gibbons CJ (1996) *Journal of the American Planning Association*, 62, 243–258.
- Datry T, Malard F, & Gibert J (2004) *Sci. Total Environ.*, 329, 215-229.
- Foulquier A, Malard F, Barraud S, & Gibert J (2009) *Hydrological Processes*, 23(12), 1701-1713.
- Marsalek J, & Chocat B (2002) *Wat. Sci. Technol.*, 46, 1–17.
- Mermillod-Blondin F, Mauclair L, & Montuelle B (2005) *Wat. Res.*, 39, 1687-1698.
- Niemczynowicz J (1999) *Urban Wat. J.*, 1, 1–14.
- Postel SL, & Carpenter SR (1997) *Nature's services*, Daily G. (ed). Island Press, 195-214.
- Foulquier A (2009) *Thèse de Doctorat, Université Lyon 1*, 276 p.
- Voisin J (2017) *Thèse de Doctorat, Université Lyon 1*, 194 p.
- Voisin J, Cournoyer B, & Mermillod-Blondin F (2016) *Ecol. Indic.*, 71, 577–586.



# Criblage suspect de polluants émergents dans les eaux souterraines et de ruissellement par échantillonnage passif couplé à la spectrométrie de masse haute résolution

Lucie Pinasseau



## ➤ Pesticides dans les eaux souterraines Enjeux

- Les eaux souterraines sont de plus en plus utilisées dans le fonctionnement des sociétés modernes.
- Elles représentent 65% des volumes d'eau utilisés pour la production d'eau potable dans l'Union Européenne.
- Elles subissent de fortes pressions anthropogéniques dues à l'accroissement de la population.



65%

- Baisse du niveau des nappes phréatiques
- Altération de la qualité des eaux

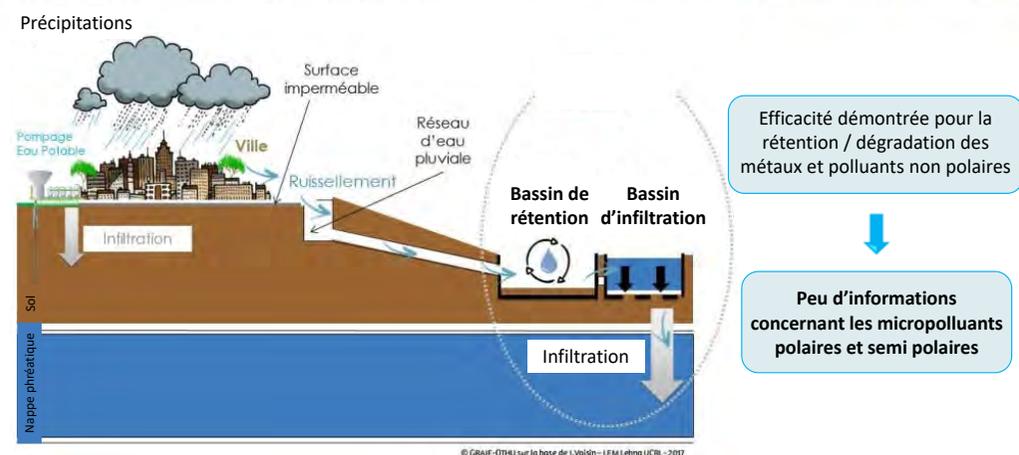


## ➤ Pesticides dans les eaux souterraines Occurrence

- Au cours de la dernière décennie, un grand nombre de micropolluants ont été détectés dans les eaux souterraines.
- L'atrazine et ses produits de transformation, la carbamazépine, le DEET et le sulfaméthoxazole sont parmi ceux détectés le plus fréquemment.
- Quantifiés parfois à des concentrations supérieures aux normes de qualité fixées par l'Union Européenne (2006/118/EC).



Source potentielle de contamination des eaux souterraines: les systèmes d'infiltration des eaux de pluies



Efficacité démontrée pour la rétention / dégradation des métaux et polluants non polaires

Peu d'informations concernant les micropolluants polaires et semi polaires

© GRAIE-OTHU sur la base de J. Voisin - LEMMA UCBL - 2017



➤ Pesticides dans les eaux souterraines  
Analyses des micropolluants dans les eaux souterraines

**Echantillonnage**



Prélèvement ponctuel: mode d'échantillonnage le plus répandu pour les eaux souterraines

- Faible représentativité
- Limites de quantification hautes



⚠ Concentrations très faibles dans les eaux souterraines

**Analyse**



Analyse ciblée en HPLC-MS/MS

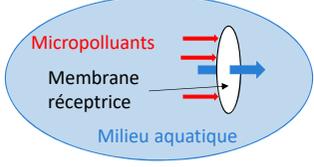
⚠ Pour une évaluation qualitative:

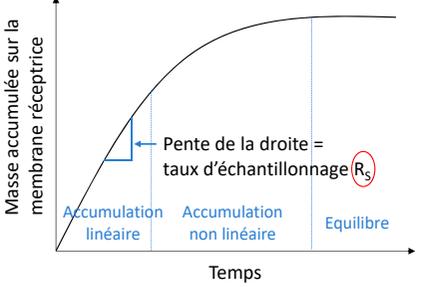
- Seule une liste prédéfinie de composés est analysée
- Screening peu exhaustif
- Standards commerciaux nécessaires

Nécessité de développer une nouvelle stratégie analytique pour pallier ces limitations



➤ Echantillonnage passif  
Principe et avantages par rapport au prélèvement ponctuel





Masse accumulée sur la membrane réceptrice

Temps

Accumulation linéaire    Accumulation non linéaire    Equilibre

Pente de la droite = taux d'échantillonnage  $R_s$

Si accumulation linéaire:  
 $m(t) = C_w R_s t$

↓

$C_w = \frac{m}{R_s t}$

Concentrations moyennes intégrées dans le temps

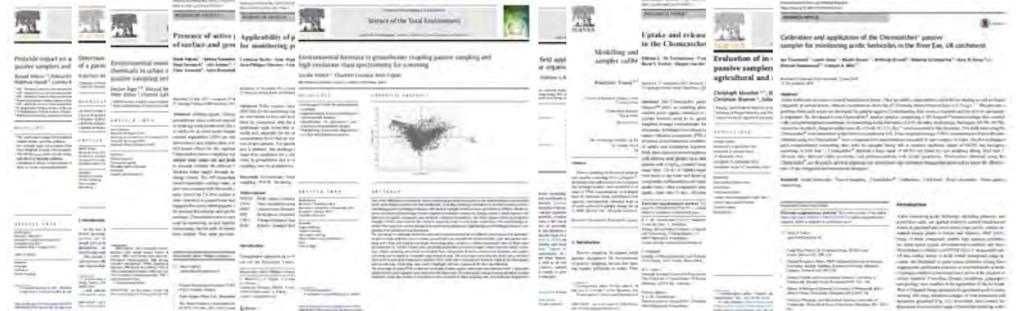
- Intégration dans le temps : meilleure représentativité
- Accumulation des micropolluants : baisse des LQ

➔ Davantage de micropolluants détectés



➤ Echantillonnage passif

- Largement utilisé pour les eaux de surface
  - Très peu pour les eaux souterraines
- ⚠ Nécessité de développer un échantillonneur adapté aux eaux souterraines



➤ Screening par HPLC-HRMS  
Principe et avantages par rapport à l'analyse ciblée en HPLC-MS/MS

**Screening non ciblé**

- Pas de standards commerciaux requis
- Aucune information au préalable

Traitement des données:

- Milliers de pics à traiter

**Screening suspecté**

- Pas de standards commerciaux requis
- Composés suspectés sur la base d'informations préalables

Traitement des données:

- Comparaison avec une base de donnée



➔

- Plus exhaustif qu'avec une analyse ciblée en HPLC-MS/MS
- Moins chronophage que le screening non ciblé



➤ Design du nouvel échantillonneur passif conçu en collaboration avec l'université de Portsmouth

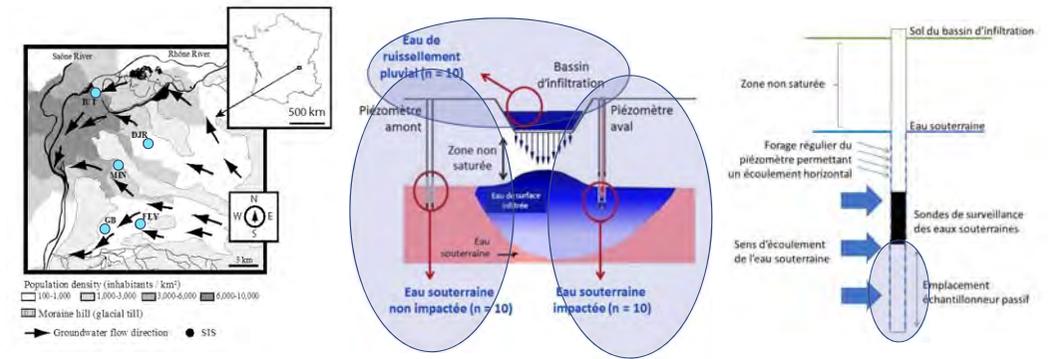


Empore™ disks 47mm  
Grille semi souple extérieure en acier inoxydable  
Grille rigide cylindrique intérieure en acier inoxydable

Membranes réceptrices immobilisées entre les deux grilles  
Après assemblage, la grille extérieure est fixée par des vis  
Cable pour suspendre l'échantillonneur



➤ Sites d'étude et stratégie d'échantillonnage



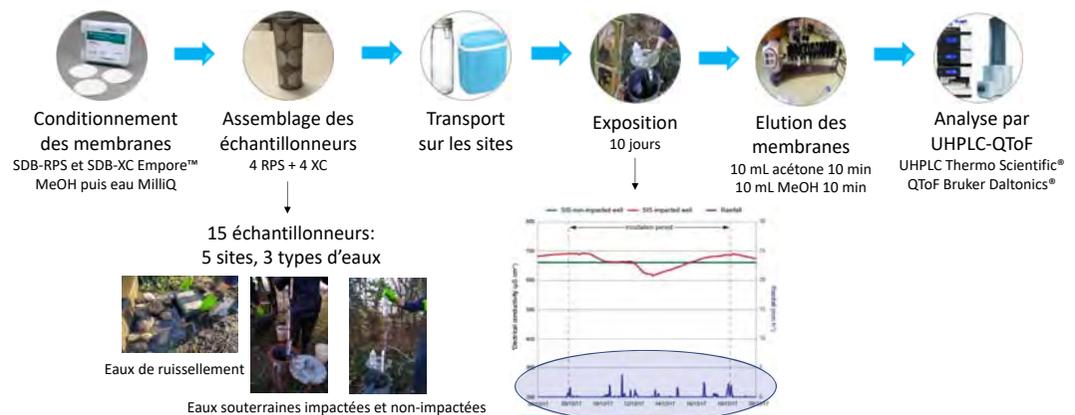
5 systèmes d'infiltration des eaux de pluie à l'Est de Lyon (69)

3 types d'eaux

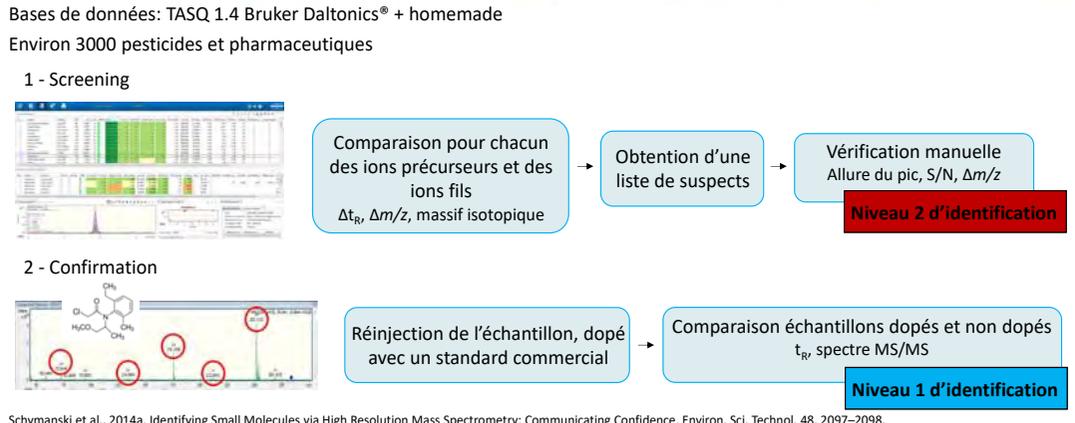
Déploiement de l'échantillonneur dans un puit de forage



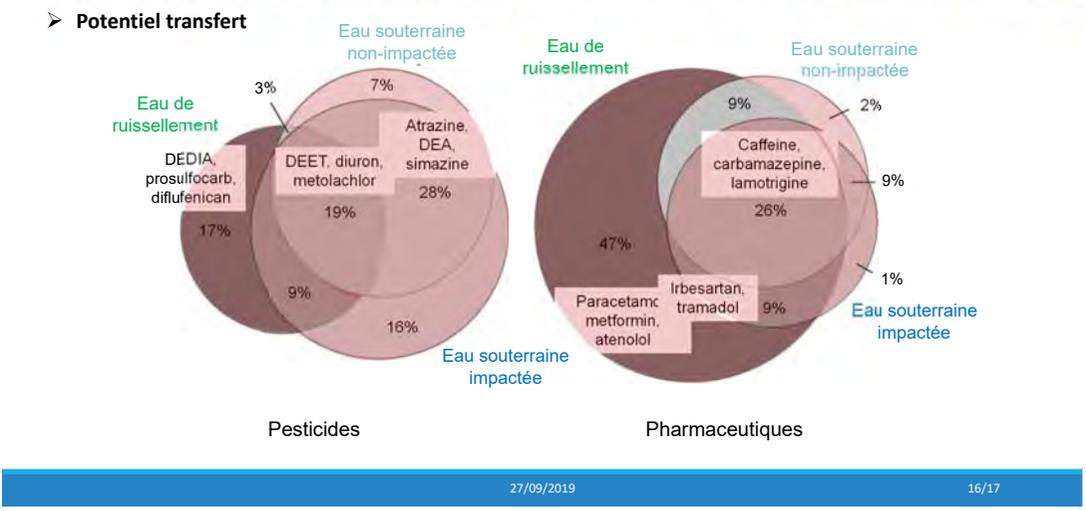
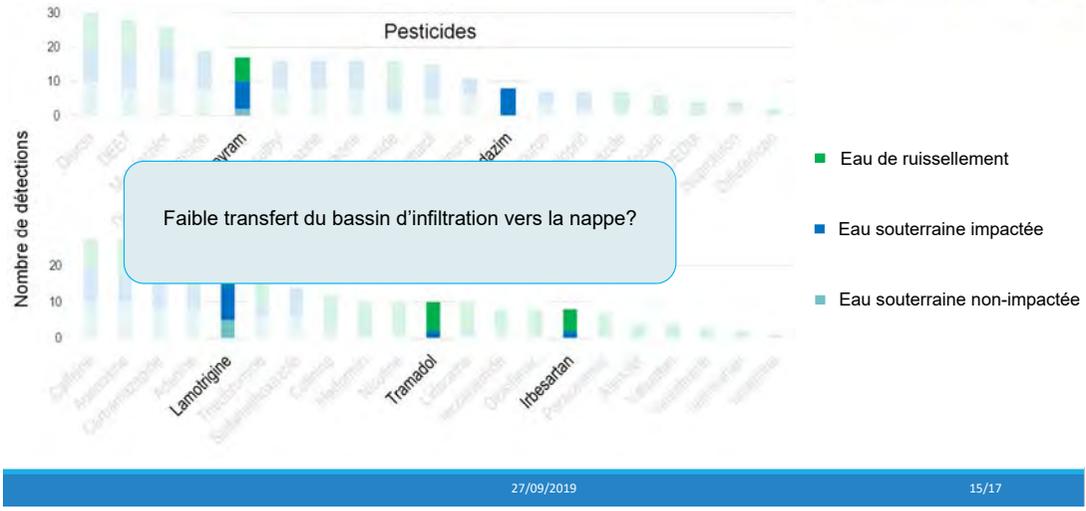
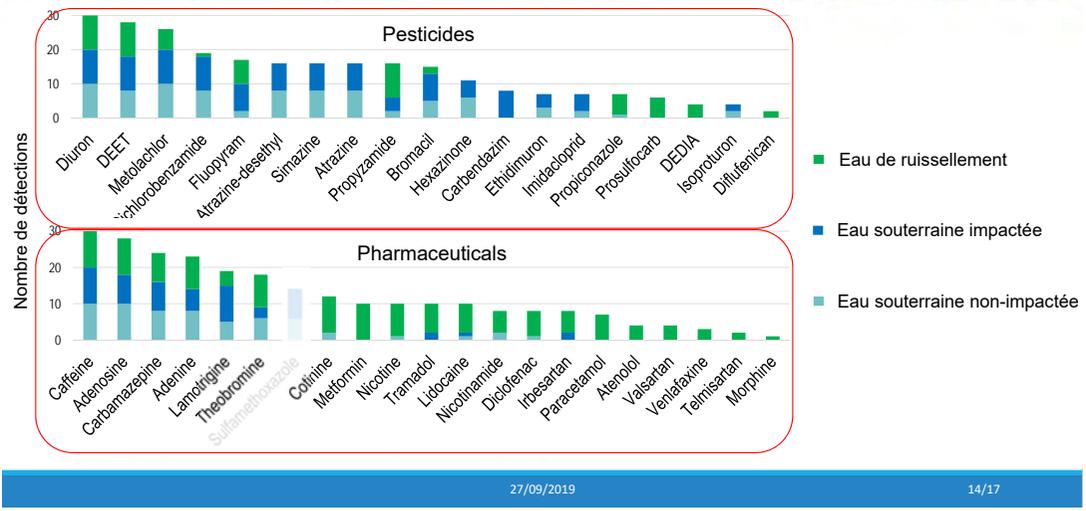
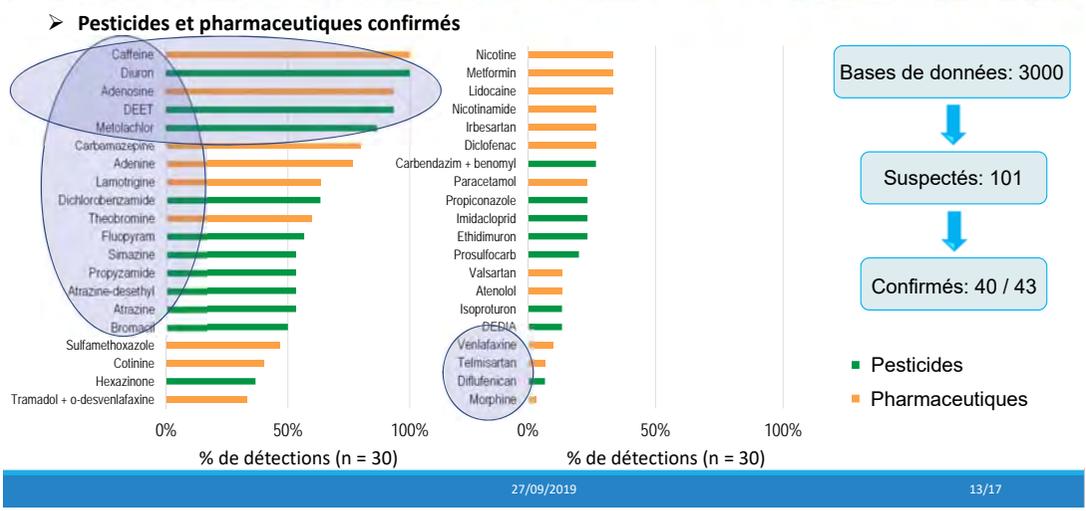
➤ Déploiement et analyses



➤ Screening suspecté



Schymanski et al., 2014a. Identifying Small Molecules via High Resolution Mass Spectrometry: Communicating Confidence. Environ. Sci. Technol. 48, 2097–2098.





- Conception d'un nouvel échantillonneur passif adapté au déploiement dans les eaux souterraines
- Combinaison échantillonnage passif et suspect screening après analyse par LC-HRMS pour l'évaluation de la contamination des eaux souterraines
- Bases de données: 3000 pesticides et pharmaceutiques, 101 suspectés, 40 confirmés sur 43



Stratégie analytique validée

- Pesticides principalement détectés dans les eaux souterraines, contrairement aux pharmaceutiques
- Pas de contamination significative par les pharmaceutiques
- L'infiltration des eaux de pluie seule n'explique pas leur présence dans les eaux souterraines → contamination en amont ou ancienne?
- Pesticides interdits: contamination ancienne et grande persistance dans l'environnement
- Pas de contamination significative de l'eau souterraine impactée en comparaison à l'eau souterraine non impactée → faible transfert du bassin d'infiltration vers la nappe?

27/09/2019

17/17



## Merci de votre attention!



Equipe TRACES de l'ISA



Agence Nationale de la Recherche  
ANR-16-CE32-0006



Equipe E3S du LEHNA



Eau du Grand Lyon



Université de Portsmouth



Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse



OTHU



Région Auvergne Rhône Alpes

Pinasseau, L.; Wiest, L.; Fildier, A.; Volatier, L.; Fones, G. R.; Mills, G. A.; Mermillod-Blondin, F.; Vulliet, E. Use of Passive Sampling and High Resolution Mass Spectrometry Using a Suspect Screening Approach to Characterise Emerging Pollutants in Contaminated Groundwater and Runoff. *Science of The Total Environment* **2019**, 672, 253–263.





## 2. Des espaces publics lyonnais, des aménagements typiques

### ③ Environnements urbains

#### Comment caractériser les environnements urbains au prisme des activités sociales?

Les environnements urbains sont compris dans cette recherche à travers des caractéristiques variées:

- **La morphologie sociale** → forme sociale de la ville
- **La morphologie urbaine** → forme physique de la ville
- **Environnement technique et aménagements** → forme technique
- **Écosystème ou environnement microbien** → forme biologique

Ces caractéristiques combinent les aspects du vivant, du technique et du social

Trois terrains d'étude, trois morphologies urbaines et sociales à Lyon et sa périphérie:

#### ① Zone industrielle Mi-Plaine de Chassieu en banlieue de Lyon



Points d'observation sur le bassin versant de Django Reinhardt à Chassieu (69) – (source: Google Earth, 2016)

20 points d'observation et de prélèvements des eaux de ruissellement répartis sur les réseaux d'eaux pluviales du bassin versant (environ 210 ha).

Site OTHU  
Bassin de rétention/infiltration + BV urbain industriel

#### ② Quartier de la Part-Dieu en centre ville de Lyon



Points d'observation étudiés sur le quartier de la Part-Dieu à Lyon – (source: Google Earth, 2016)

11 points d'observation et de prélèvements des eaux de ruissellement sur différents types d'aménagements: placette, voie piétonne, voirie etc.

#### ③ Grézieu-La-Varenne, commune périurbaine résidentielle



Points d'observation à Grézieu-La-Varenne (69) – (Source: Google Earth, 2016)

Site OTHU  
BV de l'Yzeron, périurbain

### 3. Observer la ville: méthodes et données produites

#### ① Méthodologie

Observations *in situ* → intégration des dynamiques temporelles: systématisation  
 Relevés photographiques → les photographies comme traces et preuves des activités  
 Documentation Insee, Métropole de Lyon, CCI pour les données « froides »

Pour chaque points d'observation (= points de prélèvement)	Types d'observations	Temporalité et sessions d'observation pour chaque point	Objectifs
<b>Observation des objets et dispositifs techniques formant les aménagements</b>	Recensement des ODTSU et descriptions des configurations d'aménagement	1 session par terrain	Identifier les ODTSU et les configurations d'aménagement + déterminer les seuils (étanchéité/délimitation entre espaces privés et espace public
<b>Observations séquentielles des activités sociales sur l'espace public</b> 30min / point / session	Description des activités sociales sur l'espace public et : -ODTSU mobilisés -Déchets/traces laissées Flux des activités (comptage des véhicules – modes doux - piétons)	ZI Chassieu (20 points) ⊗ 6h-10h: 2 sessions ⊗ 12h-14h30: 1 session ⊗ 16h30-19h30: 1 session ⊗ 19h-23h: 2 sessions Part-Dieu (12 points) et Grézieu-La-Varenne (4 points) ⊗ 7h30-9h30: 3 sessions ⊗ 10h-12h: 3 sessions ⊗ 12h-14h: 3 sessions ⊗ 14h30-16h30: 3 sessions ⊗ 17h-19h30: 3 sessions ⊗ 20h-00h: 3 sessions	Identifier les (1) différentes temporalités des activités (matin, midi, sorties du travail, soir) – (2) leurs régularités ou fréquences – (3) les inférences ou non entre activités observées et déchets/traces relevés
<b>Observation des activités économiques et industrielles</b>	Recensement des entreprises et commerces compris dans le périmètre d'observation	ZI Chassieu 1 session de recensement des entreprises Part-Dieu et Grézieu-La-Varenne 1 session de recensement des commerces	Identifier les entreprises ou commerces présents autour des points d'observation - leur taille - leurs temporalités d'activités - leurs types d'activités
<b>Observation des périmètres de ruissellement des eaux pluviales</b>	Identification des directions des ruissellements passant par les points d'observation (avaloirs)	1 session par terrain	Comprendre (1) comment s'écoule l'eau pluviale pour (2) identifier les zones de lessivage des traces et déchets laissés par les objets dans les activités

Tableau récapitulatif de la méthodologie d'enquête par observation

#### ② Corpus – Types de données recueillies

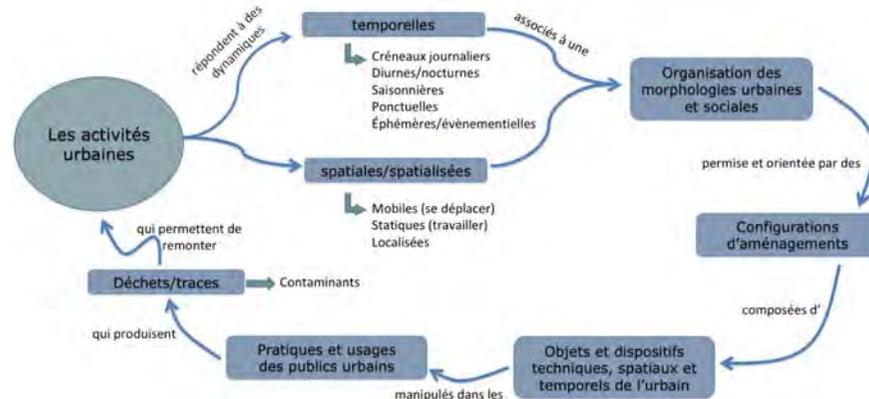
- 36 points d'observation, 458 observations réalisées
- Description type ethnographique des activités, aménagements et objets
- Comptages routiers et modes doux
- Relevés traces et déchets (indices)
  - Données qualitatives (journal de terrain)
  - Données quantitatives réelles ou construites (tableaux)

- Schémas synthétiques des données recueillies sur les 36 points d'observation
  - Synthèse des données qualitatives et quantitatives



Synthèse des données d'observation des points 17 et 18 sur la ZI – (source: Google Earth, 2016; réalisation: Jingyi Hao, Claire Mandon)

#### ③ Caractériser et analyser les activités urbaines



Merci pour votre attention!

Claire Mandon  
 Doctorante EVS UMR 5600 « Environnement Ville Société »  
 INSA de Lyon  
 claire.mandon@insa-lyon.fr





## SÉMINAIRE INTERNE

"Séminaire Doctorants OTHU "  
& " 4e Séminaire données/Métadonnées OTHU "

27 septembre 2019 – ENTPE – Vaulx-en-Velin

# PARTIE 2

## 4E SEMINAIRE DONNEES/METADONNEES OTHU

27/09/2019 - ENTPE

Diapositive <N°>







# 4<sup>ème</sup> séminaire Données

INTRODUCTION ET CADRAGE

**Flora BRANGER , IRSTEA Lyon -  
 Co-présidente de l'OTHU**



## L'OTHU et les données, une longue histoire...



- 1999 : création de la fédération d'équipes de recherche OTHU et 1<sup>ère</sup> convention OTHU / Grand Lyon
- 2000 : Stage E. Picard– Stockage des données OTHU  
 Embauche référent commun données OTHU (Y. Béranger)
- 2001/2002 : Élaboration d'un premier cahier des charges et discussion avec GL sur VIGILANCE  
 Juillet 2002 : poste VIGILANCE – INSA
- 2003 : 2de convention OTHU / Grand Lyon  
 Définition d'un protocole commun formatage, d'échange et stockage des données Validées sur VIGILANCE
- 2006 : 3eme convention OTHU / Grand Lyon
- 2009 : 1er séminaire OTHU données
- 2010 : 4e convention OTHU / Grand Lyon  
 Vigilance reste prioritaire sur données continues + début de la réflexion sur une base de métadonnées
- 2011 : première base v0 de métadonnées othu
- 2011 : Interobservatoire HURRBIS Paris/Nantes / Lyon  
 Enquête HURRBIS SEPIA Conseil: opportunité d'une base commune



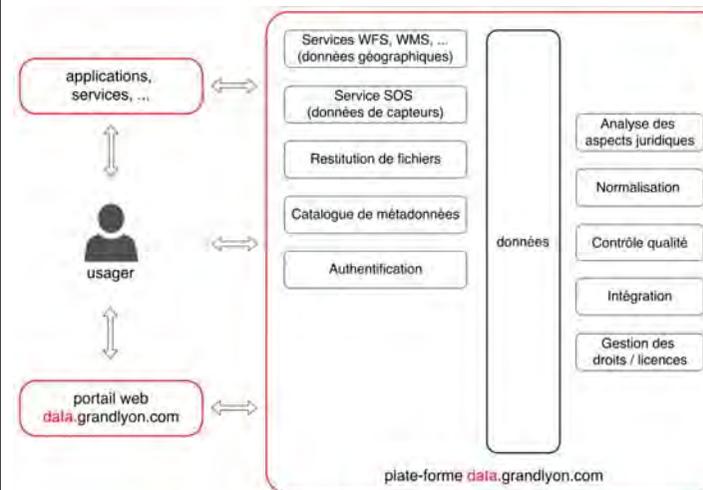
## L'OTHU et les données, une longue histoire



- 2013 : 2e séminaire données OTHU  
 IRSTEA: mise en production BDOH  
 INSA DEEP: logiciel EVOHE
- 2014 : 5e convention OTHU / Grand Lyon  
 VIGILANCE reste prioritaire sur données continues  
 2015: INSA DEEP: post-doc C. Bécouze sur outil d'archivage des campagnes OTHU  
 2016: enquête URBIS observables mutualisables / outil commun
- 2018 : 6e convention OTHU / Métropole  
 Arrêt de VIGILANCE  
 Construction d'une nouvelle base de métadonnées publique et visible sur [data.grandlyon.com](http://data.grandlyon.com)  
 Accent sur la capitalisation de données



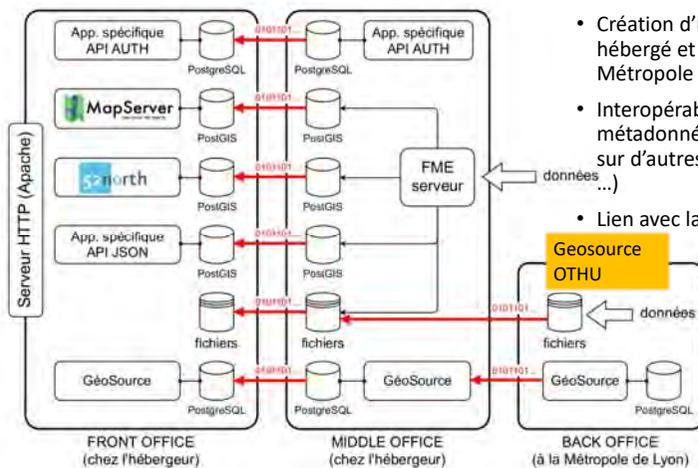
## Qu'est-ce que [data.grandlyon.com](http://data.grandlyon.com)?



- Plate-forme de diffusion de données du territoire de la Métropole
- En ligne depuis 2011
- Peu de données liées à l'eau (pluviomètres GL sous forme de fichiers)



## Intégrer data.grandlyon.com?



- Création d'un serveur Geosource indépendant hébergé et maintenu par la DINSI de la Métropole
- Interopérabilité: visibilité immédiate de nos métadonnées sur data.grandlyon.com, mais aussi sur d'autres catalogues de métadonnées (ZABR, ...)
- Lien avec la source de données possible

27/09/2019 - ENTPE

Diapositive 5

SÉMINAIRE INTERNE



## Bilan

- Intérêt et réflexion continus sur les données et métadonnées
- Des avancées significatives sur l'archivage et la visibilité des Métadonnées
  - Opportunité de la plate-forme data.grandlyon.com et du soutien de la DSIN de la Métropole
- Avancées plus limitées sur les Données
  - Echec VIGILANCE comme outil commun
  - Pratiques de sauvegarde et bancarisation hétérogènes et partielles
  - Actions de valorisation / retour sur historique partielles
    - CHRONOTHU 2015 (sur 10 ans Chassieu / Ecully)
    - Stage « Data Rescue » D. Sigaud (2019) sur données historiques Yzeron
  - L'OTHU a 20 ans: risque accru de perte de données

27/09/2019 - ENTPE

Diapositive 6

SÉMINAIRE INTERNE



## Objectifs du séminaire

### La capitalisation de données:

1. s'assurer que les données sont sauvegardées, documentées et facilement retrouvables (concept FAIR Data)
2. valoriser et rendre mieux visibles les données existantes en définissant et produisant des indicateurs, synthèses etc (historique)

### ENJEUX FORTS AU NIVEAU OPERATIONNEL ET SCIENTIFIQUE

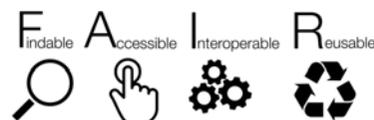
- Perte de données
- Reconnaissance de nos observatoires

### Les actions 2019

1. Intégration de nos métadonnées à data.grandlyon.com
2. Enquête sur l'état des pratiques sur les données et ambitions de capitalisation

### Discussion: définition d'une feuille de route par rapport à la capitalisation de données dans l'OTHU

1. Stratégie et procédures pour le basculement de nos métadonnées dans la nouvelle base
2. Ambition et stratégie sur les données



Présentation Isabelle

Présentation Nicolas

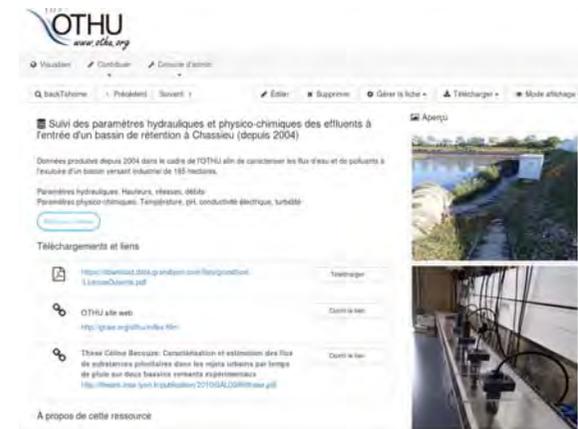


## Base métadonnées OTHU

### Définition des jeux de données

#### 1 jeu de données = 1 fiche

1. Quelle granularité?
2. Refonte des fiches historiques?
3. Qui fait quoi?



# Stratégie sur les données



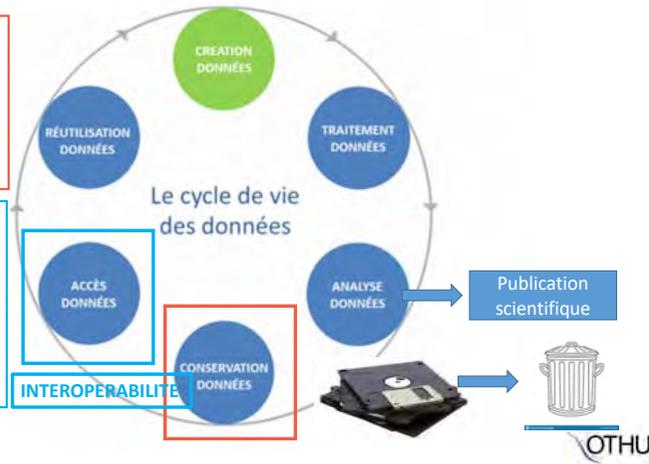
## Cycle de vie de la donnée

### Conservation données

- Documentation (date / heure / lieu / paramètres)
- Structuration
- Sauvegardes

### Accès données

- Diffusion / partage
- Valorisation des observatoires
- Reconnaissance scientifique
- Bases de données interopérables
- Data papers





# Les défis du partage des données en environnement au niveau national et international

Isabelle Braud, Irstea, UR RiverLy, Lyon, France

Avec les contributions de  
Jérôme Gaillardet, IPGP, Paris

Sylvie Galle, Véronique Chaffard, Charly Coussot, IGE, Grenoble et tous les scientifiques et ingénieurs de l'IR OZCAR

Séminaire interne OTHU sur le partage des données  
ENTPE, 27 septembre 2019



## Plan de la présentation

1. Les observatoires en environnement et les Infrastructures de Recherche (IR)
2. Les défis du partage des données. Aller vers des données FAIR
3. Exemple de structuration des données des surfaces continentales et de la zone critique dans l'IR OZCAR



## Les infrastructures de recherche (IR) Qu'est-ce que c'est?

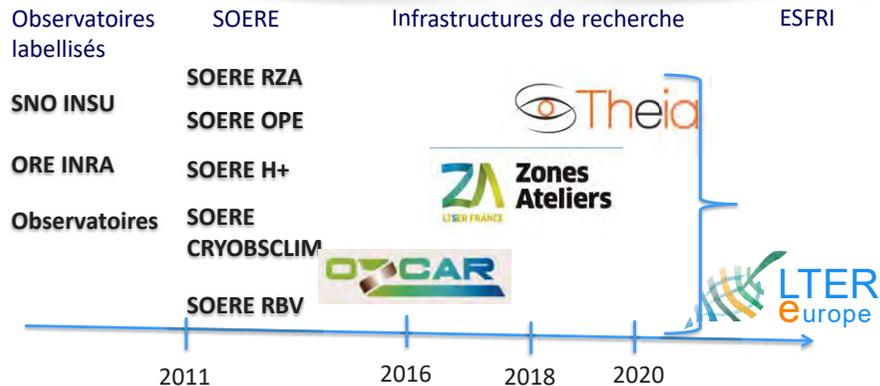
1. Un outil de pilotage des grands instruments de la recherche (grands instruments, observatoires, moyens de calculs, bases de données, cohortes, etc..)
2. Avec quelques caractéristiques:
  - Nécessaire aux recherches de haut niveau d'une communauté
  - Ouvertes à la communauté internationale
  - Fourniture de services ou conduite de recherches propres
  - Avec un budget pluriannuel agréé par les tutelles
  - Avec un plan de gestion de données et leur mise à disposition de la communauté internationale (FAIR data)



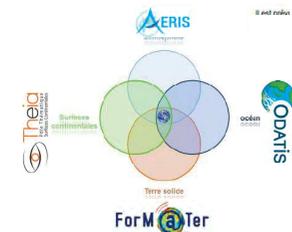
## Les infrastructures de recherche (IR)

1. Structuration française: la feuille de route des [IRs](#)
  - 98 IR labellisées en 2018 dont 25 dans le domaine « Science du système Terre et de l'Environnement »
2. Structuration européenne: European Strategy For Research Infrastructures ([ESFRI](#) roadmap)
  - eLTER-RI: integrated cross-scale and cross disciplinary approach for the analysis of ecosystems and biodiversity

# Construction Nationale SNO-SOERE - IR/TGIR

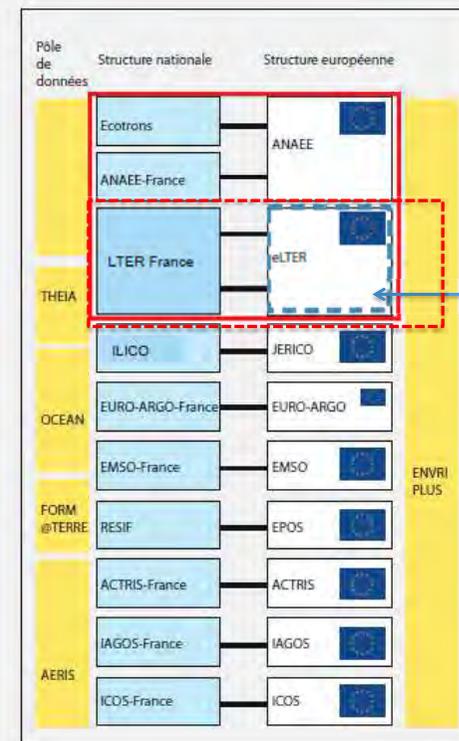


IR Data Terra regroupant les différents pôles de données  
Labellisation IR à venir



IR Data Terra (Pôle de Données Système Terre)

# Research Infrastructures



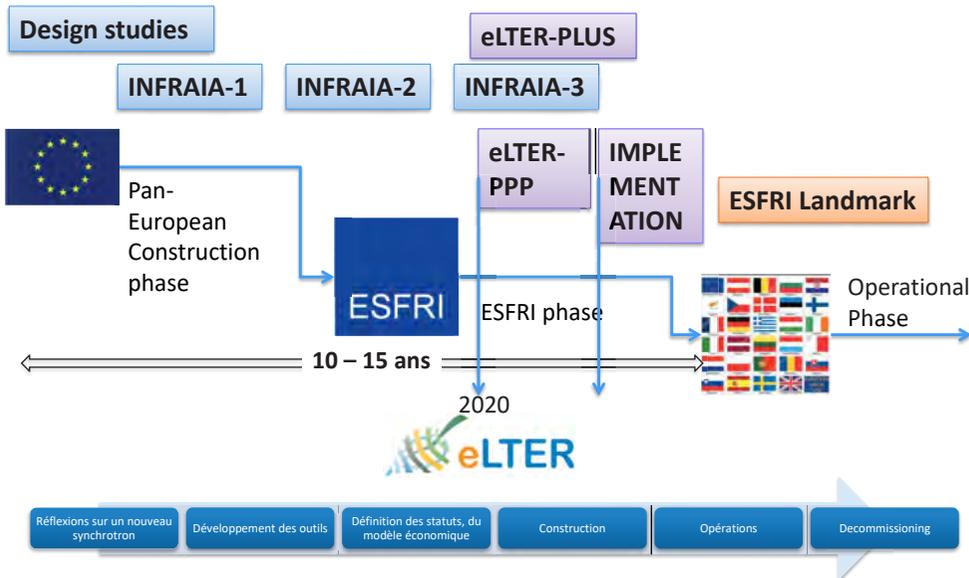
eLTER (European Long Term Ecological Research) accepted in 2018 on the ESFRI roadmap

eLTER French mirror: LTER-France including

- OZCAR RI : gathering Critical Zone Observatories (geo-eco-systems)
- Réseau des Zones Ateliers (RZA -RI), LTSER (long-term socio-ecological systems)



# La construction Européenne ESFRI



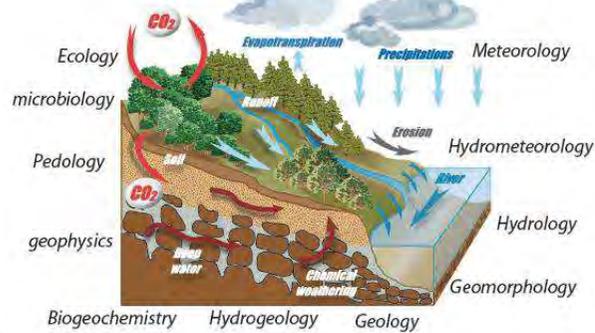
OZCAR => un réseau d'observatoires



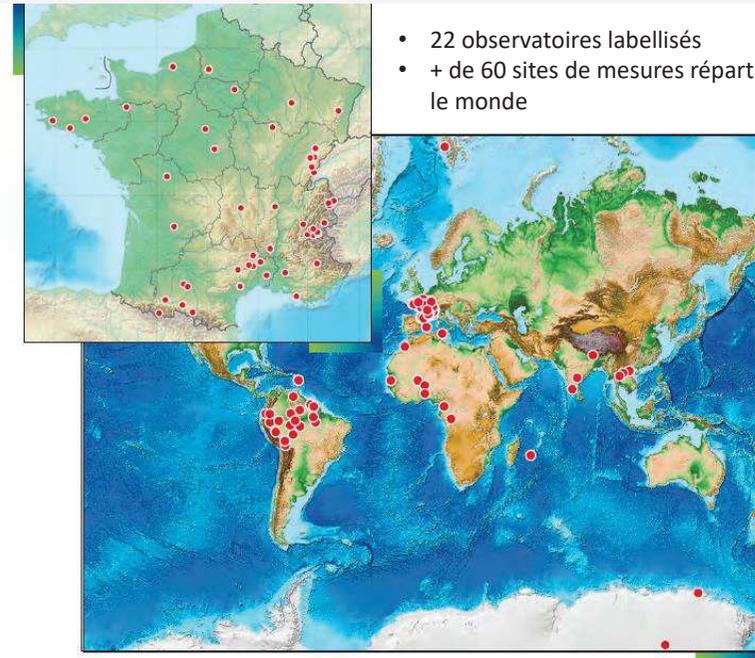
- Un intérêt commun pour la Zone Critique et le calcul de bilans et de flux
- Des sites très instrumentés avec un long historique d'observations
- Une même question générale: comment suivre, décrire et simuler l'adaptation de la Zone Critique à une planète qui change (climat, occupation des sols, pratiques)
- Les ambitions d'OZCAR déclinées dans un « White paper » ( Gaillardet et al., VZJ, 2018)

<https://dl.sciencesocieties.org/publications/vzi/abstracts/17/1/180067>

- Earth's thin outer skin, from the top of the boundary layer to the non-weathered bedrock
- A critical interface where rock, soil, water, air, and living organisms interact and use both solar and deep terrestrial energy.
- A crossroads of disciplines
- A Critical zone for humankind as being our natural habitat and where life-sustaining resources are available (food production and water quality): our vital space



National Research Council, USA 2001



- 22 observatoires labellisés
- + de 60 sites de mesures répartis dans le monde

## Why taking care of data from observatories ?

### Where do data enter into the game?

- Long term times series to document the time evolution of the state of our environment
- Need of data to build, test and propose integrated models able to predict the evolution of the critical zone for the right reasons

### Research observatories

- A long tradition of observations in the geophysical domain
- Documentation of several compartments of the critical zone: air, soil, subsoil, water, biota
- Also some data about human actions and behavior

⇒ **Data from the different observatories often collected independently from the others**

⇒ **These data will be useful if they can be shared and reused by others to address integrated questions using a systemic approach**

## Plan de la présentation

1. Les observatoires en environnement et les Infrastructures de Recherche (IR)
2. Les défis du partage des données. Aller vers des données FAIR
3. Exemple de structuration des données des surfaces continentales et de la zone critique dans l'IR OZCAR

## Data sharing: why is it so difficult?

### Reluctance to data sharing

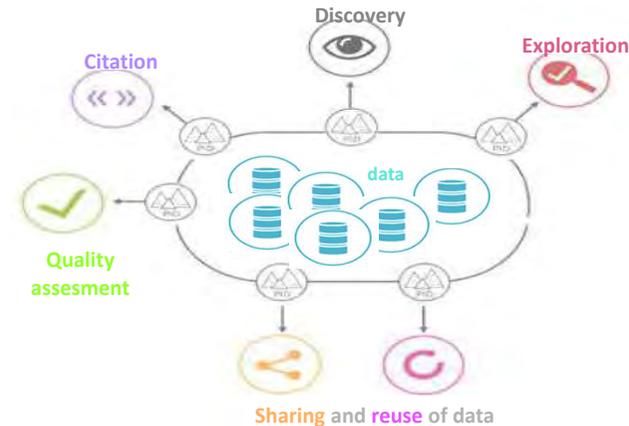
- Scientists want to publish first
- Lack of traceability of what is done with their data
- Data provision and documentation is time consuming and rarely recognized (in particular in terms of evaluation)
- Lack of human resources and of technical skills

### New context of open data and open science

- INSPIRE directive to make data public
- New requirements of scientific journals to have data published with papers
- Acknowledgement of data production by data papers and attribution of DOIs

=> **Strong pressure to provide FAIR data**

## Towards FAIR data What does it mean?



<http://doranum.fr/thematique-identifiants-perennes-p>

**Findable:** data discovery, metadata documenting the context

**Accessible:** can be downloaded

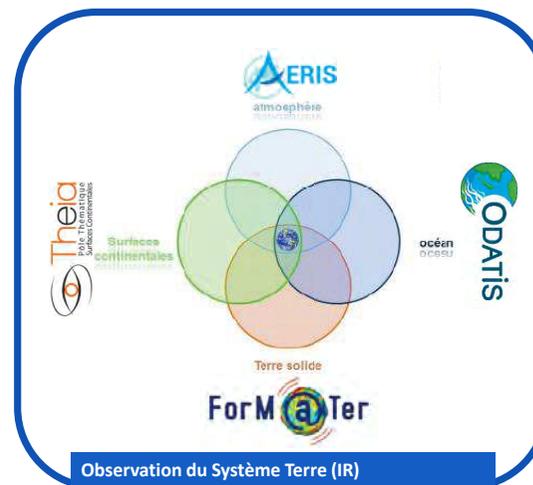
**Interoperable:** can be accessed by machines, standardization needed

**Reusable:** open formats, license, information about quality and protocols

## Plan de la présentation

1. Les observatoires en environnement et les Infrastructures de Recherche (IR)
2. Les défis du partage des données. Aller vers des données FAIR
3. Exemple de structuration des données des surfaces continentales et de la zone critique dans l'IR OZCAR

## Earth System and Environment data



**Data access and FAIR principles ensured through four data poles in France**

- AERIS: atmosphere
- ODATIS: Ocean
- Form@Ter: deep earth
- Theia: Continental surfaces

**Inter-pole working groups**



- Theia portal exposing remote sensing data
  - Need to develop something for in situ data
- => Launch of the Theia/OZCAR IS project mid-2017

## Objectives of Theia/OZCAR IS

- A **unique data portal** to access **transparently** in situ data documenting continental surfaces and the critical zone, that are presently scattered in various information systems
- A data portal that does not store data but that can offer this service for observatories that may require it
- Respect the accessibility and interoperability principles in relation with the European INSPIRE directive and **FAIR principles**
- Foster **DOI declaration** on data sets
- Offer **services and interoperability** with other portals, in particular the Theia remote sensing portal, and European Research Infrastructures (e.g. European Long Term Ecological Research –eLTER- RI)
- Allow the emergence of new communities for the creation of **new satellite products** merging in situ and satellite data

## Which data in Theia/OZCAR?

### Data from labelled observatories

- 21 observatories labelled and funded by French Research Institutes (INSU/CNRS, IRD, Irstea, INRA, BRGM, Universities) that document the critical zone on the long term (first measurements in the 1960s and one series starting in 1920)
- Observatories initially built to answer research questions of interest for the territory they are located in leading to strong links with local stakeholders
- All the observatories structured in Research Infrastructures at the national level (**OZCAR-RI**, 2016), and European (**eLTER-RI**, 2018), to foster interdisciplinary research and sharing of approaches and data

- Labelling is given provided data are accessible

### Other observations

- Data from research projects (ANR, others ...)
- Data for calibration/validation of satellite products

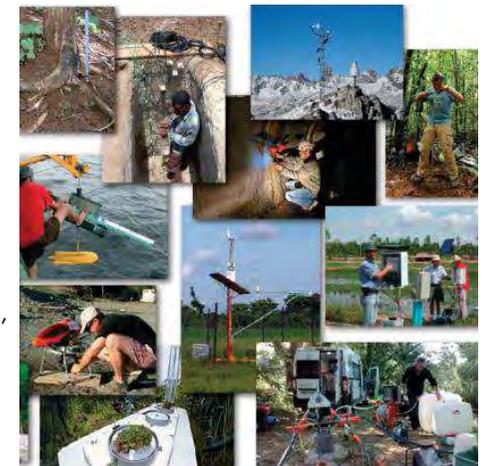
=> Large heterogeneity in data structuration and management and in the level of development of Information Systems

## Which variables?

### More than 300 measured variables

- **Point** time series: meteorology, hydrology, hydrogeology, glaciology, surface energy balance, sediment fluxes, geochemical elements and contaminant concentrations
- Soil **cores**
- **2D** geophysical profiles
- **Maps** (raster or vector) characterizing the sites: land use, DTM, soil physical properties
- **Surveys**: crop rotations

=> A large diversity in variables names



## Methodology

- **A “Tour de France” of the observatories**
  - to understand how data management is organized
  - identify human resources and potential contacts,
  - Collect expectations and fears regarding the project
- Organization of working groups at the OZCAR 2017 annual meeting to collect users expectations with regards to the web interface
  - Criteria for data search for the scientist user
  - Criteria in relation with data provision and statistics about their use for data producers
- Participation in the InterPole working groups to share ideas and practices with the other data poles



=> Observatories generally related to regional data centers (Science of the Universe Observatories) or to institutional data management

## Different existing data portals or file repositories

- A large diversity in data management with file repositories, metadata portals, data portals fully interoperable or not, or still under construction
  - A substantial effort to organize, sometimes harmonize data in the various observatories
- ⇒ Given the human power invested, necessity to make the best use of existing organizations

## Outcome of the future users and data providers consultation

### Search criteria

- Variable names(normalized)
- Feature of interest (catchment, river, etc.)
- Type of climate, geology
- Institutions (funders, projects, etc...)

### Which expectations?

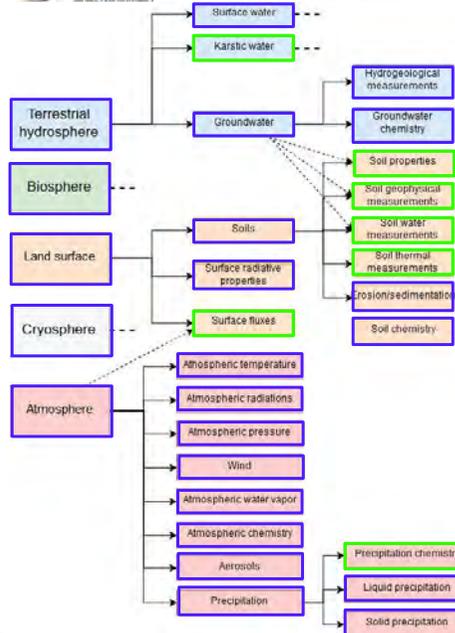
- **Metadata AND data**
- Same output format
- Data quality and documentation : ensured by data producers
- Must be first useful for data producers themselves (statistics of downloading, end up to be the best place to download their own data)

# Principles for building the Theia/OZCAR IS

- Keep the data close to data producers, which is a guarantee of quality
- Make the best use of existing data management systems that have their logic and are often related with regional needs and stakeholders
- Define information fluxes between observatories and the Theia/OZCAR IS (distributed architecture)
- Offer services and interoperability with other portals
- Foster data discovery and exploration, their sharing and reusability, their citation

## What has been done since 2017?

1. Building of a **controlled vocabulary** (variables names and categories)
2. Definition of the required **metadata**: analysis of standards (ISO19115, INSPIRE, DataCite, O&M, etc..) to define the information flux to be organized between observatories and the central Theia/OZCAR IS
3. Definition of a **pivot data model** for exchanging the information
4. **Define the architecture of the Information System and building of a prototype web portal**



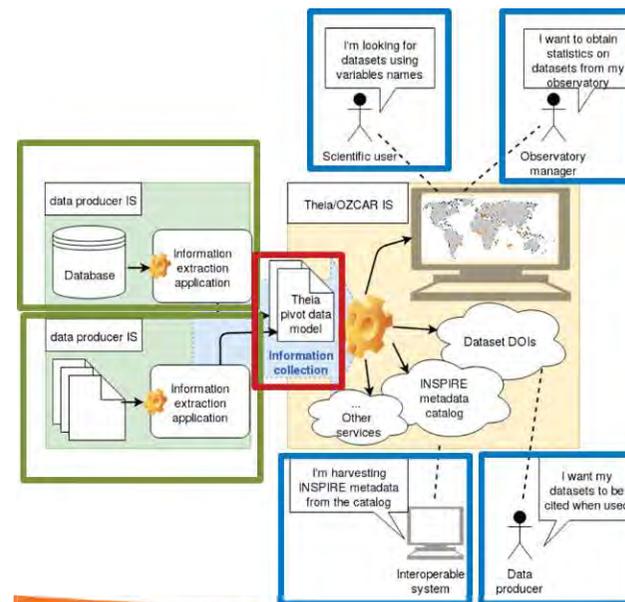
### Hierarchized controlled vocabulary

- Based on **GCMD** (<https://earthdata.nasa.gov/about/gcmd/>)
- Need to add specific categories relevant for Theia/OZCAR
- Chemical data: based on SANDRE

GCMD categories

Added categories

- **Publication of the thesaurus**
- **Semantic links with international thesauri**

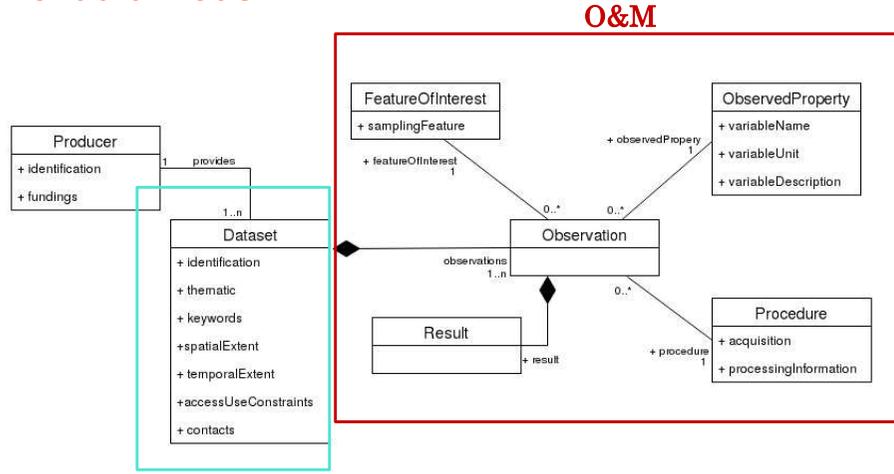


### Architecture of the Information System

#### Building of data fluxes:

- 1) Different data producers, different formats
- 2) The pivot data model allows (i) information collection; (ii) to update them in real time
- 3) The Theia/OZCAR IS is able to answer requests from humans and machines

## Pivot data model



ISO 19115 / Inspire

Conceptual model

## Prototype of the web portal

The screenshot shows the top part of the web portal. On the left, there's a search bar and a list of categories with counts: Biosphere (46), Terrestrial hydrosphere (1739), Atmosphere (391), and Land surface (399). Below this is a 'Temporal extent' section with 'From' and 'To' input fields. The main area is a map of Africa with several colored markers (yellow, green, red) indicating data points. On the right, there's a 'Select a base layer' dropdown menu. At the bottom, there's a 'Show measurement list' button.

## Prototype of the web portal

This screenshot shows a different view of the web portal. The left sidebar has a 'Variable' search bar and a list of categories: Land surface (70), Atmosphere (70), and Biosphere (70). The main area is a satellite map of a landscape with several blue markers. On the right, there's a 'Select a base layer' dropdown menu. At the bottom, there's a 'Show measurement list' button.

## Prototype of the web portal

This screenshot shows the 'Hide measurement list' view of the web portal. It displays a table of 221 measurements (page 1 of 221, page size 10). The table has columns for Producer variable name, Station name, and Dataset title. The first few rows show data from AMMA-CATCH and MSEC producers. On the left, there's a search bar and a list of categories: Biosphere (46), Terrestrial hydrosphere (1739), Atmosphere (391), and Land surface (399). Below this is a 'Temporal extent' section with 'From' and 'To' input fields. On the right, there's a 'Select a base layer' dropdown menu. At the bottom, there's a 'Show measurement list' button.



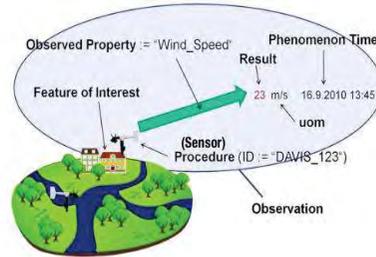
## Travail sur les métadonnées: analyse des standards et identification des flux d'informations à mettre en place

**Métadonnées** nécessaires pour mettre en place des **services d'interopérabilité** et des **services de citation** ?

### Standards analysés:

- Norme ISO 19115/Inspire (webservice CSW)
- Dublin Core (protocole OAI-PMH)
- O&M et SensorML (webservice SOS)
- DataCite
- DCAT
- Schema.org/dataset

- mapping entre les différentes normes
- Identification d'un set minimum de métadonnées à échanger
- Choix d'un format pivot maison



## Observatories and research infrastructures

### Research observatories

- A long tradition of observation in particular in the geophysical community (atmosphere, ocean, deep earth, hydrology, hydrogeology)
- Research observatories set up to address scientific questions of local interest such as acid rain in the Vosges forest, flash floods in the Cévennes-Vivarais region, erosion of soils in the pre-Alps, contamination of water and soils by pesticides in vineyards, etc...

### Research Infrastructures

- Observatories structured in Research Infrastructures at the national level and European level (ESFRI – European Strategy For Research Infrastructures)

### OZCAR grand scientific questions

**Dynamic architecture of the Critical Zone:** (i) what is the vertical and lateral extent of the Critical Zone? (ii) what are the residence and exposure times of water and matter in the different compartments? (iii) what are the critical zone interfaces? what are the important CZ interfaces? (iv) what is the role of biota in the Critical Zone?

⇒ To answer all these questions, data are needed

Biogeochemistry from observatories (iii) what are the critical zone interfaces? ⇒ Research observatories are providing some of these data

**Responses and feedbacks to biological, climatic and geological perturbations and global change. The Earth's surface dynamic system:** (i) how can we use observatories to predict the future of the CZ? (ii) how do processes with small characteristic time and limited spatial imprint influence the longer timescales and larger spatial scales? (iii) can we predict CZ trajectories?



## Capitalisation des données/métadonnées OTHU

27 septembre 2019

**Nicolas Walcker – INSA DEEP - OTHU**

[https://prezi.com/View/LX5AvC\\_EepSidcMymLpvk/](https://prezi.com/View/LX5AvC_EepSidcMymLpvk/)

### LA 4<sup>E</sup> ÈRE, CELLE DE LA DATA

1 <sup>ère</sup>		ÈRE DE L'ORDINATEUR 1950 - 1970
2 <sup>e</sup>		ÈRE DU LOGICIEL 1971 - 1990
3 <sup>e</sup>		ÈRE DES RÉSEAUX & D'INTERNET 1991 - 2010
4 <sup>e</sup>		ÈRE DE LA DONNÉE 2011 - ...

**90 % des données disponibles dans le monde ont été produites au cours des deux dernières années**

## Illustration avec le site de Chassieu



Deux stations de mesure regroupant une quarantaine de capteurs avec une acquisition toutes les 2 minutes:

28 800 données /jour

10 512 000 données /an

## Sommaire

- Retour sur l'enquête Données
- Métadonnées et *data.grandlyon*
- Conclusions et perspectives



- Constats

**Inventaire**

- 5/11 contacts avec des données en continu
- 11/11 contacts avec campagnes
- 4/11 contacts avec données d'état (type annuaire, cartographie, topographie, inventaire...)

Données puis 1997 avec principalement les 10 dernières années

**Traitement de la données**

- Archivage très hétérogène (*local, serveur, disque dur, cloud, web...*)
- Formats données alphanumériques (*principalement Excel... et csv*)
- Outils de traitement (*principalement Excel, Matlab... puis R, Evohe*)
- Validation (*selon l'équipe et/ou la personne*)
- Incertitudes (*selon l'équipe et/ou la personne*)

**Valorisation données/métadonnées**

- 10/11 partagent des données avec d'autres équipes OTHU
- 10/11 prêtes à héberger des données chez une autre équipe
- 11/11 Valorisation = Publications (congrès, articles, posters...)
- 5/11 saisissent des fiches métadonnées
- 1/11 consultation des fiches métadonnées

- Constats

**Constat général**

- Grande variété de formats, de méthodes, d'avis sur la capitalisation des données
- Un raisonnement globalement par projets et/ou thèses et/ou stages
- Vision et définition différente sur la capitalisation
- Besoins et objectifs relativement différents (types données; sauvegarde/partage, validation...)
- Valorisation = Publications (papiers, congrès, posters...)
- Complexité pour réaliser un inventaire exhaustif (volume, disponibilités des contacts et données...)
- Des informations dispersées au sein des équipes et des mouvements de personnels

- Quelques idées ...

**Améliorations/Evolutions**

- Equipes globalement satisfaites par leur traitement des données
- Archivage commun pour assurer la pérennité des données (mais vigilance sur le risque d'entrepôt « poubelle » )

**Quelques propositions**

- Plus de communication, outils interactifs, résumés graphiques, cartes, supports vidéos/photos...
- Réflexion partenariat avec d'autres équipes spécialisés dans la donnée (type LIRIS, CITI...)
- Réflexion sur les outils existants (du local à l'international)

**Les données:** Trésor de l'observatoire...



...dont la carte s'efface avec le temps

## Conclusion



Existence de différents outils spécifiques métiers + Moyens humains et financiers + Des données aussi nombreuses que variées

=



Une base de données collective pour l'OTHU



1/ Réflexion sur la structuration et l'organisation des données au sein de chaque équipe



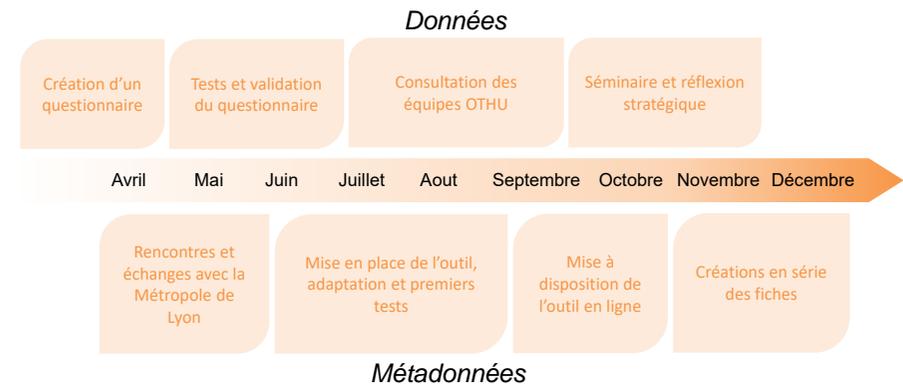
3/ Référencement des outils et bases exploités par les différentes équipes ainsi que leurs productions



2/ Réflexion collective sur la procédure de sauvegarde des données dans le temps



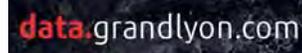
## Métadonnées et Data Grand Lyon



**Rappel extrait convention**

Sur 2019, il sera notamment question de :

1) Construire des procédures pour permettre la connexion et l'alimentation de la plateforme Data Grand Lyon, avec la définition d'une stratégie pour le versement des métadonnées historiques

**Historique avec data.grandlyon**

**2016:** Rencontres Académiques (*organisées par la Métropole de Lyon*)

**2017:** Essais de comptabilité de notre base de métadonnées actuelle vers data.glyon

**2018:** Proposition de financements complémentaires par la Métropole pour la capitalisation des données/métadonnées de l'OTHU (*et annonce arrêt vigilance*)

**2019:** Rencontres avec les équipes de la Métropole de Lyon et construction d'un nouvel outil

*Un grand merci à Isabelle MALLET et Alessandro CERIONI (Métropole de Lyon) pour leur disponibilité, leur réactivité et leur travail !*

**RAPPEL**

Les métadonnées sont un ensemble de données structurées décrivant des ressources (physiques ou numériques) et incarnent un maillon essentiel pour le **partage de l'information**.

Elles permettent de définir ou **décrire une autre donnée** quel que soit son support. Un exemple type est d'associer à une photo un nom, une date et/ou les coordonnées GPS du lieu où elle a été prise.

Une base de métadonnées n'est **pas une base de données** (où les données sont organisées en lignes, colonnes ou tableaux et indexées afin de pouvoir facilement trouver les informations recherchées à l'aide d'un logiciel informatique).

**Les Besoins**

- Interopérable avec les standards actuels et moissonnable par d'autres (ex: data.grandlyon, ZABR)
- Ressources (humaines et financières) pour développement, hébergement et maintenance
- Un système ouvert à tous et consultable en public
- Une interface modernisée afin de faciliter et encourager la consultation
- Des outils de recherche adaptés à la masse et à la variété d'informations





<https://geonetwork-othu.alpha.grandlyon.com/geonetwork/srv/fr/catalog.search#/home>

## Conclusion

Prise de conscience collective



## Retour d'expérience MétaZABR (11/09/2019)



**Anne CLEMENS**  
Directrice adjointe du GRAIE | Directrice de la ZABR  
Métiers aquatiques  
+33 (0)4 72 43 01 01  
Contacteur



**Rémi SIBERCHICOT**  
Sagaire GRAIE-ZABR  
Observatoire régional des copertures extérieures pour le grand-lyonnais (GROE) & MétaZABR

- Utilisation du même outil (geonetwork)
- Nécessité de planifier un temps régulier et suffisant pour assurer le suivi du fonctionnement de la base (1 personne présente tous les 2 ans durant 6 mois à 50% sur MétaZABR, budget minimum 6500€)
- Accompagnement des équipes recommandé pour le MAJ et création de fiches
- Temps estimé par chercheur: < 3 jours/an (selon production de données)
- Déjà impatient de moissonner les métadonnées OTHU

## Conclusions et perspectives

- Une importante hétérogénéité des données rendant difficile la création d'une base de données OTHU commune et exhaustive
- Les équipes intéressées pour optimiser la capitalisation et valorisation leurs données mais globalement en manque de temps
- Une nouvelle base métadonnées adaptée aux besoins et ressources de l'OTHU
- Prévoir du temps chaque année avec référent métadonnées OTHU pour MAJ (et sauvegarde de données)
- Cette base de métadonnées peut servir comme voie d'entrée pour la recherche de données
- Data scientist avec post-doctorant régulier?
- Importance de poursuivre vers une réflexion commune sur la structuration des données

Merci pour votre  
attention !