



**Fédération Ile-de-France
de Recherche sur l'Environnement
(FIRE-FR3020)**

Comité de Fédération, 19 mars 2021

Projet 2019-2023

Bilan 2020

Christian Mougin (ECOSYS), Naoise Nunan (iEES)

Colin Fontaine (CESCO), Pascal Jouquet (iEES), Josette Garnier (METIS), Sabine Barles (Géographie-Cités), Nicolas Flipo (Géosciences), Laurence Lestel (METIS)

Anne Cardoso, Marie Silvestre, Sylvain Théry (FIRE)



Organisation de l'après-midi

- Bilan 2020 : 13h30 – 15h15
 - Informations générales
 - Animation scientifique
- Pause : 15h15 -15h30
- Perspectives 2021 : 15h30 – 17h00



Informations générales



La FIRE

- Créée en 2005 (4^{ème} quadriennal) sous la tutelle du CNRS et de SU
- 21 (+1) unités de recherche pour promouvoir l'interdisciplinarité dans les recherches en Environnement en Ile-de-France
- Un large panel de disciplines :
 - Hydrologie, hydrogéologie, géomorphologie, géochimie, géophysique, pédologie, sciences du sol
 - Agronomie
 - Ecologie des communautés et des populations, écologie de la conservation, microbiologie, écotoxicologie
 - Ecologie territoriale, socio-systèmes et trajectoires





Les ambitions de la fédération

- Lieu d'échanges, de discussion, de rencontres, via différentes manifestations (séminaires, journées thématiques...)
- Où l'interdisciplinarité a une place centrale pour faire émerger des projets et des collaborations
- Un lieu de décloisonnement des logiques institutionnelles
- Outils et infrastructures avec de nombreuses plateformes expérimentales, des bases de données, des outils de modélisation

Entre 21 unités

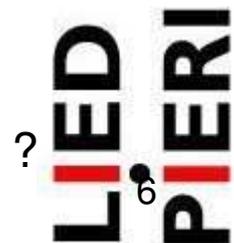


InfoSol
Agro Impact

HBAN
EFNO



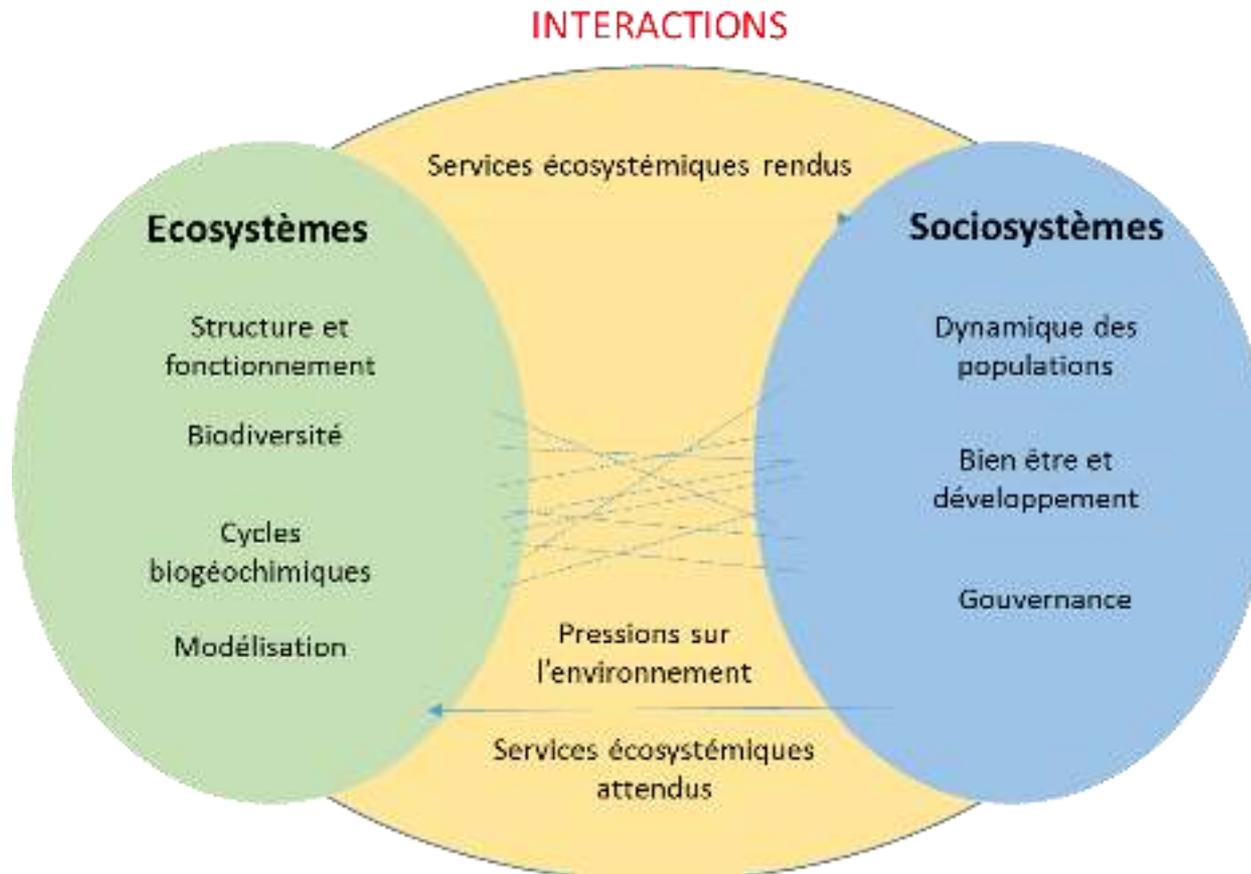
LABORATOIRE TECHNIQUES
TERRITOIRES ET SOCIÉTÉS





Pour un programme scientifique

- Compréhension du fonctionnement physique, biologique et géochimique des écosystèmes naturels et de leurs réponses aux forçages anthropiques
- Compréhension des socio-écosystèmes





En 3 axes

Axe 1 : Fonctionnement physique, biogéochimique et biologique des écosystèmes et services écosystémiques (Animateurs Pascal Jouquet et Naoise Nunan)

Axe 2 : Interactions des systèmes sociaux et écologiques (Animatrices Josette Garnier et Sabine Barles)

Axe 3 : Analyse de la dynamique des systèmes socio-écologiques (Animateurs Nicolas Flipo et Laurence Lestel)

➤ **Voir le projet FIRE 2019-2023**

➤ **Animation à renforcer !**



La gouvernance de la FIRE

Unité FIRE

Christian Mougin, ECOSYS INRAE, DR, Directeur
Naoise Nunan, IEES CNRS, DR, Directeur adjoint
Sylvain Théry, CNRS, IE, Bases de données
Marie Silvestre, CNRS, IR, Géomatique/Développement
Anne Cardoso, SU, AI, Gestion administrative et financière
Personnels non titulaires

Comité de fédération

Directeurs d'Unités et/ou référents

Comité de pilotage FIRE

Christian Mougin (ECOSYS) et Colin Fontaine (CESCO)
Axe 1 : Pascal Jouquet (IEES) et Naoise Nunan (IEES)
Axe 2 : Josette Garnier (METIS) et Sabine Barles (Géographie-Cités)
Axe 3 : Nicolas Flipo (Géosciences) et Laurence Lestel (METIS)

Comité de direction

Comité de pilotage et d'orientation

Représentants des établissements

- VP recherche des universités
- DASs du CNRS
- Chefs de départements des instituts
- ...

Comité d'organisation

Libre, en fonction des animations et manifestations

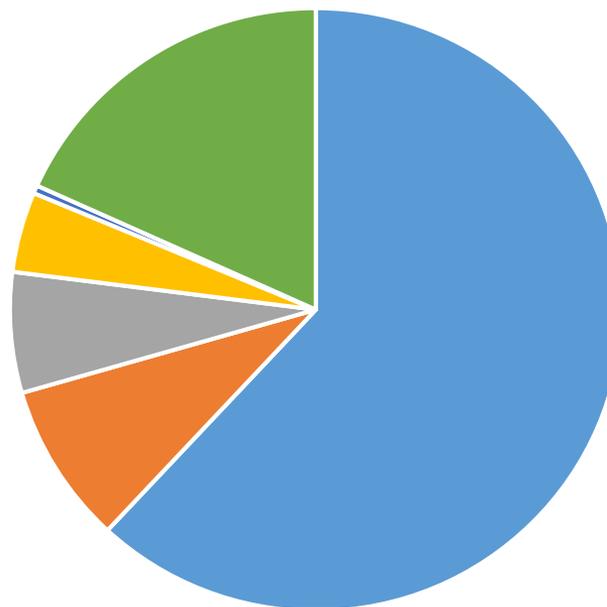


Bilan financier 2020

Dotations (23 k€)

- 15 k€ du CNRS
- 5 k€ de SU
- 3 k€ d'INRAE

- Mini projets
- Ecole d'été
- SEFA
- Quae
- Fonctionnement
- Equipement



- 5 k€ de l'UPEC (reportés sur 2021)



Les équipements acquis

- Caméra Fleixacam associée à un spectrophotomètre LabSpec 2500 pour mesurer les signatures dans le proche infrarouge (IR) des sols et des matières organiques, pour les environnements à évolution rapide (matériel disponible à Bondy)



- Renouvellement de 2 sondes OTT pour mesurer spécifiquement les niveaux d'eau, les températures et la conductivité (plan de maintenance des instruments du bassin de l'Orgeval)



Le système d'information

- Sauvegarde des archives FIRE et documents sur Cloud CNRS
- Hébergement du site web FIRE et sites associés sur serveurs CNRS
- Nouvelle URL et actualisation (en cours)
<https://www.federation-fire.fr/>
- Point de vigilance concernant le CMS
- Réflexion sur l'hébergement des serveurs
- Et des stickers !
- Attention à la transmission des informations FIRE dans les unités !!!!



Animation scientifique

Réduite en 2020 !



Animation scientifique

- Comité de Fédération en janvier
- Séminaires : annulés
- Réunions scientifiques thématiques : annulées
- Formation géomatique avec QGIS : annulée
- Mini-projets
- Productions



Mini-projets FIRE 2019-2020

- ❖ 7 Mini-projets (dont 1 reporté sur 2020-2021)
 - Effets sublétaux de pesticides chez une espèce terrestre (*Enchytraeus albidus*) et une espèce aquatique (*Gammarus fossarum*) (HYCAR/ECOSYS)
 - Routines de recherche alimentaire des oiseaux communs de jardin (ESE/CESCO)
 - Particules atmosphériques : Influence de la matrice sur la bioaccessibilité/ biodisponibilité de composés perturbateurs endocriniens adsorbés (ESE/METIS)
 - Modélisation hydraulique des zones tampons humides artificielles (LEESU/HYCAR)
 - Toxicité cellulaire du cadmium chez la plante modèle *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (IEES/METIS)
 - Traçage isotopique des processus biogéochimiques dans la zone hyporhéique. Le cas de l'Orgeval (IPG/METIS/Mines ParisTech/CRPG/HYCAR)
- 10 laboratoires financés, mais pas de SHS !



Effets sublétaux de pesticides chez une espèce terrestre (*Enchytraeus albidus*) et une espèce aquatique (*Gammarus fossarum*) :
de l'évaluation multi-biomarqueurs à la prédiction de la toxicité des mélanges

Travaux de Master 2 GESTE (Univ. Lorraine, 2020)

Meryem Aallam

Jérémy Lebrun, Julien Tournebize : INRAE, UR HYCAR, Antony
Juliette Faburé : AgroParisTech / INRAE, UMR ECOSYS, Versailles



Contexte

- Pesticides
 - Largement épandus sur les sols pour protéger les cultures
 - Transferts vers l'hydrosphère (*ruissellement, lessivage, drainage...*)
 - Pressions diffuses et multiples sur des populations sauvages non-cibles, à la fois dans le compartiment terrestre et aquatique
 - Impacts sur la santé des organismes et leurs fonctions écologiques
- Besoin indicateurs précoces d'écotoxicité des pesticides et de leurs mélanges le long du continuum sol-eau pour une gestion durable intriquée de ses supports de biodiversité

Objectifs (initiaux)

- **Evaluer** la pertinence de différents biomarqueurs comportementaux et biochimiques pour caractériser les effets sublétaux de pesticides chez des espèces clés et représentatifs du milieu aquatique et terrestre
 - **Tester** la sensibilité des outils à des concentrations environnementales et comparer leur pertinence entre espèces
 - **Prédire** la toxicité des mélanges
- Pesticides : 2 herbicides (Métazachlore, Diflufenicanil) et 1 fongicide (tébuconazole)
- Enchytréides & Gammare : ubiquistes, à la base de chaînes trophiques, fonctions écologiques (dégradation M.O...)



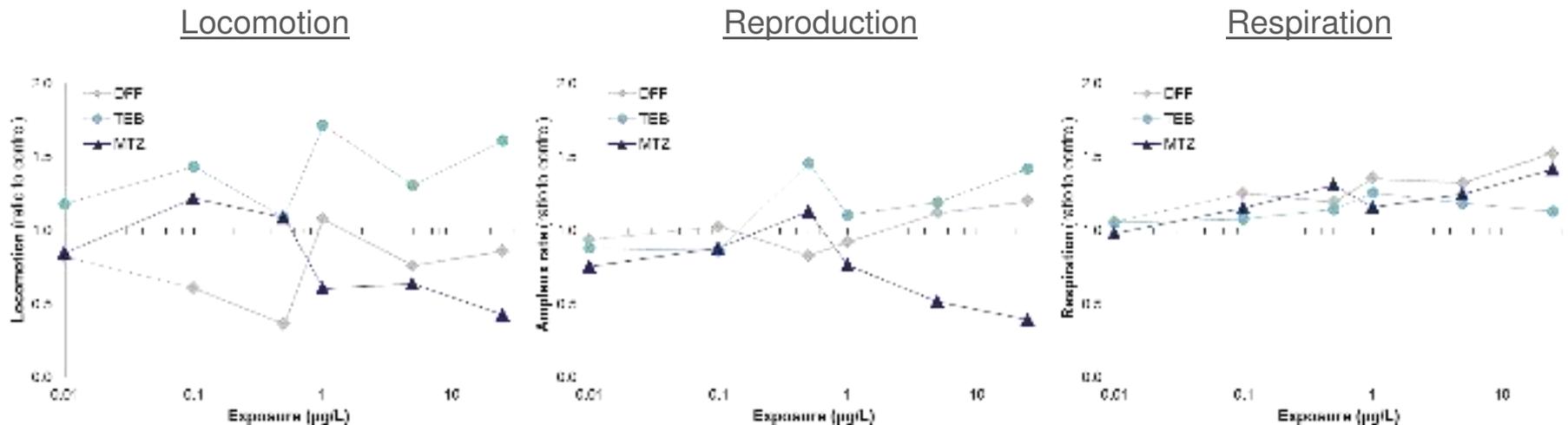
N.B. Aucun résultat pour les Enchytréides : pb de mortalité lors des livraisons en lien avec le confinement

Résultats



- **Expositions uniques chez le gammare : Traits comportementaux**

→ Gammes : 0,01 à 25 $\mu\text{g/L}$ (basé sur des suivis continus depuis 2012; ZTHA de Rampillon)



Altérations des performances individuelles à des niveaux d'exposition environnementale

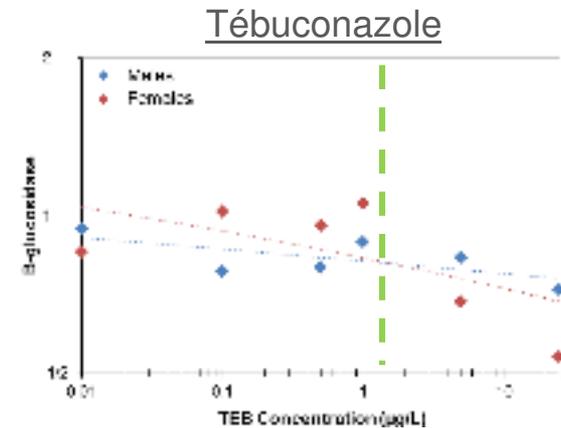
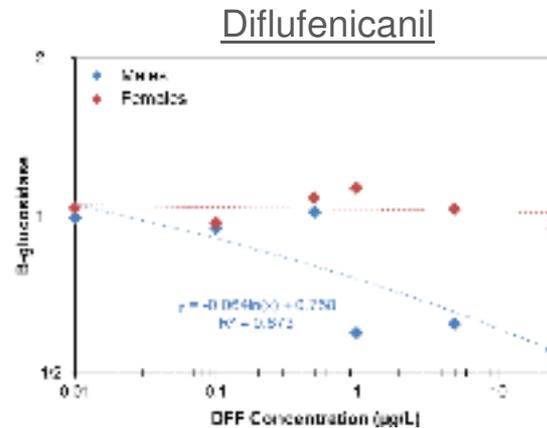
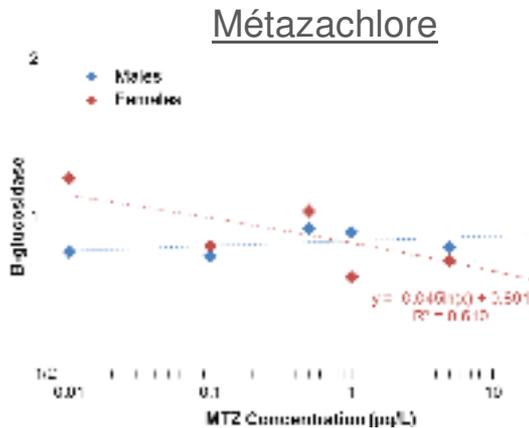
- Pertinence des traits comportementaux
- Courbes dose-réponses pas si évidentes

Résultats



- **Expositions uniques chez le gammare :** Paramètres biochimiques
→ *Enzymes impliquées dans la digestion, la mue, la croissance et le stress cellulaire*

Exemple de la glucosidase :

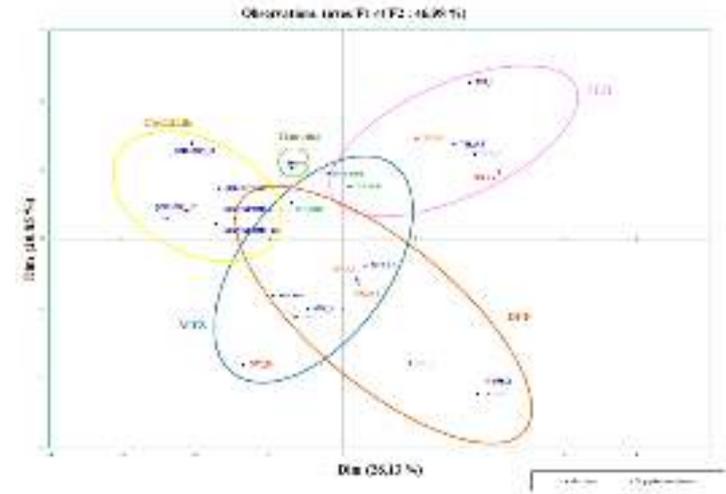


Altérations métaboliques à des niveaux d'exposition environnementale

- Sensibilité des outils dépendante du genre
- Courbes dose-réponses pas si évidentes

Perspectives

- Expositions multiples : binaires et ternaires
 - En cours d'interprétation
 - Prédire la toxicité à partir des expositions uniques
- Coupler les réponses des biomarqueurs aux niveaux de bioaccumulation



Plus-value pour la FIRE

- Apport de connaissances sur l'impact d'activités agricoles dans un continuum, transfert des contaminants entre compartiments incluant le biote et impacts écotoxiques associés
- Renforcer les synergies scientifiques/collaborations entre les deux unités et fournir un socle scientifique pour la co-construction de projet commun

Projet S-EAU-S (écotoxicité des pesticides le long du continuum sol-eau-sédiments à l'aide d'écosystèmes miniaturisés)
- Valorisation des travaux soutenus par la FIRE (*SEFA 2020; rédaction article*)



Routines de recherche alimentaire des oiseaux communs de jardin

Carmen Bessa-Gomes & François Chiron - UMR 8079 ESE

Romain Lorrillière & Nicolas Deguines - UMR 7204 CESCO



• Contexte

- Ecologie urbaine : Utilisation de ressources anthropiques par les oiseaux
- Ressources abondants notamment en périodes critiques
- Mais compétition potentiellement élevée du à l'agrégation de d'individus

=> **Stratégie minimisation de la compétition : routine de recherche alimentaire crépusculaire**

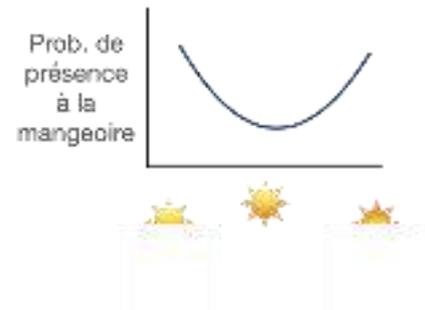
- Par ailleurs les comportements anti-prédation plus importantes en milieux urbain

=> **Stratégie minimisation de la prédation : routine de recherche alimentaire méridienne**

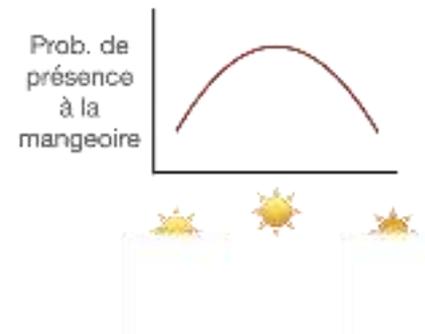
• Objectifs

- Caractérisation de la routine journalière de recherche alimentaire

Routine crépusculaire



Routine méridienne



- **Quelques résultats marquants**

- 3 types de routines journalières

- Présents toute la journée : mésanges bleu & charbonnière



- Routine crépusculaire : seulement le rouge-gorge



- Routine méridienne : pinson des arbres, verdier, chardonneret élégant, moineaux commun



- **Perspectives et plus value pour la FIRE**

- Consolidation de la coopération CESCO-ESE
- Mise en valeur de la contribution de la science citoyenne pour l'écologie urbaine



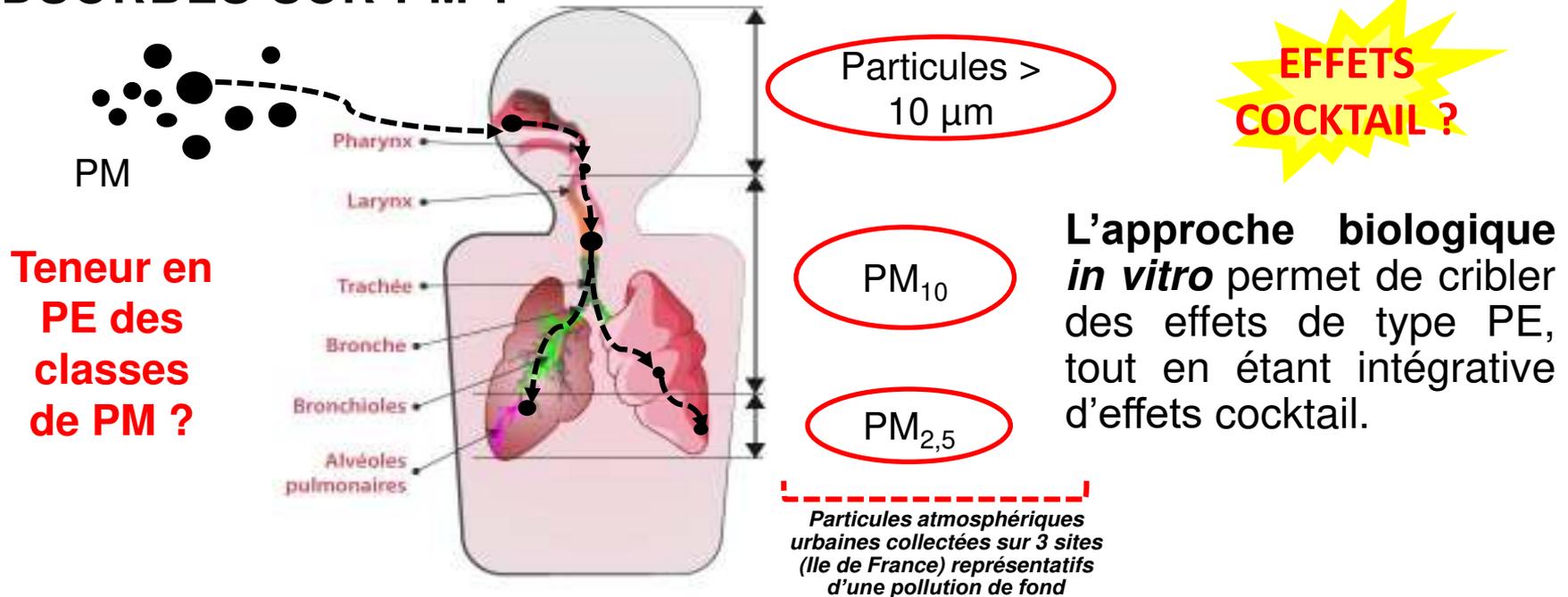
Optimisation de la démarche d'exploitation de données pour la quantification du potentiel œstrogénique *in vitro* de la contamination organique de particules atmosphériques

Lucie OZIOL - Équipe "Processus Ecologiques et Pressions Anthropiques",
UMR CNRS 8079 Écologie Systématique et Évolution (ESE), Université Paris-Saclay

Elodie GUIGON - Equipe EPHE "Chimie des contaminants" de l'UMR Milieux Environnementaux, Transferts et Interactions dans les hydrosystèmes et les Sols (METIS), Sorbonne Université

- **Contexte**

IMPACT DES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS (PE) ADSORBÉS SUR PM ?



- **Objectifs**

Dans ce contexte, l'objectif du travail a été **d'identifier la meilleure approche méthodologique pour exprimer/quantifier** le potentiel œstrogénique *in vitro* de la contamination organique de particules atmosphériques selon leur classe granulométrique (PM_{2,5}, PM₁₀, PM_{Totales}).

Résultats marquants

- Meilleure approche pour normaliser les données brutes ? Celle préconisée par l'essai n°455 de l'OCDE :

Normalisation des données brutes par la soustraction du solvant contrôle et expression des résultats en pourcentage de la réponse maximale de l'hormone de référence.

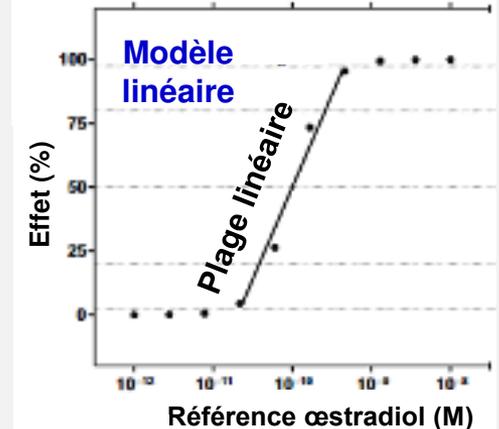
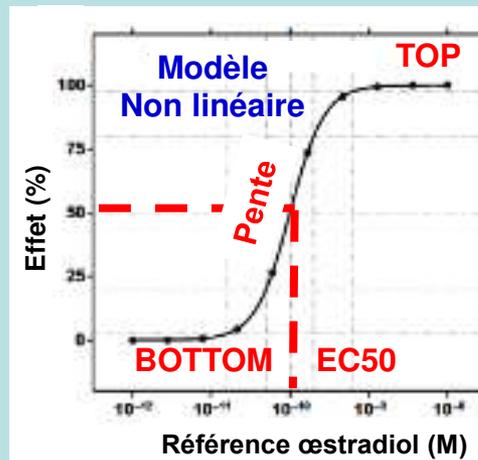
- Meilleure approche pour estimer les équivalents hormonaux ?

Le modèle non linéaire

Modèle
ECx si x = 50

$$EEQ = \frac{EC50 \text{ référence}}{EC50 \text{ échantillon}}$$

(EEQ = équivalents œstradiol)



Perspectives et plus value pour la FIRE

- L'œstrogénicité de la contamination associée aux PM : profil de courbe dose-réponse non monotone, qui vient étayer des discussions concernant les seuils d'effet ou non des PE.
- Mise en évidence d'un potentiel œstrogénique de PM d'origine urbaine (région parisienne), plus élevé pour la fraction fine (PM_{2,5}) que pour la fraction grossière (PM₁₀) : données destinées à être comparées avec nos données de contamination chimique en PE.
- L'ensemble de ces données interdisciplinaires (chimie/biologie) seront valorisées par des publications, des congrès.



Modélisation hydraulique des zones-tampons humides artificielles

Bruno LEMAIRE (LEESU, AgroParisTech)

Hocine HENINE (HYCAR, INRAE)

Stage d'Agathe Bertrand, M1 Sciences de la terre Polytech Sorbonne Université
06-08/2020

Zones-tampons pour réduire pollution des eaux de drainage agricole

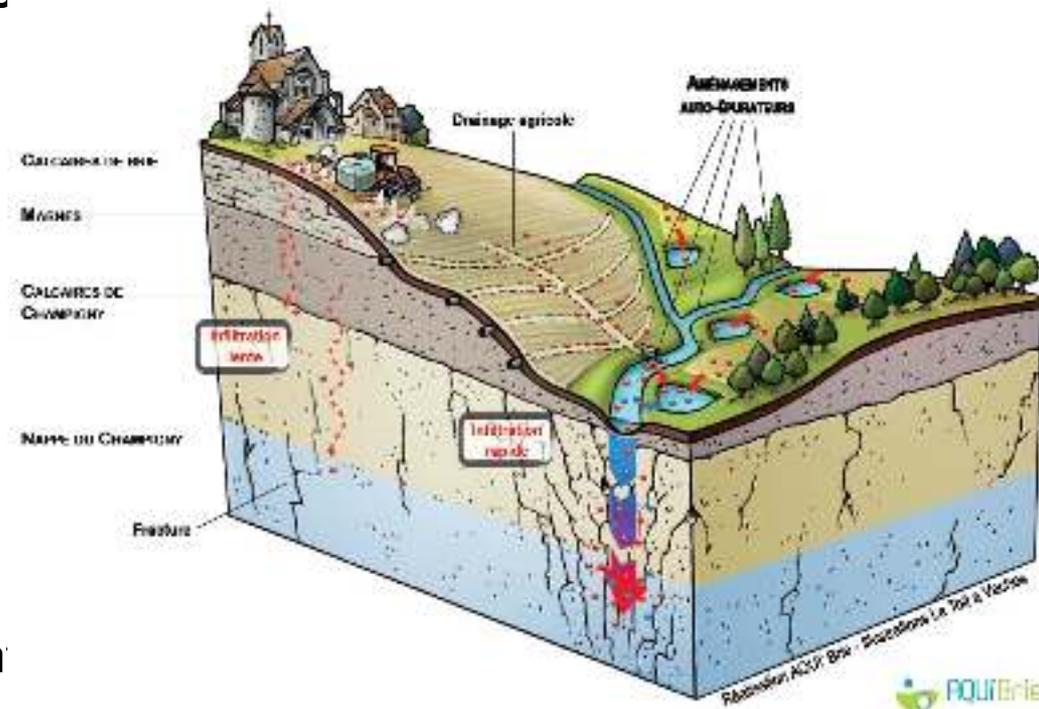
- nitrates, pesticides
- efficacité rétention polluants dépend de performance hydraulique (**temps de séjour**) :
 - volume 75 m³/ha drainé
 - morphologie à optimiser

Questions scientifiques

- Quelle **variabilité de performance hydraulique** en fonction des conditions hydrologiques ?

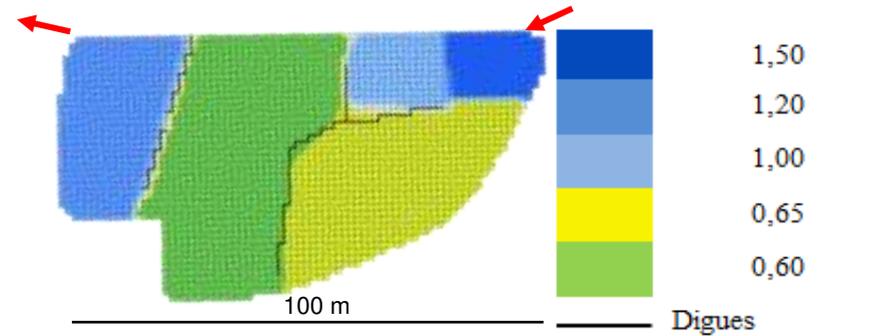
Objectifs du stage M1 de 2020

- valider **choix modèle** pour représenter hétérogénéité zones-tampons
- reproduire **traçage**



Zone-tampon de Rampillon (77)

- 1 ha (0,28 % BV drainé)
- **profondeur 0,6 à 1,5 m, digues**
- **végétation hétérogène**



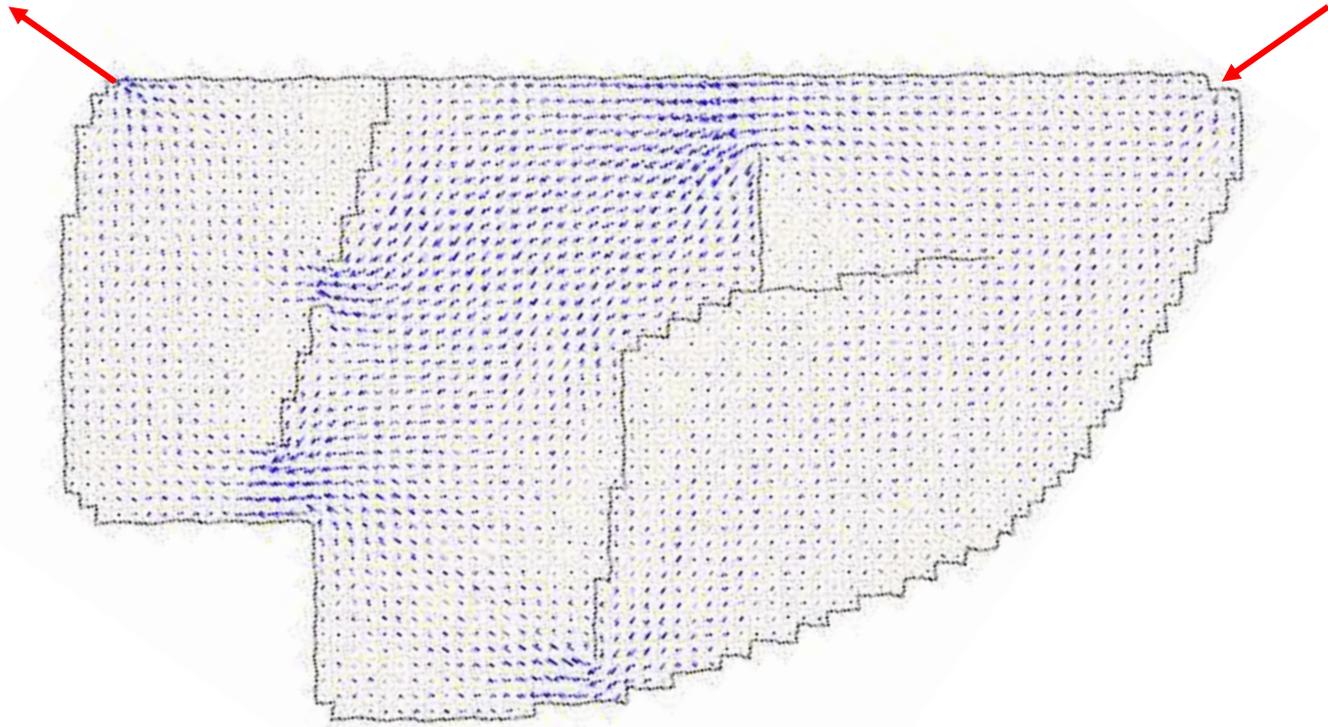
Configuration modèle hydraulique libre Delft3D (Deltares, NL)

- mailles 1,5 m côté
 - 1 couche (2D) : écoulement préférentiel
 - 10 couches (3D) : stratification
- échanges radiatifs en surface (météo)
- écoulement dans **végétation** :
 - 3 coefficients de Manning
 - ou zones imperméables
- **traceur passif non réactif**



Simulations de l'écoulement

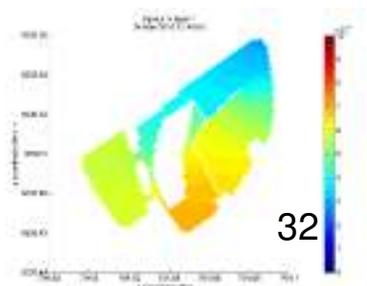
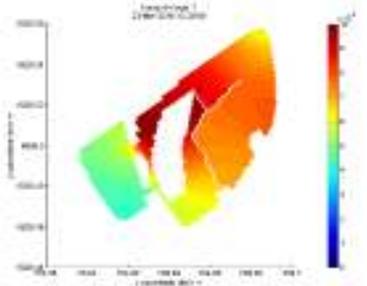
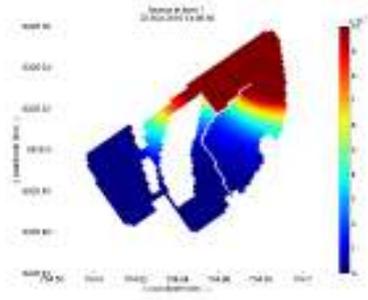
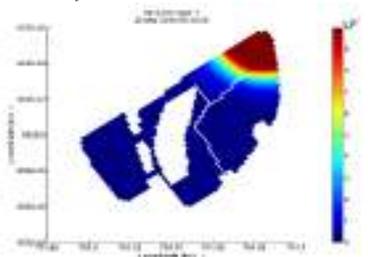
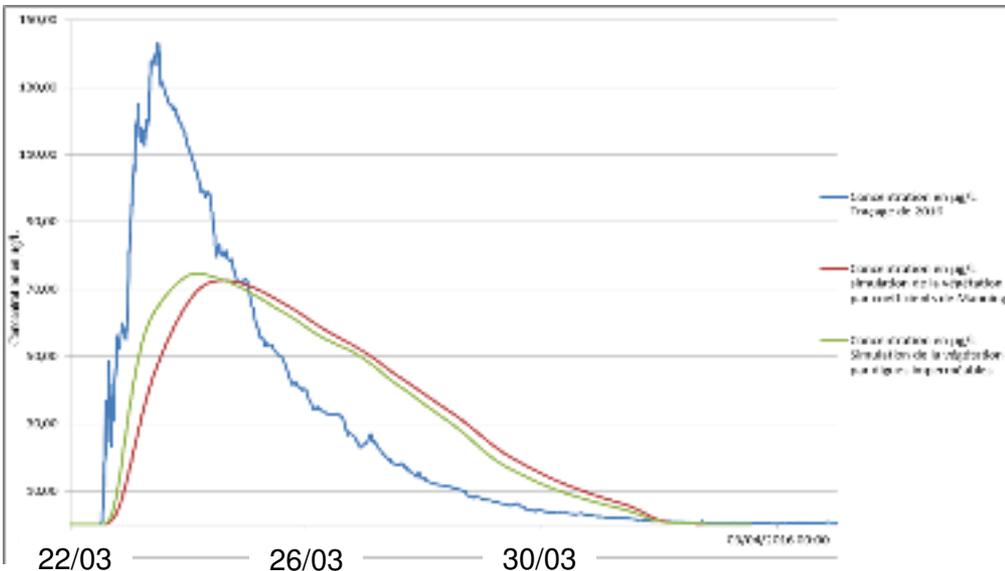
- bilan hydrique vérifié sur crue 01/2016
- **identification chemin préférentiel (2D)**
- **vérification écoulement sur traçage 03/2016**
- influence stratification thermique sur temps de séjour (3D)
- modification géométrie (digue) pour allonger temps de séjour



Cheminement de l'eau dans une simulation 2D

Reproduction d'un traçage

- concentration simulée en sortie : pic en retard d'un jour et moins marqué
- chemin préférentiel insuffisamment reproduit
- description végétation à revoir



Bilan

- Réunir modélisation hydraulique des lacs au LEESU et zone-tampon de Rampillon, site-atelier d'HYCAR
- Apports
 - écoulement dans végétation pour LEESU
 - modélisation 2D/3D avec géométrie réaliste et météo pour HYCAR
 - différents modèles solutions fondées sur nature pour FIRE

Nouveau stage de M1 à HYCAR en 2021

- module de « végétation rigide » de Delft3D (contact U. Montréal)
- analyse variabilité performance hydraulique avec conditions hydrologiques



Toxicité cellulaire du cadmium chez la plante modèle *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.

Anne Repellin / iEES Paris (UMR 7618)
Maryse Castrec-Rouelle / METIS (UMR 7619)

- **Contexte**

- Évaluer les capacités d'adaptation des cellules végétales à une contrainte environnementale appliquée sur le moyen terme (20 semaines)

- **Objectif général**

- Mise au point d'un système d'évolution expérimentale par repiquages successifs de cellules de la plante modèle *Arabidopsis thaliana* en suspension dans un milieu liquide et en réponse à une pression de sélection chimique (pollution au cadmium)

- **Objectifs du mini-projet FIRE**

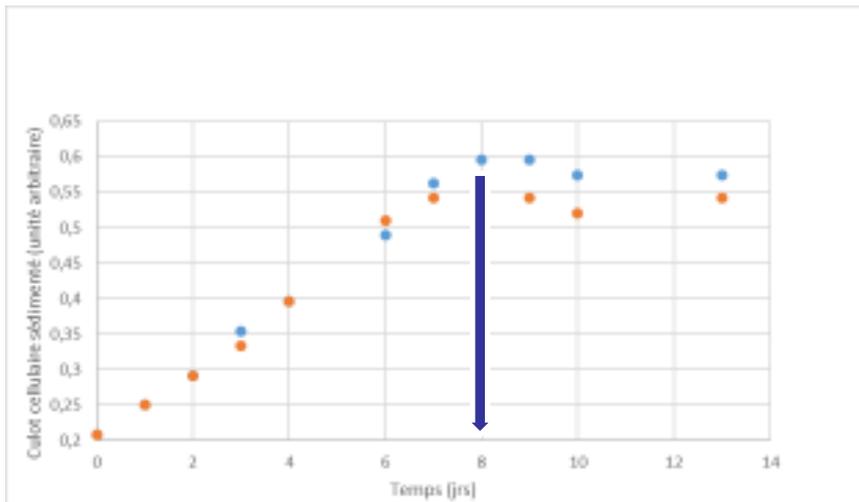
- 1) Etablir les relations doses/réponses physiologiques pour différents niveaux d'exposition au Cd (iEES)
- 2) Etablir les capacités d'absorption des cellules en fonction des niveaux d'exposition (METIS)

Etude de la cinétique de croissance de cultures cellulaires témoins (milieu Gamborg)

Conception et développement d'un 'inclinateur à Erlen'



Réalisation Florian Huet (OSU Efluve)



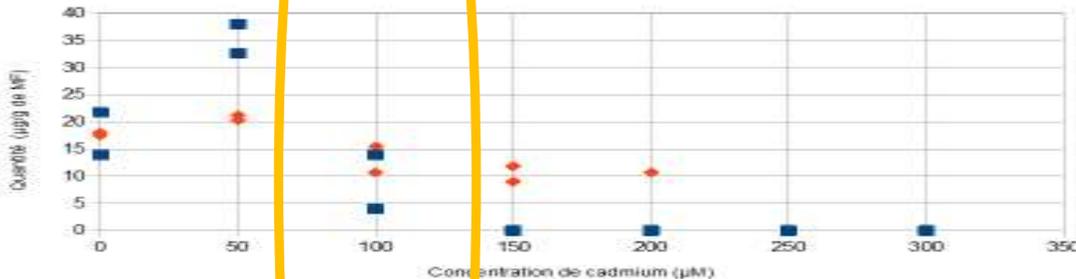
Résultat : à partir de 8 jrs \pm 1 jr, stabilisation de la croissance cellulaire

Conclusion : les repiquages seront effectués tous les 8 jours pendant 20 cycles

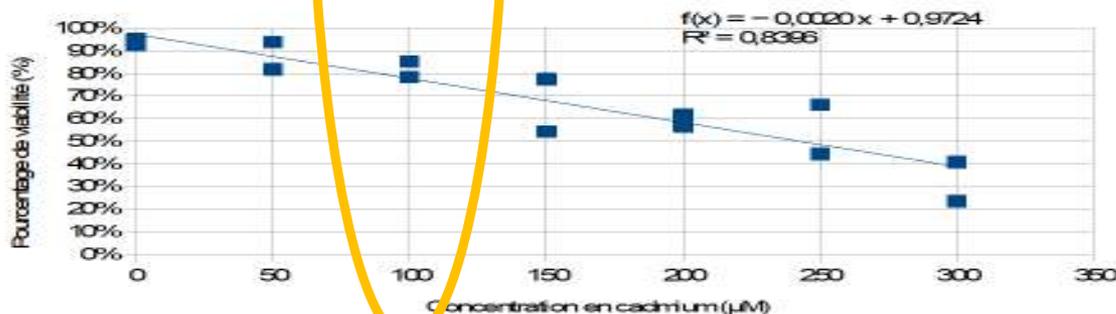
Etude de l'impact de différentes concentrations en Cd sur les cultures cellulaires témoins (milieu Gamborg + CaCl₂)



Quantité de pigments extraits de cellules d'Arabidopsis thaliana en présence d'un gradient de cadmium ($\mu\text{g/g}$ de MF)



Pourcentage de viabilité des cellules d'Arabidopsis thaliana en présence d'un gradient de cadmium au jour 7 après traitement au cadmium (Expérience 3)



Résultat : les premiers impacts sont observés à partir de 100 μM de Cd ajoutés au milieu

Pigments ($\mu\text{g/gMF}$) :
Chlorophylles
Caroténoïdes

Conclusion : la pression de sélection imposée sera de 100 μM de Cd ajoutés au milieu

Viabilité cellulaire (%)

Etude des capacités d'absorption de cadmium par les cellules en culture (milieu Gamborg + CaCl₂ à 100 μ M)

A venir (avril 2021) : détermination des teneurs en Cd par spectrométrie de masse à ionisation à plasma induit (ICP-MS) (METIS)

Stagiaires :

Nov-déc 2020 : Yasmine BOUJERFAOUI (BTS2 Bioanalyses et contrôles)

Jan-fév 2021 : Mariam KAOU (BTS2 Bioanalyses et contrôles)

Avr-mai 2021 : Amandine ADNOT (M1 STA2E, UPEC)



Traçage isotopique des processus biogéochimiques dans la zone hyporhéique

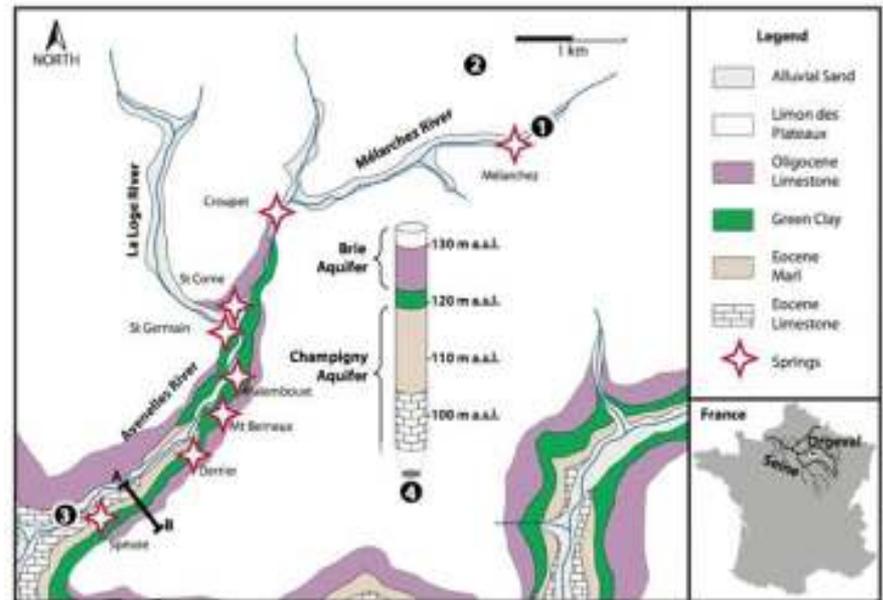
Le cas de l'Orgeval

Jean Marie Mouchel (Sorbonne Université)
Jérôme Gaillardet (IPGP)
Sophie Guillon (MINES ParisTech)



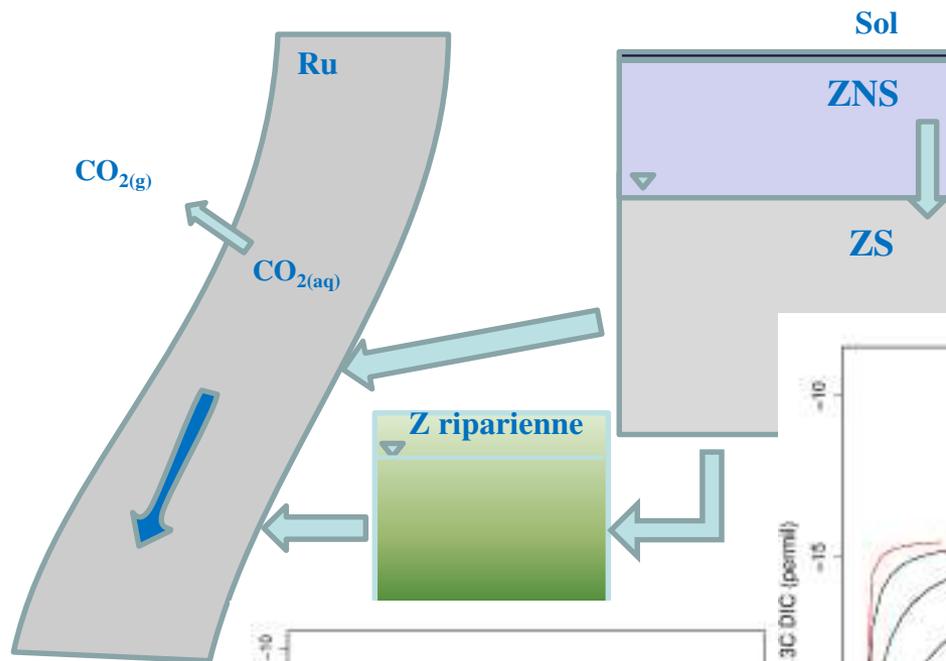
- **Contexte**

- Forte réactivité des zones **ripariennes** vs nutriments (**dénitrification**)
- Bilan GES / CO₂ des hydrosystèmes continentaux (**altération** des carbonates, **dégazage** à l'interface nappe – rivière)
- Approches multi traceurs incluant les outils **isotopiques (C, S)**

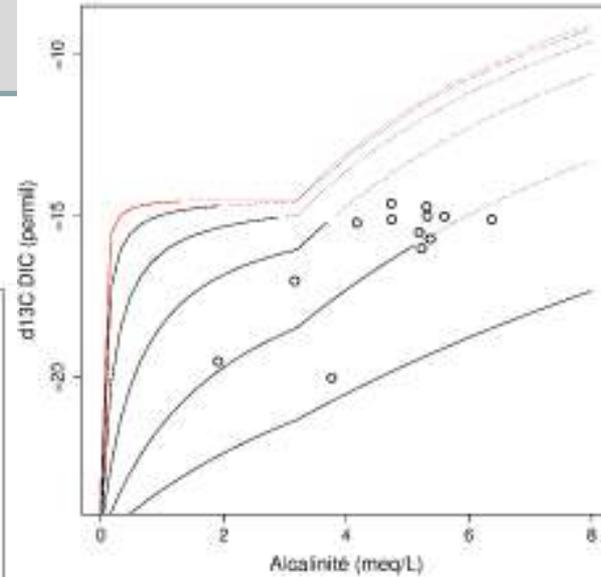
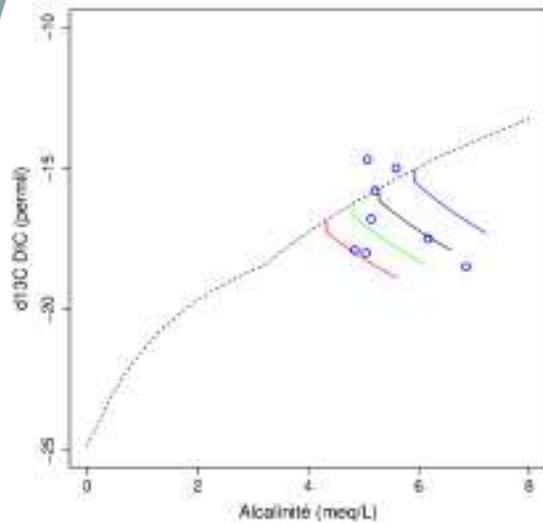


- **Objectifs**

- Mieux comprendre le fonctionnement biogéochimique des zones **ripariennes**
- Mesurer la composition isotopique $\delta^{13}\text{C}$ du CID dans les différents compartiments du petit bassin versant des Avenelles (Orgeval)



- Modèle conceptuel de l'évolution du CID et du $\delta^{13}\text{C}$ en ZNS, ZS, Z riparienne, Ru
- Premières analyses $\delta^{13}\text{C}_{\text{CID}}$



● Perspectives

- Autres isotopes $\delta^{34}\text{S}$, Sr
- Modélisation transport réactif

● Plus value pour la FIRE

- Intégration des données géochimiques & hydrologiques
- Vers une quantification des flux de C_{41}

Stage M2 Tingting GENG
(février – aout 2020)

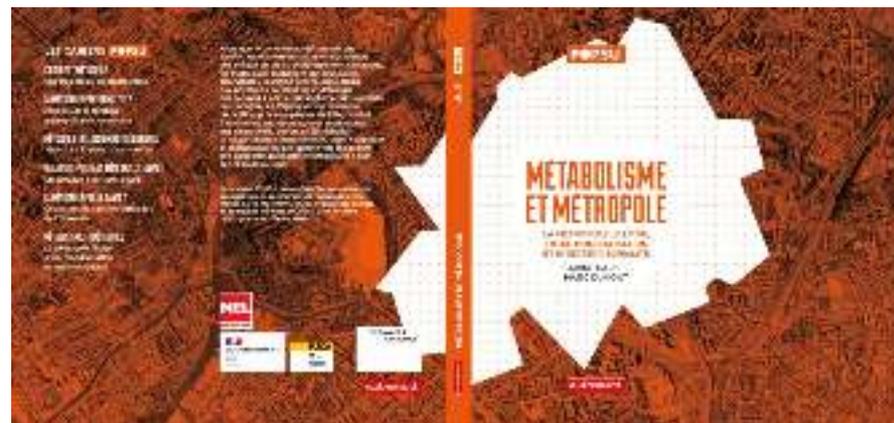


Productions

- **Recueil de Faits Marquants FIRE 2019-2020**



- **Ouvrages**



- **Rappel** : affiliations FIRE dans les publications (> site web)



Place à la discussion !