

Session 2.

Agriculture et qualité de l'eau

N. Carlier, UR RiverLy. Lyon-Villeurbanne

P. Durand, UMR SAS. Rennes

Introduction: réflexion sur la notion de qualité de l'eau

La qualité de l'eau peut être définie selon différents points de vue :

- *géochimique* : minéralisation, alcalinité, cortège ionique... : variabilité intrinsèque selon le contexte
- *règlementaire* : normes, valeurs guides
- *En fonction des usages* : eau potable, irrigation, récréation...
- *En fonction des conséquences* sur le fonctionnement des hydro-écosystèmes (eutrophisation, écotoxicité)

Nécessité de considérer les autres compartiments de l'environnement: air, sol...

Bon état selon DCE :

- eaux de surface** : écologie (indicateurs biologiques, physico-chimiques et morphologiques) et chimie (41 substances prioritaires), mais le fonctionnement écologique dépend aussi de l'hydrologie, d'autres substances....
- Eaux souterraines**: bon état chimique et quantitatif

Lien avec l'agronomie

- En grande majorité, diagnostic et recherche de solutions sur les dégradations produites par l'agriculture sur la qualité
- Quelques cas d'études sur l'impact de la qualité de l'eau sur la production (eau d'alimentation des animaux, eau d'irrigation, remontées salines...)

Unités abordant la question Q Eau et Agriculture

Contaminant et type d'eau

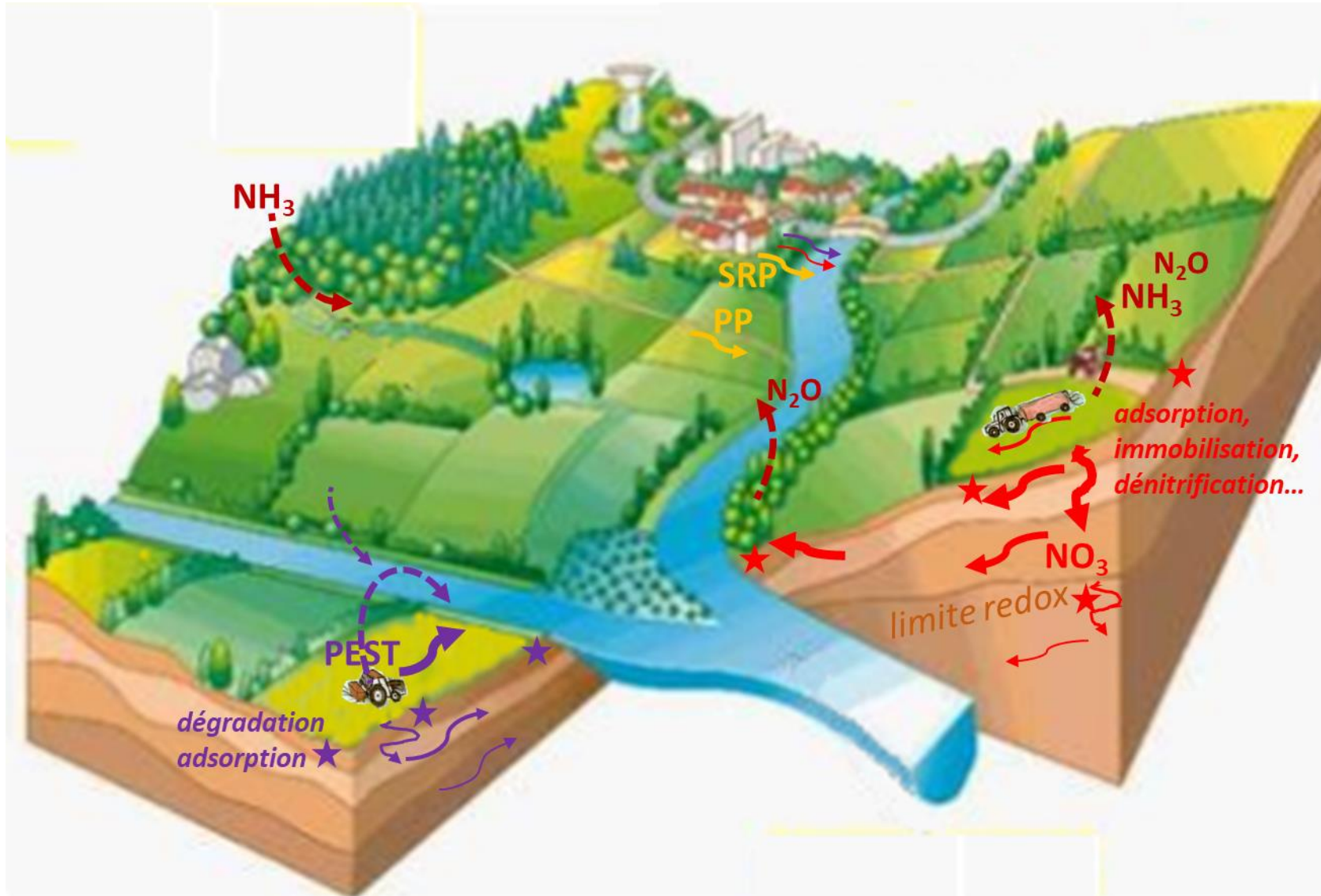
- ★ Pesticides
- ▲ Nutriment
- ◆ Autres contaminants
- Eaux surface
- Eaux souterraines
- Eaux vertes
- Toutes eaux

Tutelle actuelle

- E&A
- SAD
- EFPA
- EAUX
- ECOTECHNOLOGIES
- TERRITOIRES



Sources, transformations, voies de transfert...



SOURCE

VOIE DE TRANSFERT

RECEPTEUR

Quantité, fréquence + mobilisation + connectivité = niveau de pollution

Réduire

(pratiques, landuse)

Augmenter la résilience

(biodiversité, complexité, connectivité...)

SOURCE

TRANSFERT

SOURCE

Ralentir, piéger, transformer

(infiltration, dégradation des pesticides, dénitrification...)

SOURCE

TRANSFERT

SOURCE

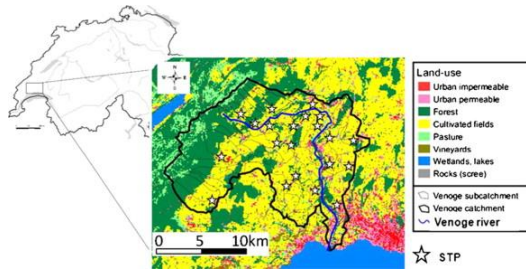
TRANSFERT

Historique (rapide) et état des recherches sur les 2 types de contaminants majeurs : **nutriments**

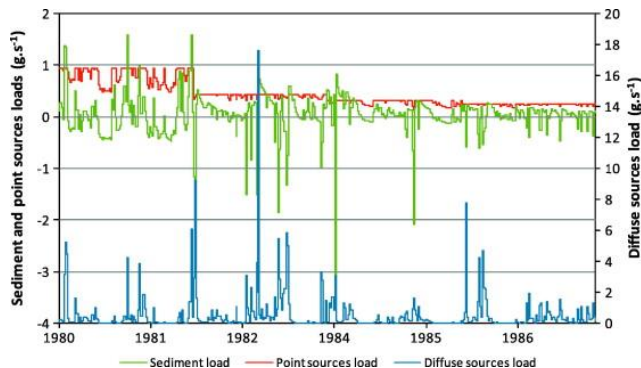
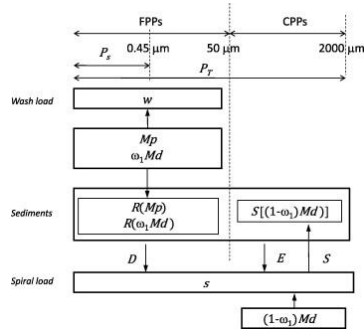
- Dispositifs/méthodes différents selon contexte :
 - Périmètres de captages en sédimentaire: focus sur le 1D parcellaire, les systèmes de cultures, le couplage offline crop model/hydrogéol; | Transferts \approx somme des contributions locales
 - Problématique eau de surface, eutrophisation: BV élémentaires \rightarrow bv de gestion | Focus sur les transferts latéraux, les hot spots/hot moments, modèles couplés agrohydro | Transferts dépendants des interactions, des pathways, de l'échelle
- « Paradoxe » entre grande variabilité spatio-temporelle à toutes échelles et régularités émergentes à grande échelle, liée aux déterminants majeurs (temps de résidence, landuses, surplus, climat)
- Les solutions d'optimisation des pratiques ne sont pas toujours suffisantes: chgt de systèmes ou de landuse, au moins dans certaines parties du paysage?
- Les solutions « paysagères » largement étudiées au plan des processus et de la mise en œuvre.
- Diversité des contextes finalement assez bien couverte : Bretagne, Alpes, Bassin Parisien, Sud Ouest
- Evolution vers des approches multiélémentaires (C,N,P) et le continuum (plans d'eau, littoral) mais surtout dans l'Ouest et Alpes.
- Autres acteurs de la recherche très présents, surtout aux grandes échelles (CNRS, Universités, BRGM)

Ex de résultat : liens sites/processus/modèles

Démarche : bassins versants observés et étudiés sur le long terme -> schémas conceptuels -> modèles calibrés et vérifiés sur les longues séries.



Bv du Venoge (SW)
40 ans de suivi



POPEYE
(Trevisan et al., J. H. 2012)

Contributions relatives des sources ponctuelles, diffuses et des piégeages/remobilisation des sédiments dans les charges en P



Bv Agrhys, 30 ans + de suivi

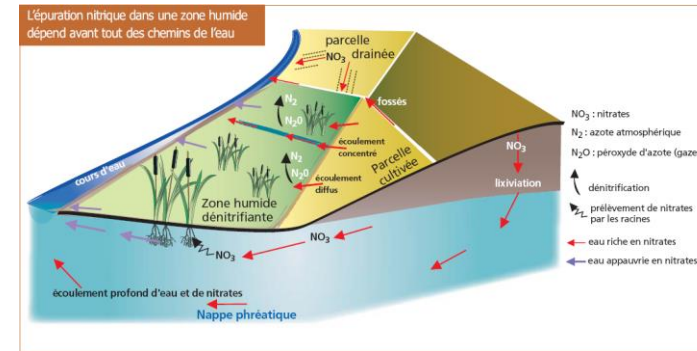
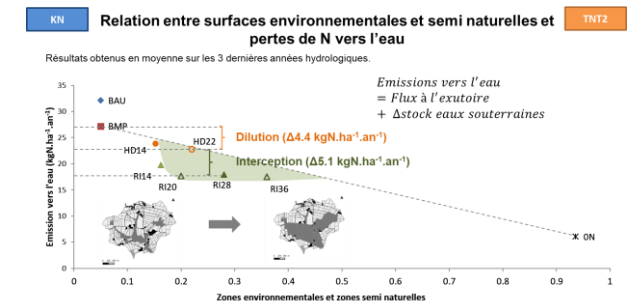
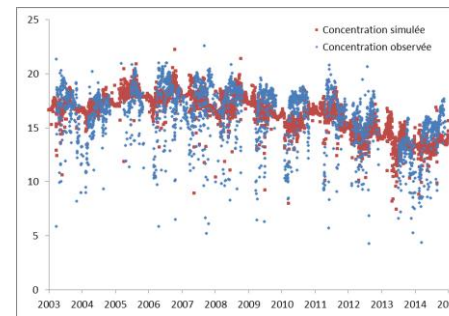


Schéma conceptuel
TNT2

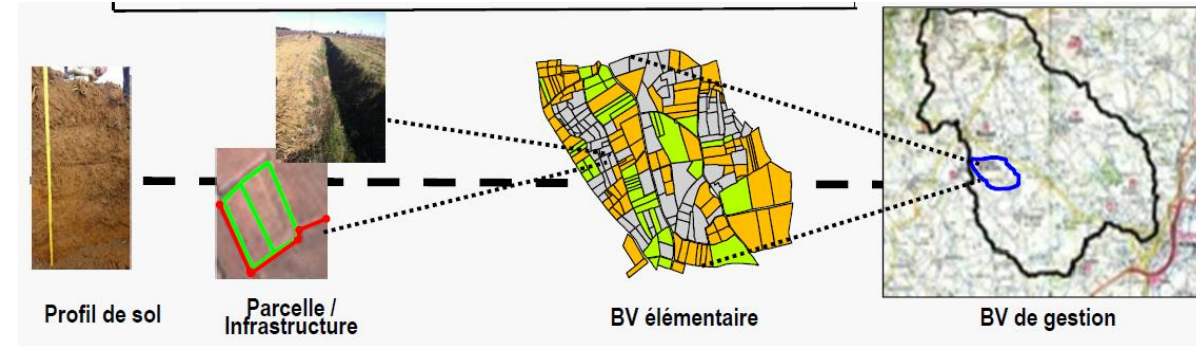


Vérifications multicritères, quantification des temps de résidence et de la capacité tampon du paysage (L. Casal, 2018)

Historique (rapide) et état des recherches sur les 2 types de contaminants majeurs : **pesticides**

- Dispositifs expérimentaux diffèrent selon contexte :

- Infiltration/ESO \Rightarrow lysimètre ;
 - Drainage \Leftrightarrow lysimètre géant ;
 - ESU : placette, parcelle, BV
- Transferts \approx somme des contributions Locales
- Forte variabilité spatiale, dépendance d'échelle, influence des trajectoires



- Déterminants du devenir des s.a et de leurs transferts très nombreux : modélisation déterministe / approches statistiques
 \Rightarrow Nécessité d'une typologie contexte/OS/Pratiques/aménagements pour identifier/quantifier processus dominants

- Pour les ESU, historiquement focus sur les fortes concentrations : suivis surtout en BV viticole

\Rightarrow Manque de références actuelles dans d'autres contextes :

- Grande culture, verger, maraichage (milieu tempéré).
- Evolution forte actuellement : TCS, semis sous couvert, expérimentations Ecophyto, fermes Dephy
- Molécules « phares » progressivement interdites + évolution des systèmes de cultures \Rightarrow pratiques plus complexes à caractériser ; nécessité de suivre un plus grand panel de molécules

Question du partage/mutualisation des données pour certaines issues de collaborations instituts techniques, CA, firmes

- Pour l'évaluation globale de la QE, lien avec l'impact, nécessité de prendre en compte le multi-substance, d'inclure les produits de dégradation et les temps longs.

Ex de résultat : efficacité des zones tampons pour limiter les transferts de contaminants.

Un ensemble d'outils pour appuyer la décision

Démarche : Etude en conditions naturelles ou expérimentales du devenir et du transfert de contaminants au sein d'une zone tampon. Modélisation, analyse des déterminants de l'efficacité pour transposition et passage à plus grande échelle.



Haie bocagère
Nitrates, phosphore, pesticides



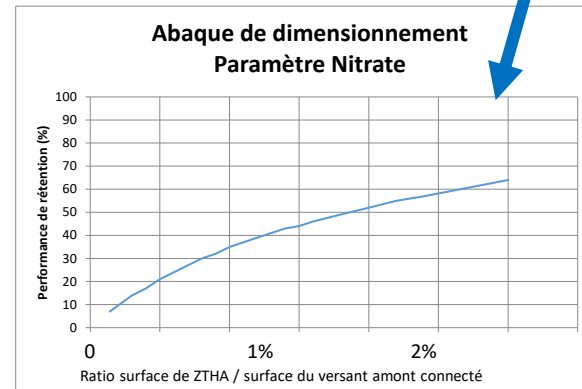
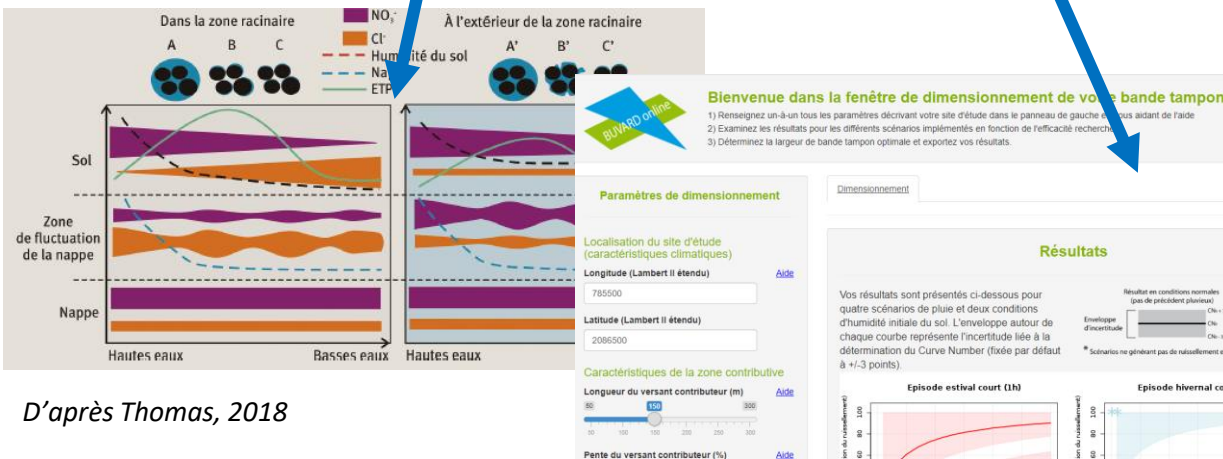
Bande enherbée
Pesticides



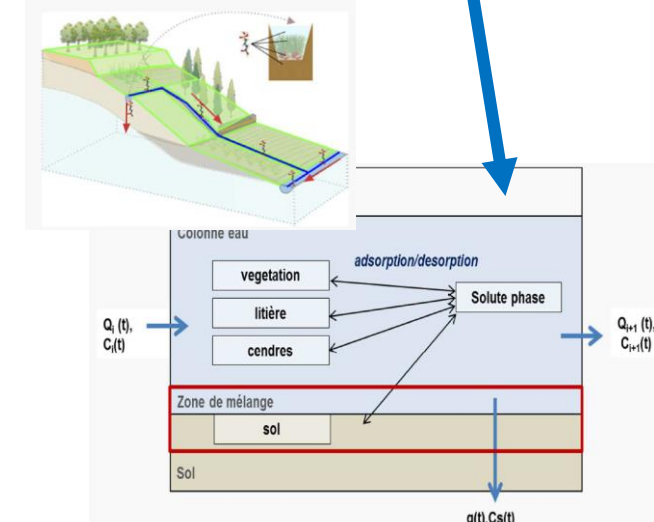
Zone tampon humide artificielle
Nitrates, Pesticides



Fossé (ici à redent)
Pesticides



Un ratio de 1% d'emprise foncière (environ 70m³/ha drainé) conduirait à une réduction des transferts de 44% des flux de nitrate annuels



Evolution des questionnements

Volonté commune d'aller aux échelles paysagères ⇒ implique multi-compartiment, multi-contaminants pour approche intégrée

Plus globalement, nécessité de coupler avec ACV, aspects économiques, biodiversité

Études combinées nutriments + pesticides

Sous lysimètre ou en système drainé, possibilité d'évaluation globale des pratiques sur la QE.
En ESU, dynamiques de transferts, temps caractéristiques très différents. Peu courant

Contaminants émergents :

- ETM (Cu, Zn, Cd...).
- Résidus vétérinaires.
- Bactéries et virus
- *Micro plastiques. Nanomatériaux.*
- *Produits de biocontrôle*
- *Autres (hormones) ?*

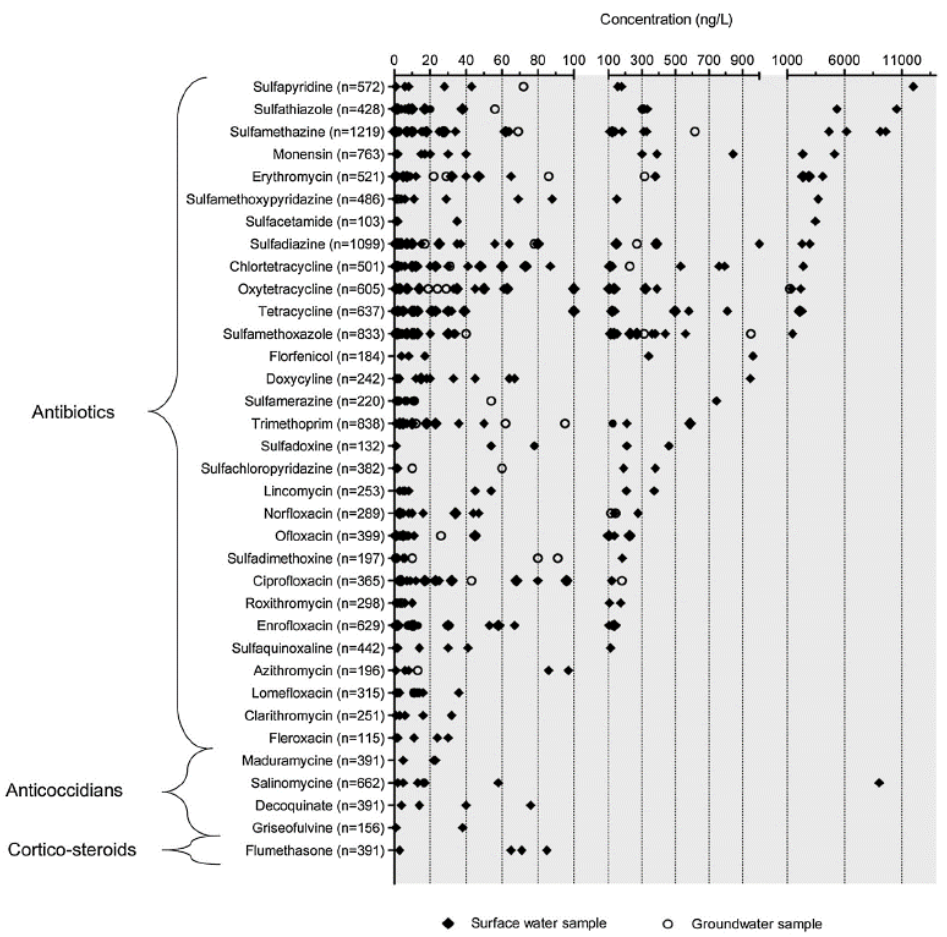
⇔ Nouveaux usages, nouvelles pratiques

⇒ On pourrait a priori réinvestir les connaissances acquises sur les processus.

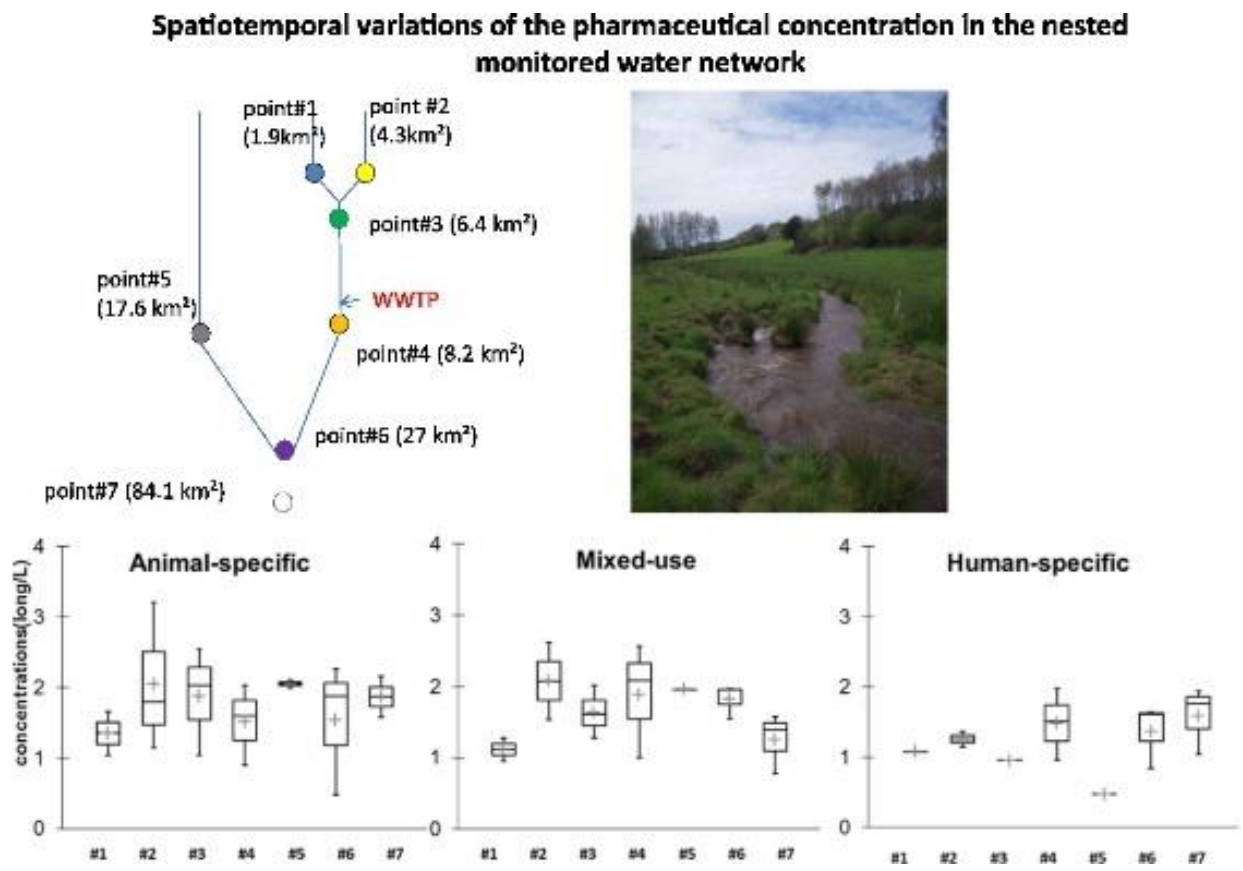
Éléments non cités, car pas/plus étudiés ?

- MES, érosion, transferts particulaires (pesticides, Phosphore, résidus vétérinaires, autres)

Niveaux de concentrations et répartition des produits pharmaceutiques dans les eaux en fonction de leurs usages



Charnaud et al.,
JHM 2019



Jaffrezic et al.,
Sci Tot Envir 2017

Conclusions: enjeux et questions scientifiques pour l'avenir

Changements globaux : CC, landuse, agro-écologie, bioéconomie...

- « Nouvelles pratiques » : reuse, fertigation, TCS, agroforesterie ...
- Approches intégrées : multi-compartiments, multi-critères, multi-usages
- Adaptation des méthodes d'analyse et de monitoring
- Adaptation de modèles, voire nouveaux formalismes ; contextes non tempérés

« Vieilles questions », toujours d'actualité :

- Changements d'échelle : métamodélisation, modèles simplifiés, nouveaux formalismes ? Quid de la représentation de la haute résolution spatio-temporelle ? Assimilation de données ?
- Adéquation modèles-réalité : séparation ESU-ESO selon méthodes hydrologiques vs hydrochimiques, écoulements préférentiels, temps de résidence ...
- Continuum terre \Rightarrow eau douce \Rightarrow eau salée ; liens avec l'écotoxicologie et l'écologie aquatique

Focus

- Remi Dupas. *UMR SAS Rennes* :
Interprétation des motifs spatio-temporels C-N-P des rivières françaises
- Christelle Margoum. *UR Riverly Lyon* :
Nouvelles stratégies d'échantillonnage et d'analyse pour caractériser la contamination des milieux aquatiques