

E2lim- Faculté des Sciences et Techniques



Devient



# Qualité des eaux des têtes de bassin- versant du nord-ouest du Massif Central : Focus sur l'aluminium

*G. Guibaud, S. Lissalde, R. Guibal, J. Leblanc, M. Monneron-Gyurits, R. Martins de Barros, R. Buzier, F. Bordas, M. Grybos, P., M. Rabiet, J. Rougerie, V. Robin, P. Fondanèche, K. Cleries, E. Ducloux, T. Hak., S. Simon*

*Et la promotion de Master 2 Chimie IGEE (Joris, Louise, Ophélie, ....)*

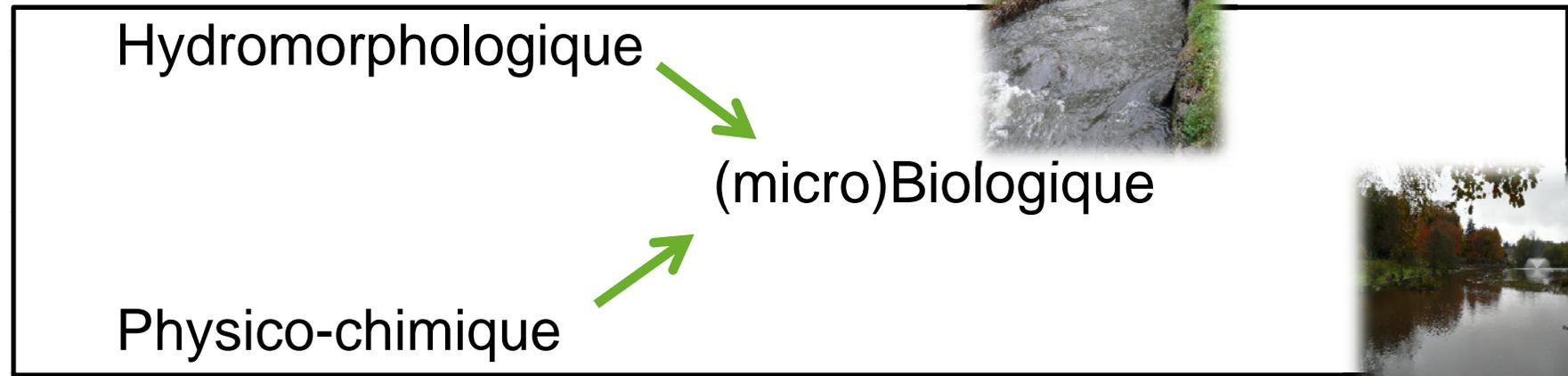
[gilles.guibaud@unilim.fr](mailto:gilles.guibaud@unilim.fr)



Europe sur le bassin de la Loire, une chance pour tous.

# Qualité des eaux c'est quoi ?

- Définie généralement à 3 niveaux



- Notion relative à une aptitude
  - ✓ Vie aquatique (nourriture, reproduction, habitat)
  - ✓ Usages pour l'Homme



- Evaluation de la qualité

- Paramètres d'évaluation
  - ✓ Différentes natures
  - ✓ Intégrateurs ou ponctuels
- Evaluation des pressions

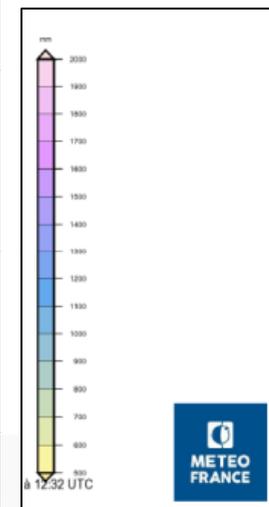
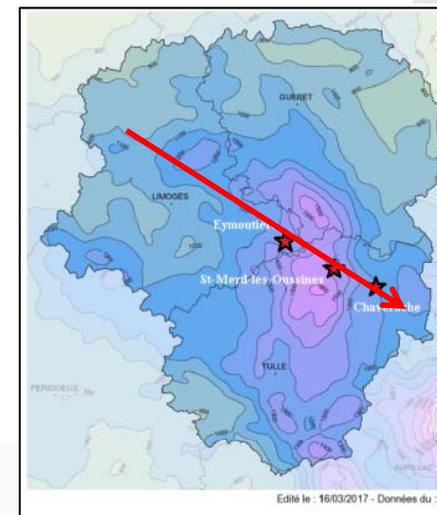
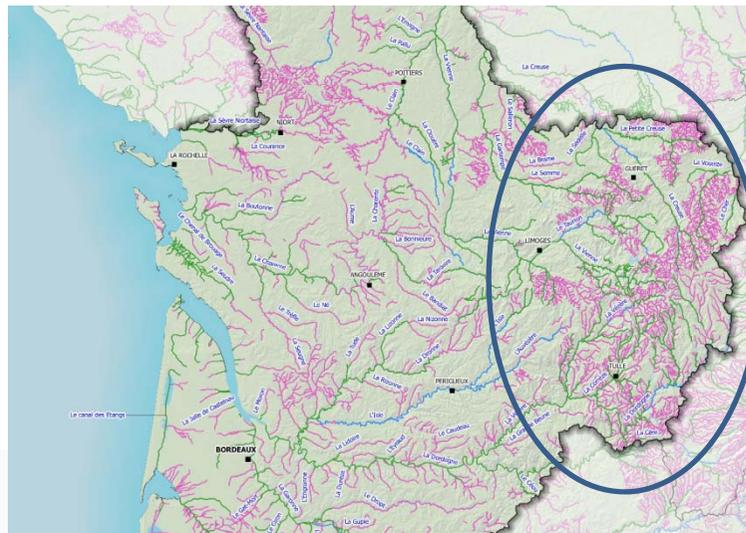
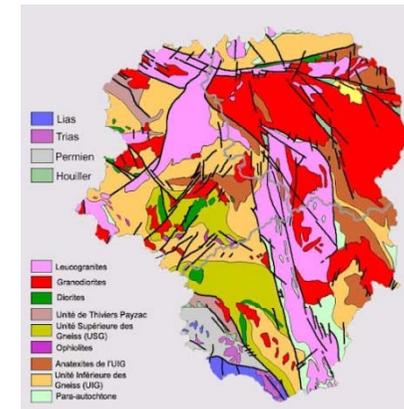
# Principales caractéristiques des têtes de BV locales

## ⇒ Naturelles

- ⇒ Moyenne montagne (400 à 900 m)
- ⇒ 7% des surfaces en zones humides (jusqu'à 15% - plateau Millevaches)
- ⇒ Climat atlantique dégradé avec un fort gradient ouest-est de pluie (800m > 1800mm)
- ⇒ Une géologie très majoritairement de socle (Granites, Gneiss)

## ⇒ Humaines

- ⇒ Milieu rural à faible densité de population, souvent âgée
- ⇒ Polyagriculture élevage extensif ovin ou bovin
- ⇒ Exploitation importante de la forêt
- ⇒ Production hydroélectrique à différentes échelles
- ⇒ Passé minier
- ⇒ Nombreux étangs et seuils



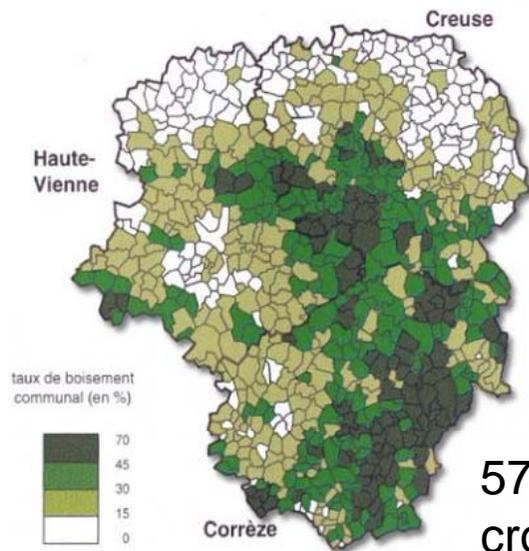
# Un constat

- Un volet hydromorphologique de la qualité des eaux bien documenté, mais un manque de données sur le volet physico-chimique et en particulier les micropolluants
- Micropolluants :
  - ✓composés chimiques
  - ✓organiques (3 Millions) ou minéraux (86)
  - ✓retrouvés à de faibles concentrations ( $\mu\text{g/L}$  –  $\text{ng/L}$ )
  - ✓origine humaine ou naturelle (contaminants)
  - ✓souvent biologiquement actifs
- Différentes études menées par Peirene-eau (E2lim) pour compléter les données disponibles des réseaux de surveillance avec l'appui financier des agences de l'eau LB et AG, des régions Limousin, Nouvelle Aquitaine, Centre Val de Loire (Fonds UE FEDER), et du MESRI et le soutien technique des acteurs de terrain (Gestionnaires MA, services de l'état, collectivités, ...) : Pesticides, résidus pharmaceutiques, hormones, métaux/métalloïdes

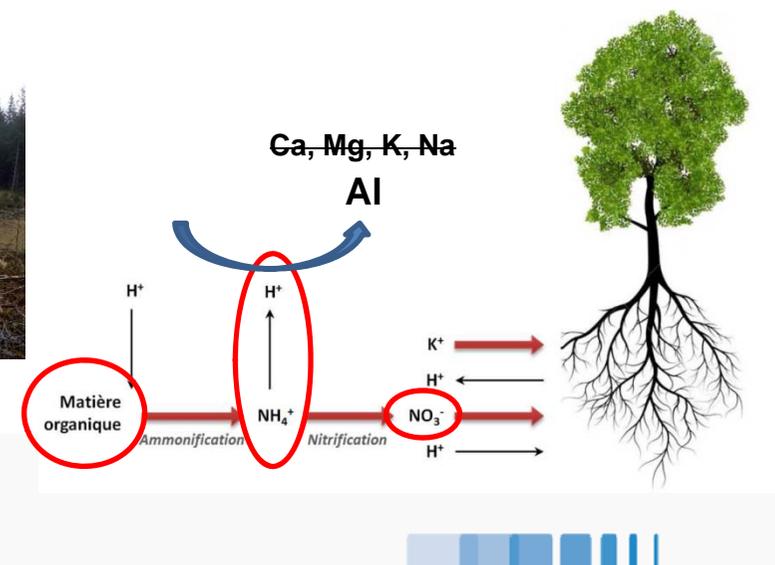


# L'aluminium

- Un constituant naturel majeur des sols développés sur socle cristallin
- Mise en circulation accrue de l'aluminium « naturel » des sols vers les eaux si le système « sol » se déséquilibre
- Une problématique connue depuis les années 80 à l'échelle mondiale avec 2 causes principales anthropiques
  - Les pluies acides (industries lourdes)
  - La sylviculture intensive, surtout visible à travers la culture des résineux
  - (+ Facteurs naturels : red-ox dans les ZH)
- Une source de Al (Sol), de Nitrates et d'acidité (Décomposition excès de MO produit par la forêt exploitée intensivement) pour les MA



5700 km<sup>2</sup> et taux de croissance de 4,2 millions de m<sup>3</sup>



# Qu'en est il sur le territoire ?

- 6-8% d'Al dans les sols développés sur géologie de socle avec des sols naturellement pauvres en bases échangeables aptes à contrer l'acidité (Ca, Mg, K, Na) (Thèse G. Guibaud, 1996)
- De l'aluminium circule dans l'amont des têtes de BV et les concentrations s'atténuent vers l'aval en lien avec la chimie de l'Al et la remontée du pH (Guibaud, 2000)
  - Les seuils de concentrations toxiques sont dépassés quelques fois sur le suivi de 3-4 ans
- Forte circulation d'Al en sub-surface dans des contextes forestiers en rotations rapides
  - Une circulation d'Al de 150µg/L à 2000 µg/L dans les premiers mètres d'altérites en provenance des horizons de surface du sol, le tout dans des eaux acides et peu minéralisées: pH <5 et CE 20-40µs/cm (Etude Peirene-eau AEAG 2014-2021)
  - C'est en surface des sols que l'Al est libéré par altération : une faible différence de pH (0.5 UpH) est constatée entre un sol apte à libérer de grande quantité d'Al en comparaison à un sol moins altéré ou l'Al circule peu actuellement

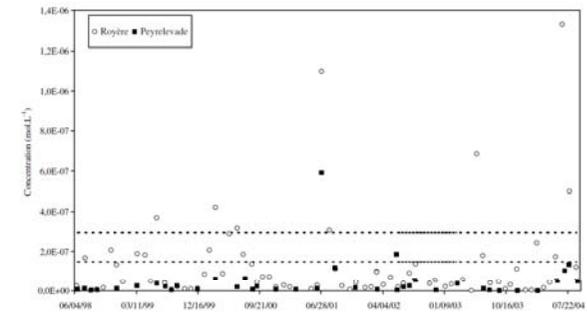
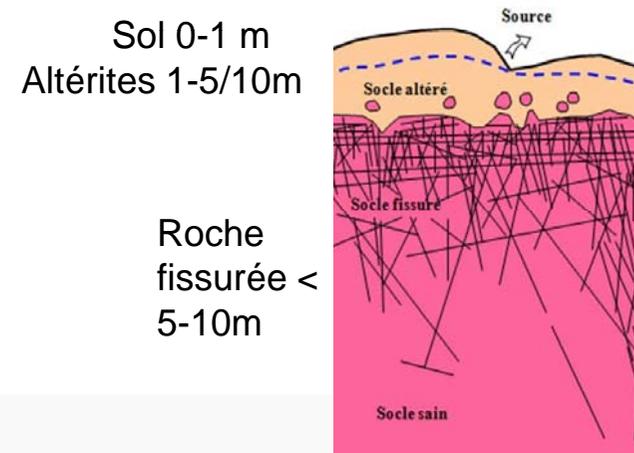
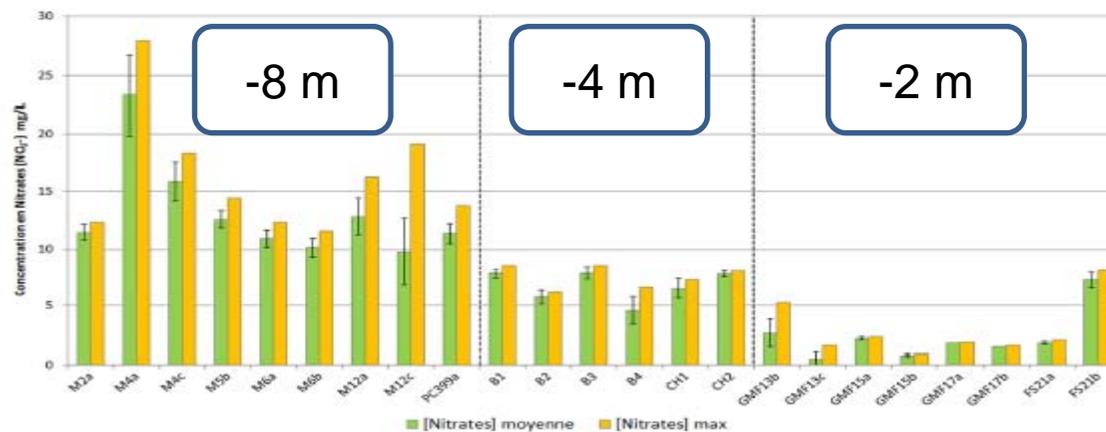


Fig. 3. Evolution of the sum of concentrations of  $Al^{3+}$ ,  $AlOH^{2+}$ ,  $Al(OH)_3$  and  $Al(OH)_4^-$  as a function of time at Peyrevalade and Royère. (--- area beyond which the sum of the concentrations of aluminium forms is toxic according to Kroglund and Finstad [15]).



# Les nitrates produits

- Infiltration de nitrates hors du système racinaire qui se retrouvent en profondeur dans les altérites



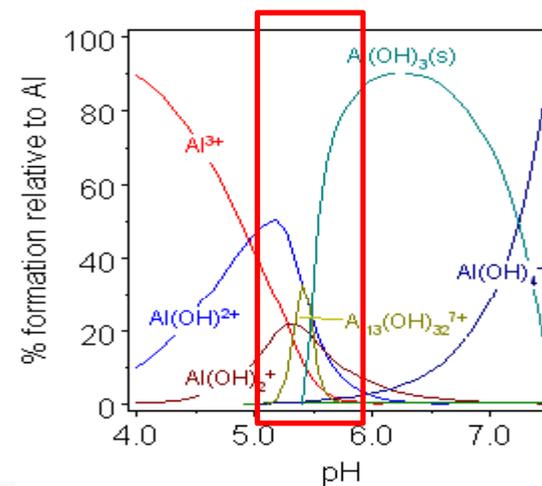
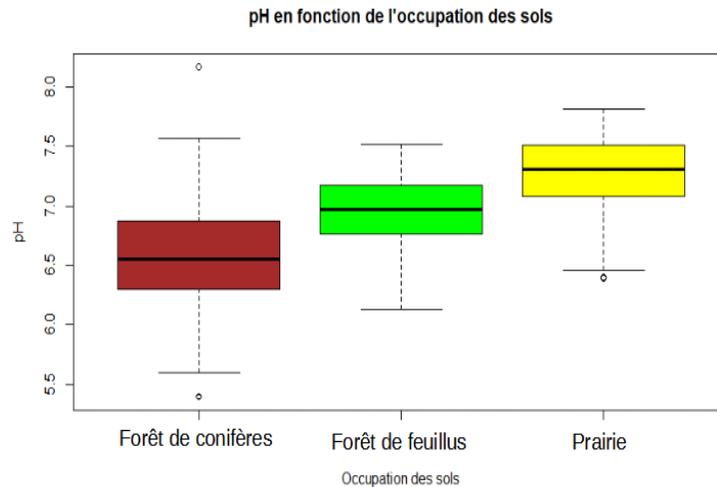
*Eaux circulant dans les altérites en milieu forestier*

- Etude 2019-2020 sur une 20<sup>aine</sup> de stations sur les eaux de surfaces (env. 250 campagnes de mesures)
- Pas d'impact sur le réseau hydrographique si on prend en compte les autres sources (l'assainissement et de la polyagriculture-élevage) :
  - BV les plus amonts 0.5-3 mg/L de nitrates
  - BV les plus avals 3-10 mg/L de nitrates

# L'acidité (pH)

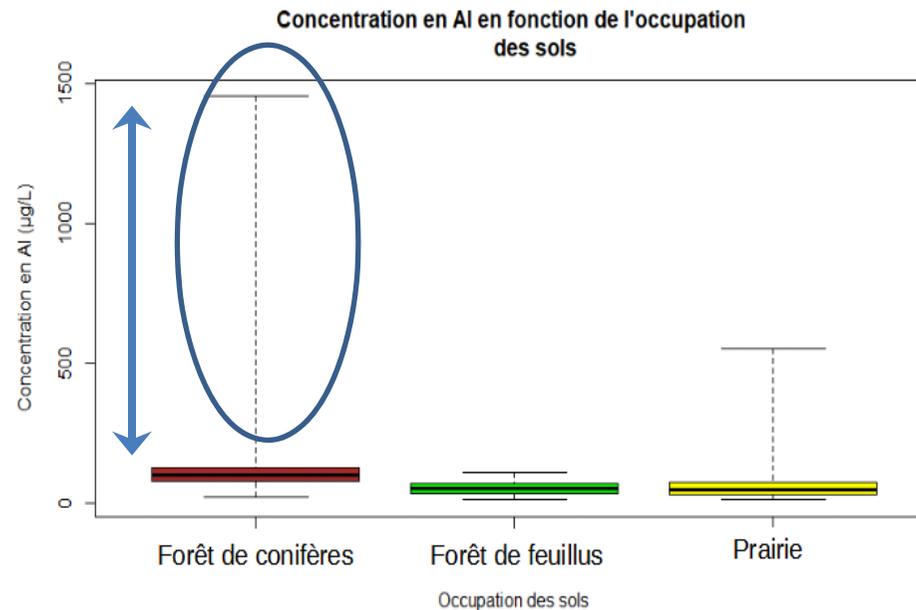
- BV d'exploitations intensives de la forêt, le plus visible sur les forêts de conifères (« un pic de croissance jusqu'à 2030 » ; 2/3 de feuillus et 1/3 de résineux, mais exploitation 50/50)
  - Des pH plus acides
  - Variation plus forte des pH
  - Conséquences sur la chimie de l'aluminium, mais attention la capacité de précipitation de l'Al n'est pas tout à fait la même du fait notamment de sa complexation avec la MON

Passage dans une faible zone de pH d'une forme soluble à une forme précipité :



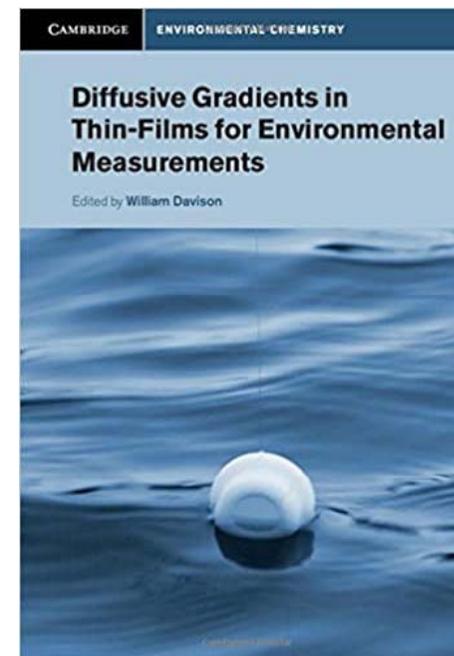
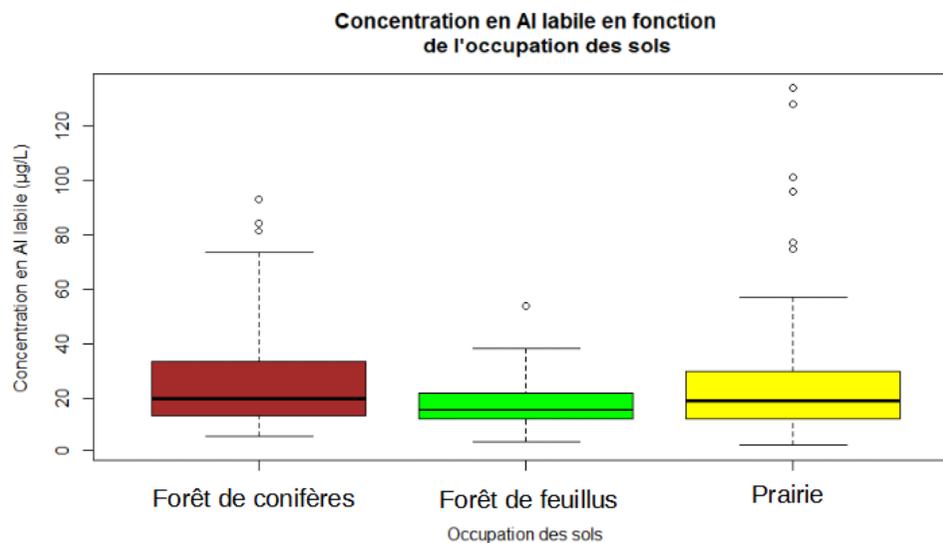
# L'aluminium soluble dans les eaux

- Peu de différence sur les teneurs moyennes en Al des eaux en fonction de l'occupation dominante, mais
  - Des plus grandes variations de teneurs sur les BV
  - Des concentrations plus élevées sont rencontrées là où la présence de conifères est plus forte



# L'aluminium labile = bio-accessible

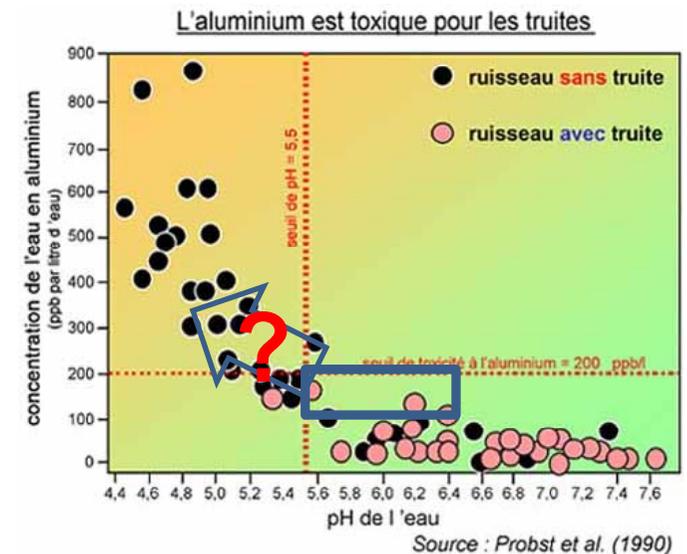
- Mesure en concentration moyenne sur 15j via des échantillonneurs passifs type DGT
- Peu d'aluminium « bio accessible » en plus dans les eaux issus de BV où la présence de conifère est plus forte :
  - Impact de complexation de l'Al par la MON (teneurs en COD de 4 à 10 C mg/L) issus des ZH qui limite la bio-accessibilité
  - Une fraction de l'Al total plus importante mais des pH d'eau pas suffisamment acides pour la rendre bio-accessible



# Plusieurs voyants à l'orange

- La forêt : un poids économique important du territoire (10 000 emplois) à continuer d'accompagner pour limiter ses impacts environnementaux liés à une rotation des cultures trop rapides induisant un trop fort apport de MO au niveau de sols naturellement acides et pauvres en capacité tampon :
  - Sur les sols : toxicité aluminique sur les arbres eux-mêmes + impact des changements climatiques
  - Sur les eaux
    - Colmatage avec les sables, Fermeture des milieux...
    - Chimie des eaux :
      - Pas d'impact significatif sur les nitrates
      - Des eaux qui conservent une acidité
      - Des quantités importantes d'aluminium qui peuvent circuler, mais un impact limité sur la fraction « bio-accessible » dû aux conditions physico-chimiques des eaux (pH, MON)

*Effet sur le biote : à la frontière d'impacts connus sur les truites (Vosges)*



⇒ *Challenge : regagner l'équilibre au niveau des sols d'apport de MO*



G. Guibaud, S. Lissalde, R. Guibal, J. Leblanc, M. Monneron-Gyurits, R. De Barros, R. Buzier, F. Bordas, M. Grybos, P., M. Rabiet, J. Rougerie, V. Robin, P. Fondanèche, K. Cleries, E. Ducloux, T. Hak., S. Simon

**Laboratoire E2lim (ex-Peirene) – Faculté des Sciences et Techniques**

Université de Limoges

[gilles.guibaud@unilim.fr](mailto:gilles.guibaud@unilim.fr)

<https://www.unilim.fr/e2lim/>

Merci à tous pour  
votre attention



Europe au Bassin de la Loire, une chance pour tous.

