

Analyse de la sévérité croissante des étiages sur la dégradation du paramètre phosphore en cours d'eau sur la dernière décennie.

Application au bassin versant du Rhin et de la Meuse



Delaval A.^{1*}, Teissier S.¹, Courty S.¹, Depasse J.¹, Petitgenet S.²

1. Adict Solutions - Campus INP ENSAT, avenue de l'agrobiopole - BP 32607 - Auzerville-Tolosane - 31326 Castanet-Tolosan cedex
2. Agence de l'eau Rhin-Meuse - Rue du Ruisseau - BP30019 Rozérieulles - 57161 Moulins-lès-Metz Cedex - France
3. *adrien.delaval@adict-solutions.eu

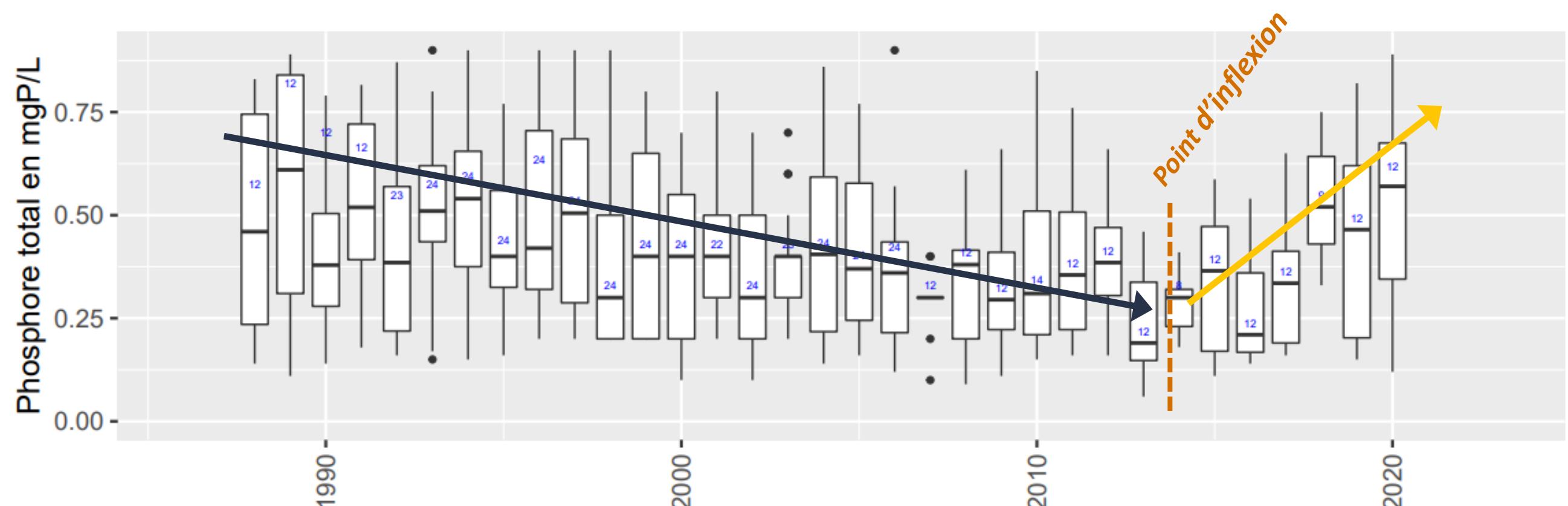


Contexte

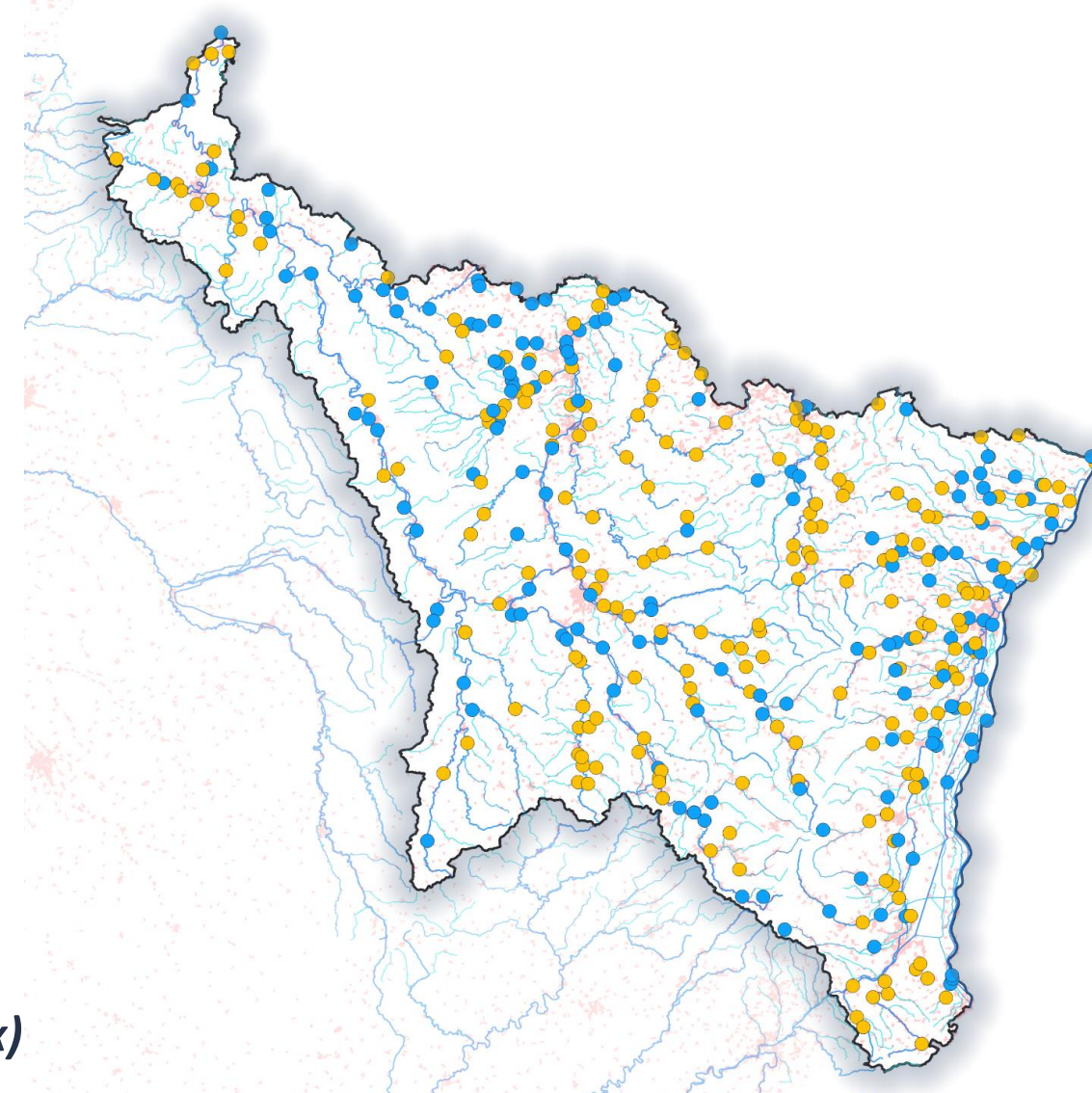
L'eutrophisation des milieux aquatiques révèle la contamination des milieux par le phosphore. Ce phénomène se mesure notamment par l'abondance des « pollutions vertes » qui touchent les lacs, les réservoirs, les rivières, et en réduit la valeur d'usage (valeurs biologique, piscicole, récréative et eau potable).

Le phosphore peut avoir des **origines ponctuelles** (rejets domestiques, industriels, etc.) et **diffuses** (grandes cultures, élevages, lessivage des zones urbaines, etc.). Ces 20 dernières années, d'importants efforts pour limiter ces sources (baisse des intrants agricoles, interdiction des lessives phosphatées, équipements et/ou amélioration des systèmes de traitement, etc.) se sont traduits par une baisse significative des flux de phosphore au cours d'eau et des concentrations dans les milieux aquatiques.

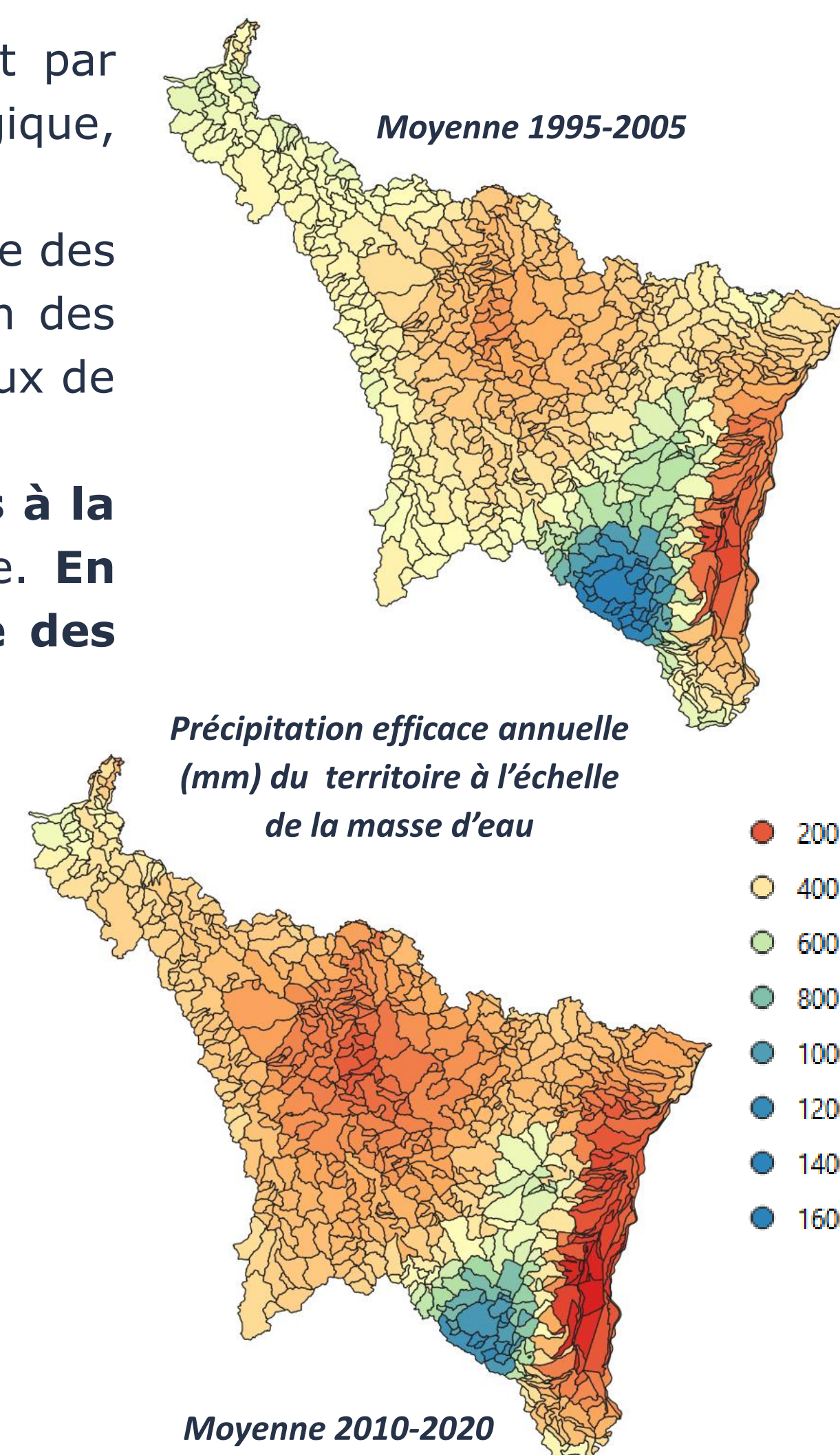
Cependant, malgré cette réduction des flux, certaines chroniques de concentrations en phosphore sont à nouveau orientées à la hausse sur le territoire français ces dernières années. C'est le cas par exemple de 56 % des stations du territoire Rhin-Meuse. **En l'absence de hausse significative des flux de phosphore au cours d'eau ces dernières années, l'hypothèse est une baisse des capacités de dilution du milieu récepteur via la diminution des débits.**



Exemple de station montrant, depuis les années 1990, une diminution des concentrations en phosphore total (Ptot) suivie sur la période récente d'une augmentation (rupture de pente identifiée via une régression linéaire par morceaux)



Répartition des stations de suivi de la qualité de l'eau sur le territoire, distinguées selon le type d'évolution temporelle des concentrations de phosphore total : baisse continue des concentrations depuis 1990 (en bleu) ou baisse suivie d'une augmentation sur la période récente (en orange)



La baisse des débits est-elle responsable de la remontée des concentrations de phosphore total sur la période récente et quelle est l'intensité de cette augmentation ?

Modélisation^[1] des concentrations observées en phosphore total en fonction des deux composantes de l'écoulement

Modèle CQ :

$$C_{Ptot,obs}(t) = \beta_0 + \beta_1 \log(Q_{base}(t)) + \beta_2 \log(Q_{ruiss}(t)) + \varepsilon(t)$$

Intercept :

« apports ponctuels »
et/ou sédiments

Terme débit de base

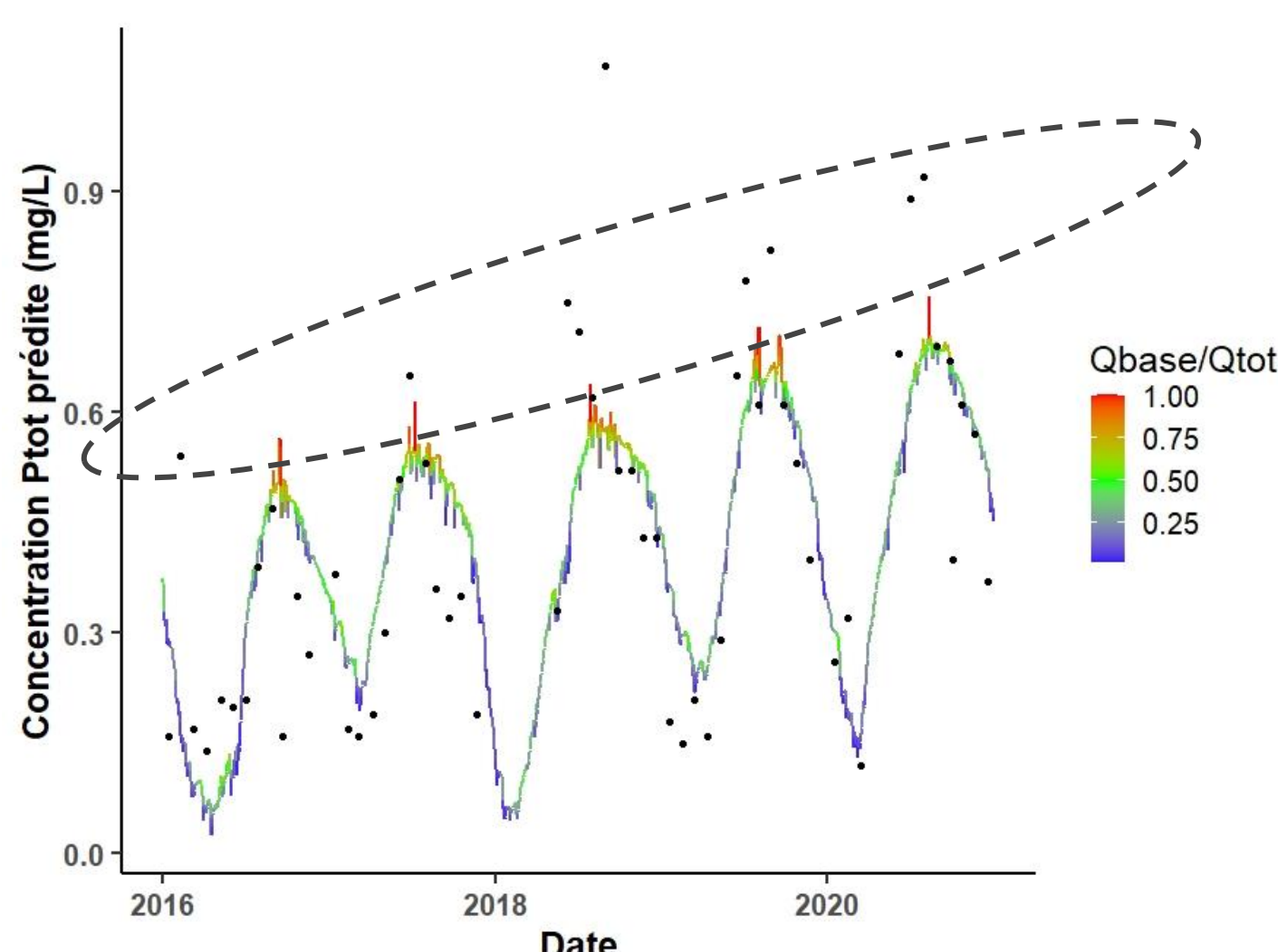
Terme ruissellement :

Apports via forts débits et
épisodes éclairs

Résidus :

processus non
capturés par modèle

- Terme débit de base : diluant pour les concentrations ($\beta_1 < 0$ à l'échelle du territoire)
- Terme ruissellement : β_2 positif/négatif \Rightarrow aggravant/diluant pour les concentrations
- Intercept + résidus : positif si présence d'apports de Ptot (rejet STEU/sédiments)



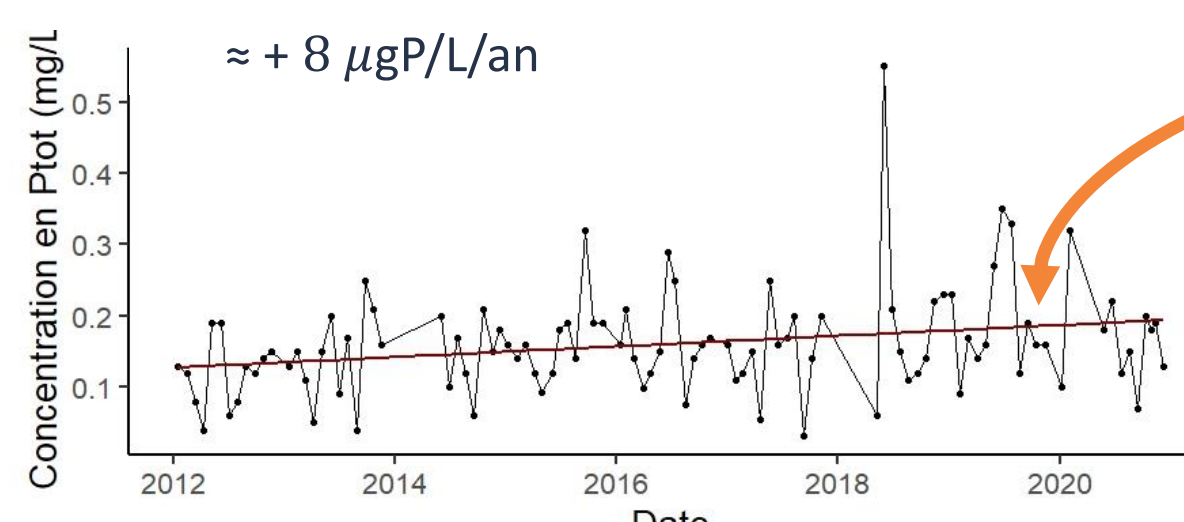
Exemple de modélisation des chroniques journalières de phosphore total à partir des chroniques de débit sur le Seltzbach à Niederrædern. Le code couleur correspond au ratio entre la composante de débit de base et la somme des deux composantes. Les points noirs sont les concentrations observées.

Les concentrations modélisées sont les plus élevées lorsque le débit de base est le contributeur majoritaire du débit. Les concentrations élevées s'observent majoritairement en été

Sur 36 stations testées, 34 chroniques de concentrations en Ptot ont été modélisées avec succès

Analyse de l'influence de la baisse des débits sur les concentrations en phosphore total

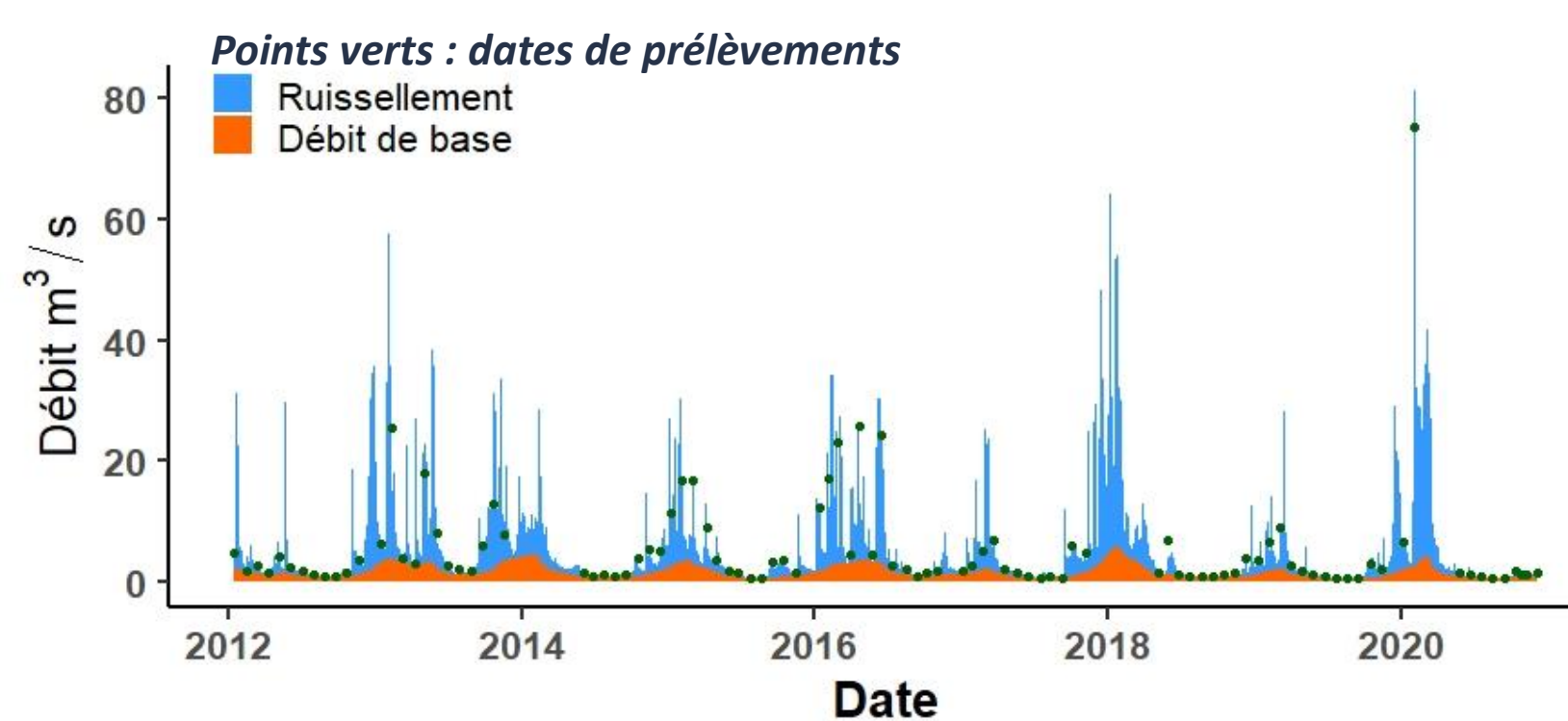
1. Exemple pour une station de suivi



Tendance à la hausse du Ptot due à une baisse de la capacité de dilution des débits ?

Evolution temporelle des concentrations en Ptot (station Seille à Nomeny) depuis 2012 (début de la période de remontée des concentrations)

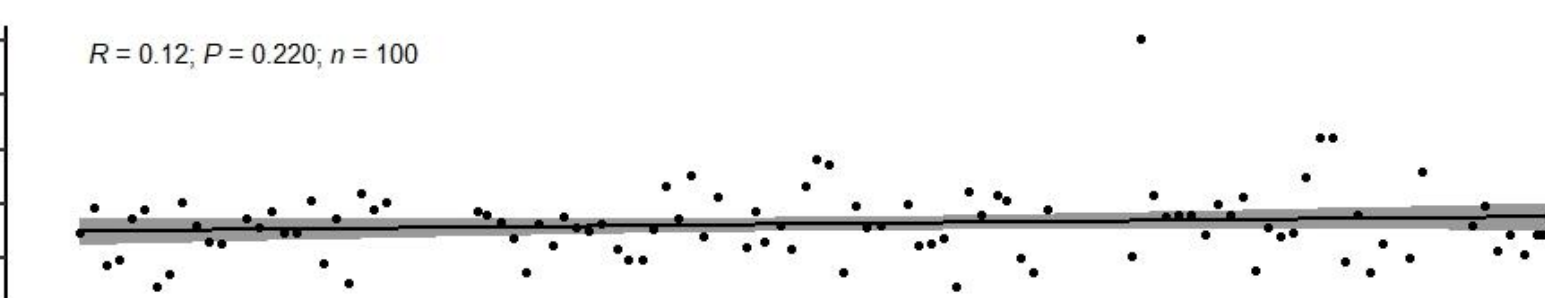
2. Séparation des composantes hydrologiques de l'écoulement pour contextualiser l'hydrologie des prélèvements



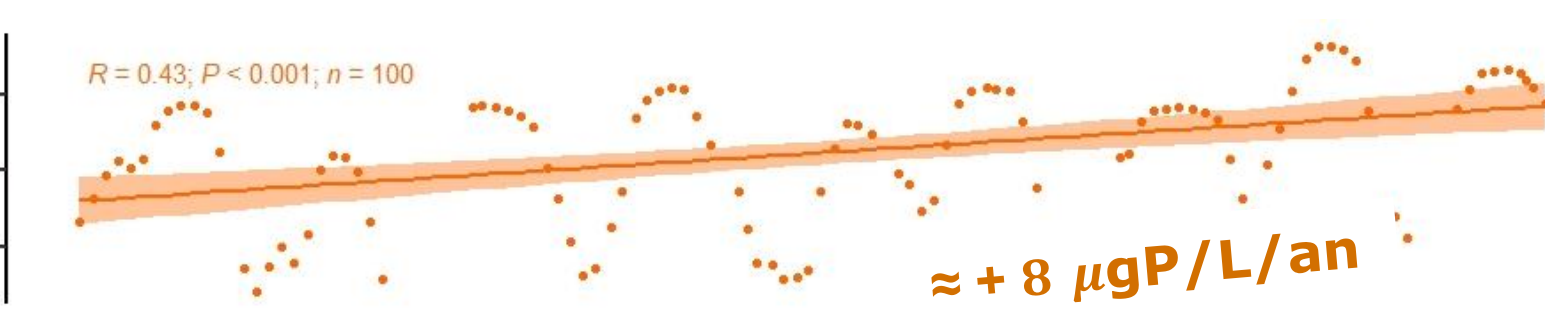
Séparation numérique de l'hydrogramme en deux composantes : débit de base et ruissellement

3. Analyse des tendances des composantes du modèle CQ pour caractériser le fonctionnement hydrologique de la station et son évolution dans le temps

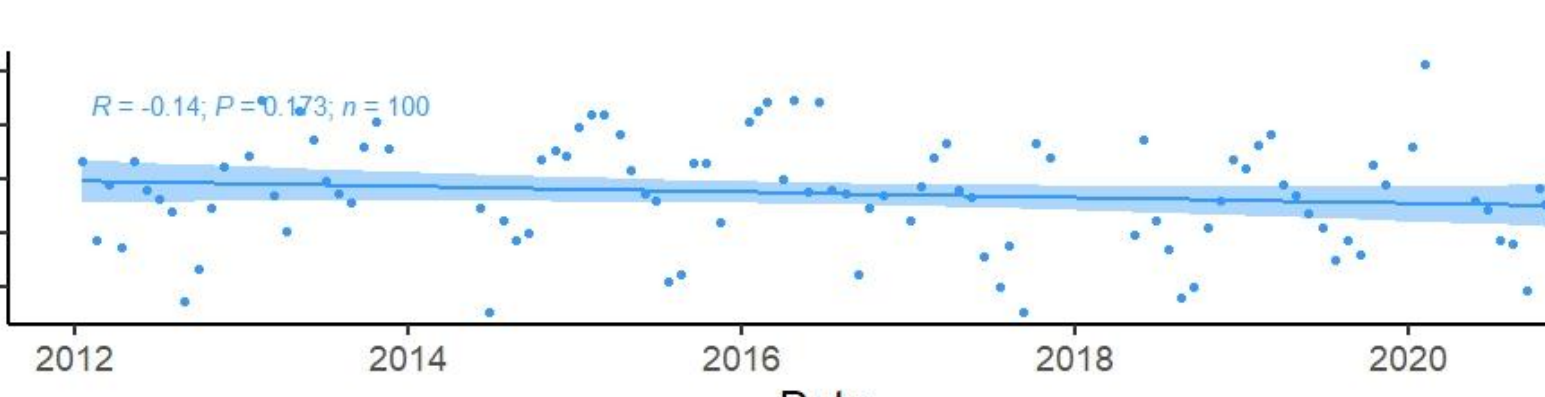
Intercept + résidus : tendance non significative \Rightarrow pas de diminution/augmentation des apports en Ptot au cours d'eau



Débit de base : tendance significative à la baisse (ordonnée négative) \Rightarrow baisse de la capacité de dilution des débits de base



Ruissellement : tendance non significative \Rightarrow pas de diminution/augmentation des apports en Ptot diffus au cours d'eau depuis 2012



Diagnostic : la baisse de la capacité de dilution des débits de base explique 100 % de la hausse des concentrations depuis 2012 (pour cet exemple, générant des hausses de concentrations de l'ordre de 8 μgP/L/an)

Synthèse

| Ruissellement | Tendance des débits de base (mgP/L/an) | nb de stations (34) | % de stations |
|------------------|--|---------------------|---------------|
| Diluant | En baisse | 5 | 15 % |
| Non significatif | En baisse | 8 | 23 % |
| | ns | 2 | 6 % |
| Aggravant | En baisse | 16 | 47 % |
| | ns | 3 | 9 % |

85 % des BV montrent une tendance à la baisse des débits de base

Selon les stations, 30 à 100 % des augmentations de concentrations en Ptot sur la période récente sont expliqués par la baisse de la dilution des apports

Références

- [1] Minaudo, C., Dupas, R., Gascuel-Oudoux, C., Roubeix, V., Danis, P.-A., & Moatar, F. (2019). Seasonal and event-based concentration-discharge relationships to identify catchment controls on nutrient export regimes. *Advances in Water Resources*, 131, 103379.
- [2] Haidu, I., & Nistor, M. (2020). Long-term effect of climate change on groundwater recharge in the Grand Est region of France. *Meteorological Applications*, 27(1).

Données de débit : <https://hubeau.eaufrance.fr/>
Données de concentrations phosphore : <https://naiades.eaufrance.fr/>
Données de climat : <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/10.24381/cds.151d3ec6?tab=overview>