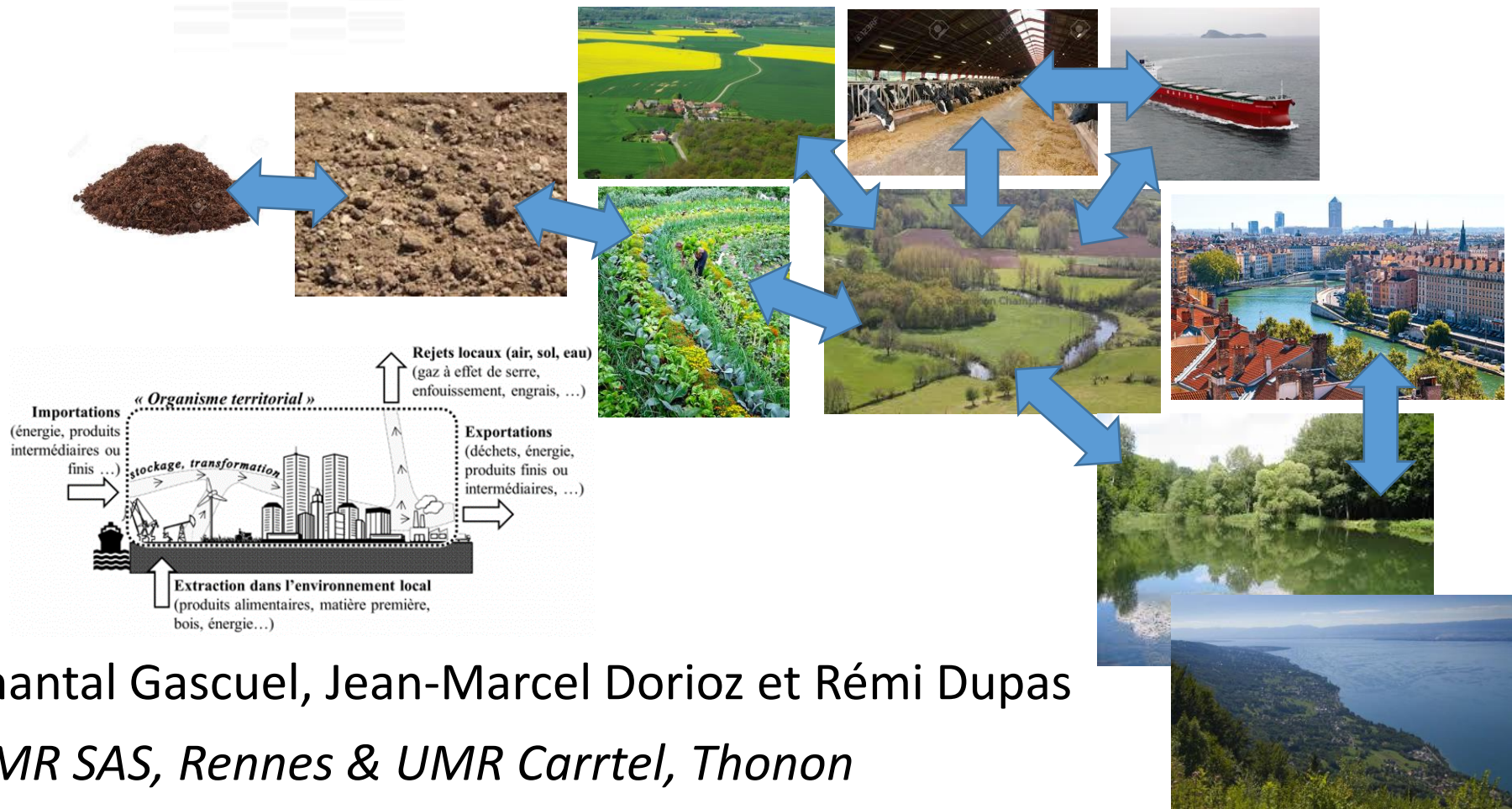


Transfert du phosphore des milieux terrestres vers les systèmes aquatiques

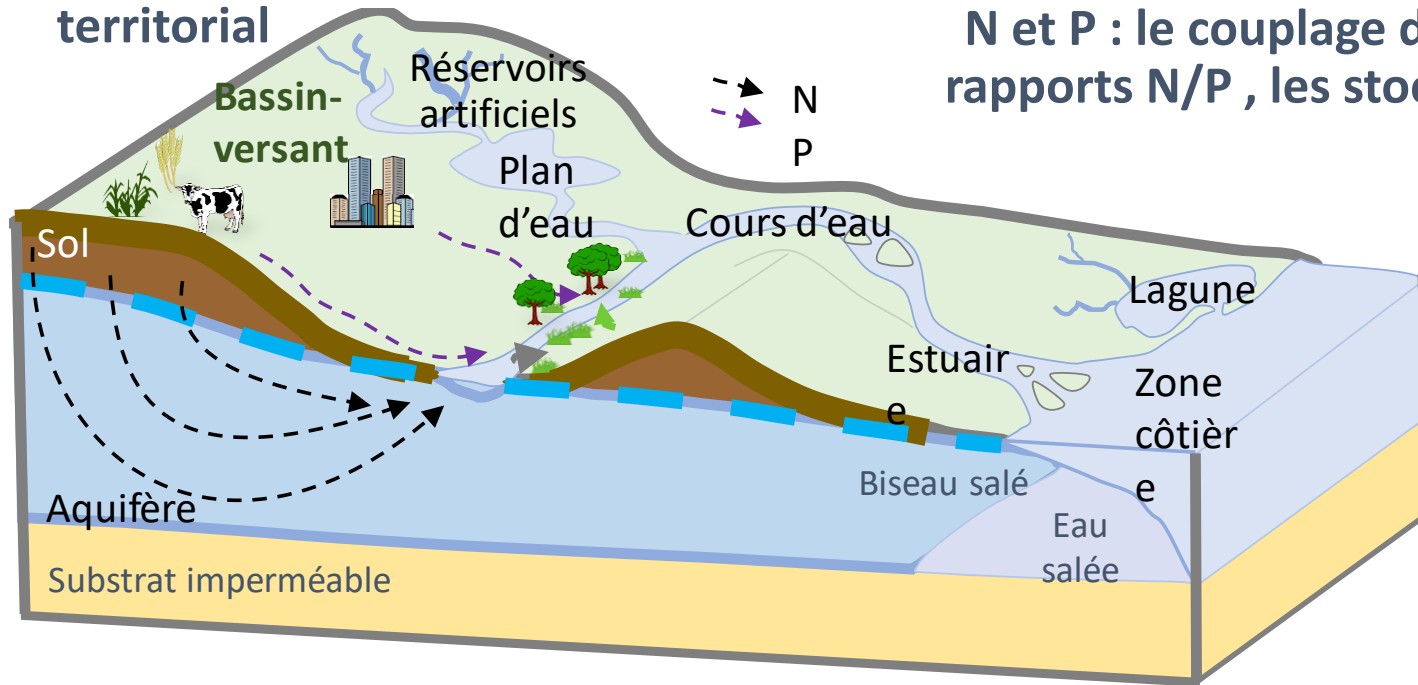


Chantal Gascuel, Jean-Marcel Dorioz et Rémi Dupas
UMR SAS, Rennes & UMR Carrtel, Thonon

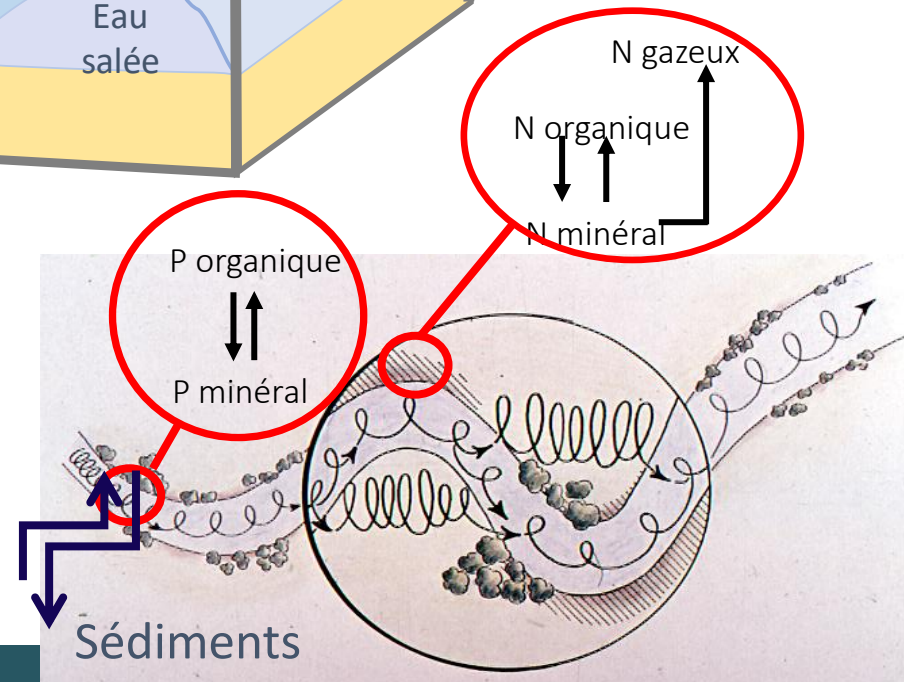
2 Les entrées, le métabolisme territorial

Prendre en compte le continuum terre-mer

N et P : le couplage des cycles, les rapports N/P, les stocks accumulés

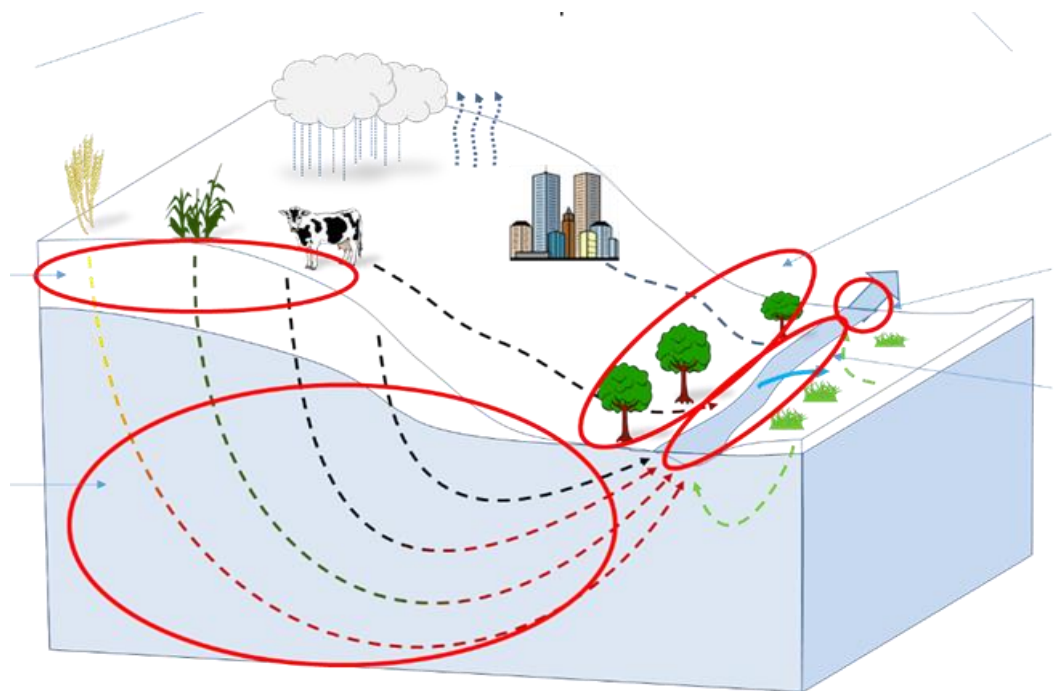
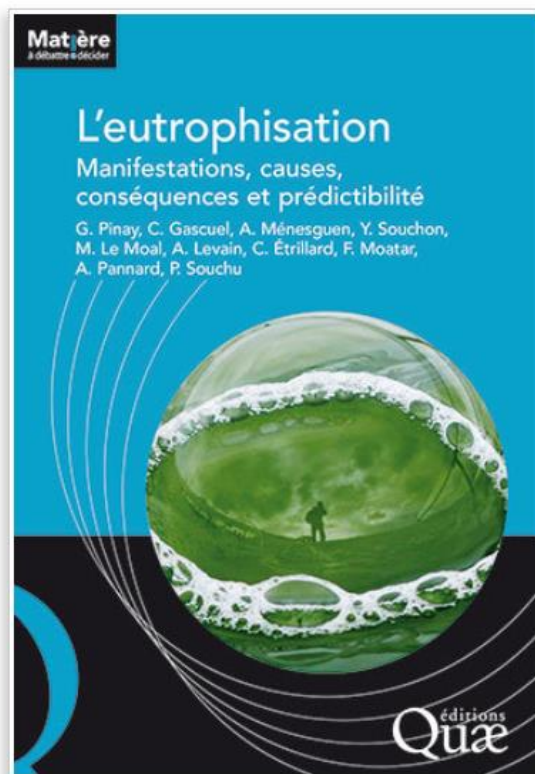


Eutrophisation : une conjonction de transfert et de vulnérabilité des masses d'eau (éclairage, température, renouvellement)





ICI focus sur transfert de P



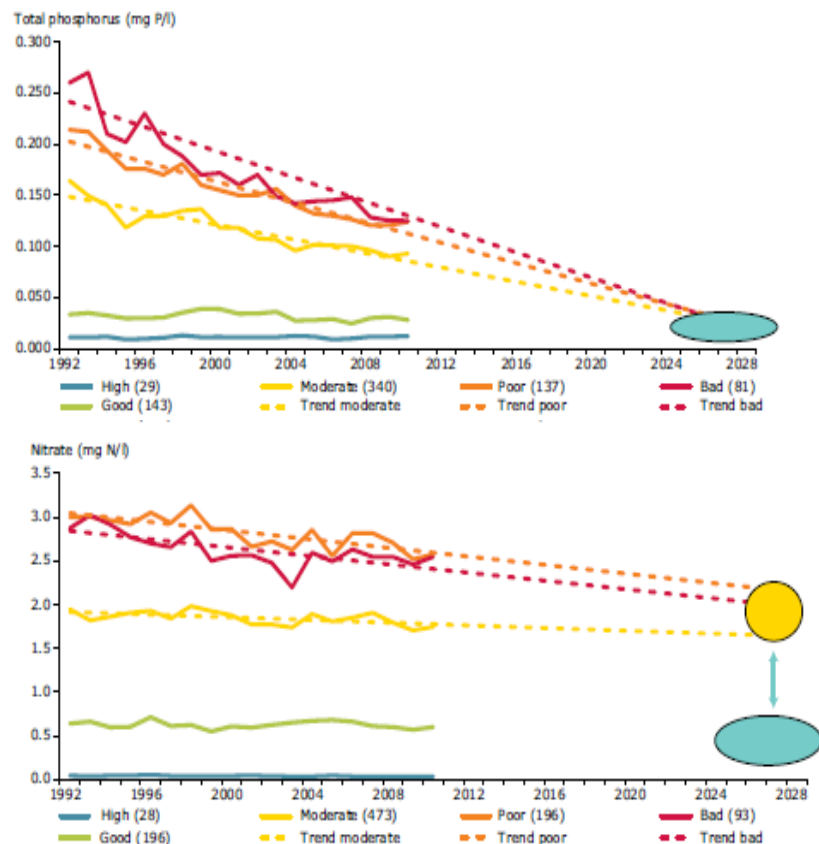
<https://www.afbiodiversite.fr/actualites/expertise-collective-sur-leutrophisation>



<https://www.academie-agriculture.fr/actualites/academie/seance/academie/leutrophisation-des-mecanismes-aux-crisis-environnementales>

Convergence des données :

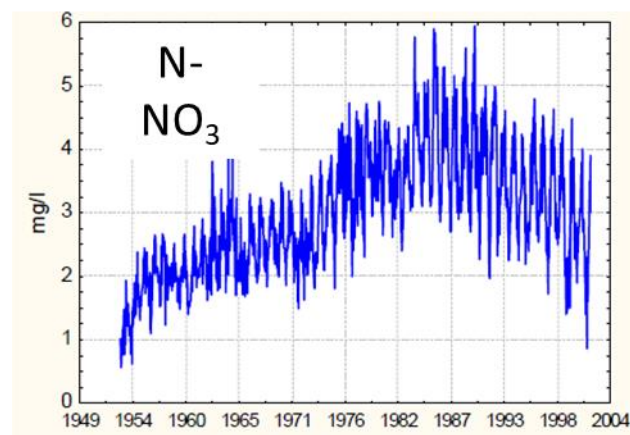
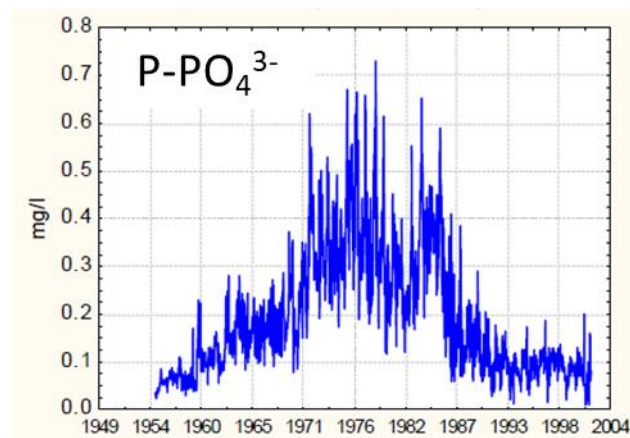
- diminution du P sur les grands systèmes
- diminution plus forte sur P que sur N



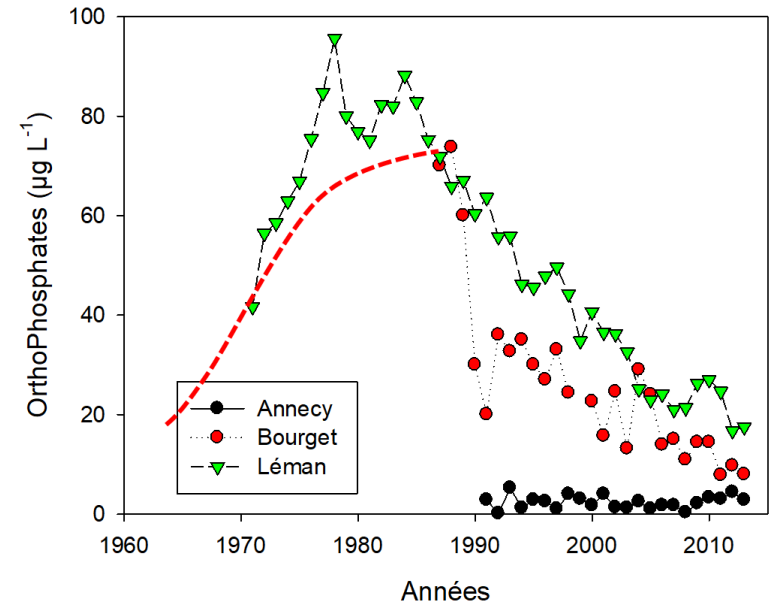
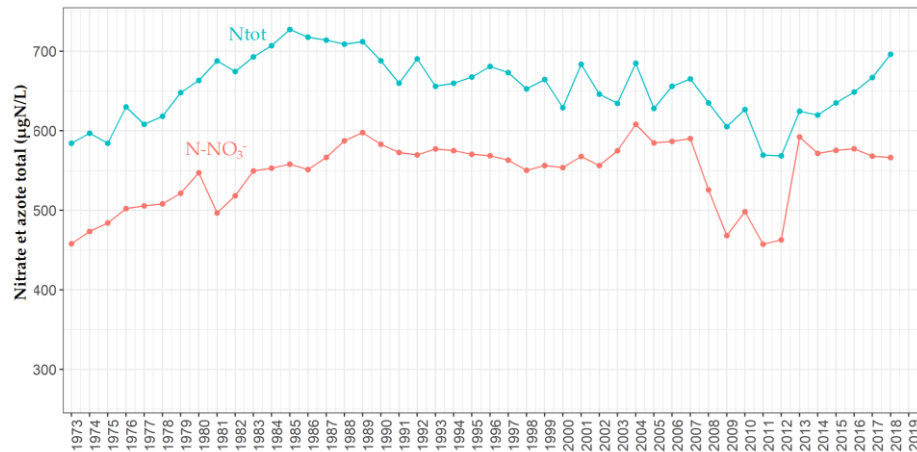
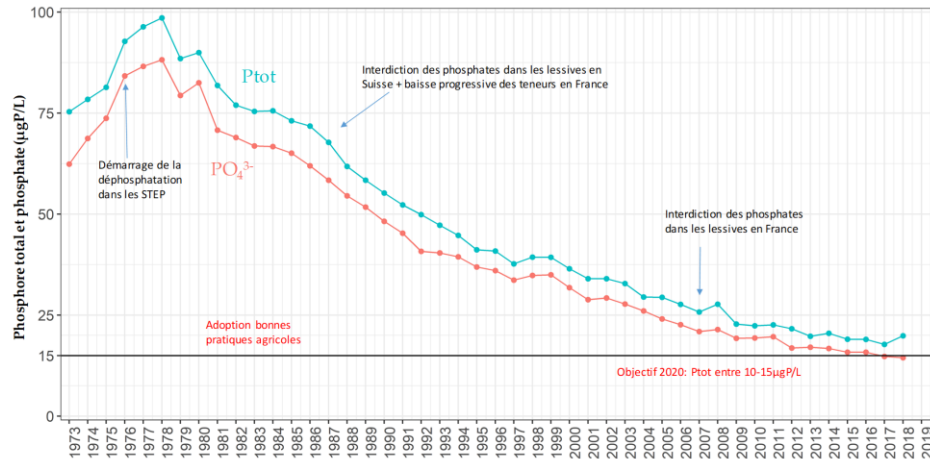
Tendances des eaux de surface européennes

source : Werner 2012

Rhine

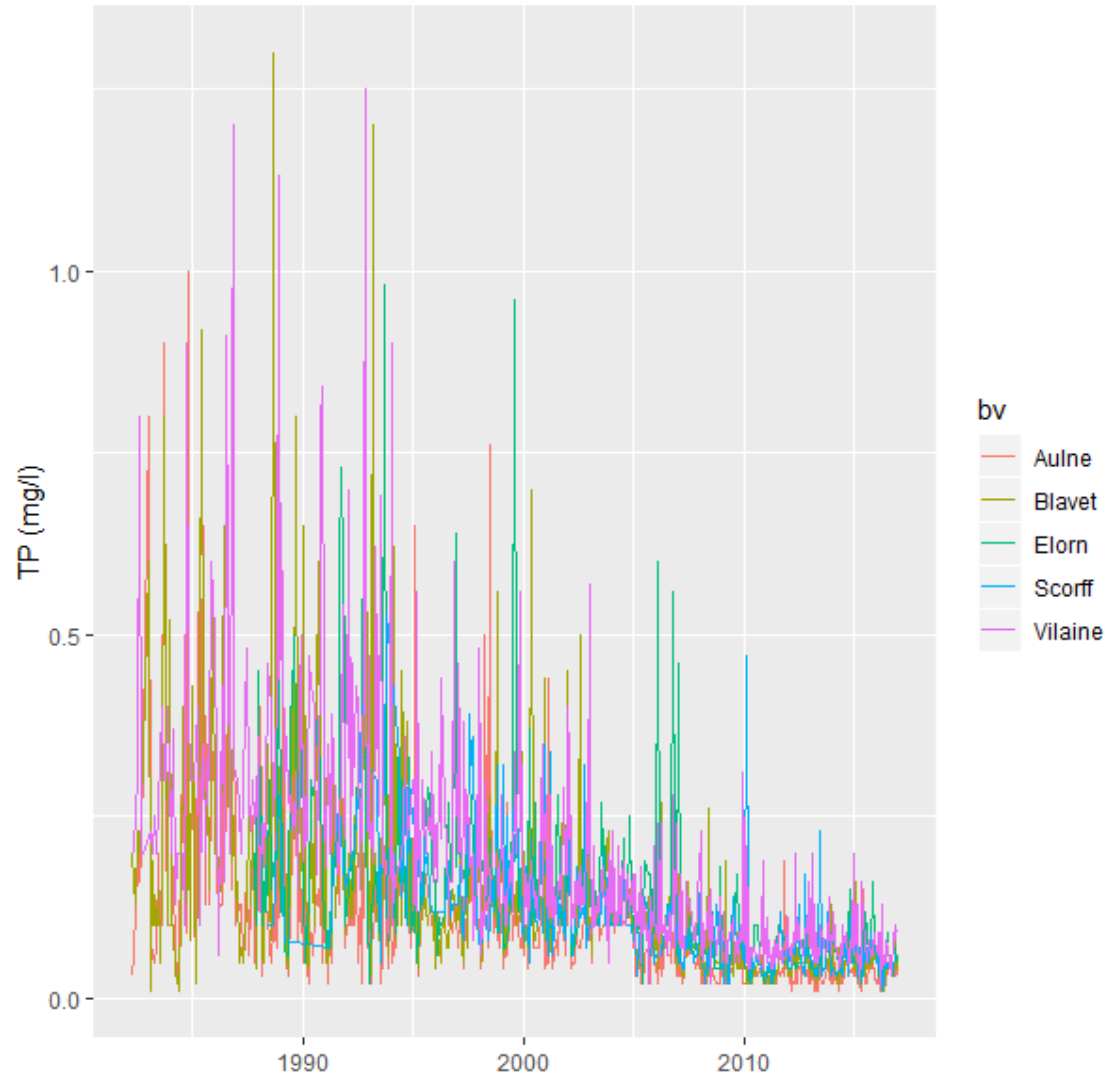


L'exemple des lacs Alpains



P décroît, mais pas N
Trajectoire différente selon les lacs

L'exemple de 5 rivières bretonnes



Solutions technologiques

Traitement des eaux.
Réglementation sur les lessives.

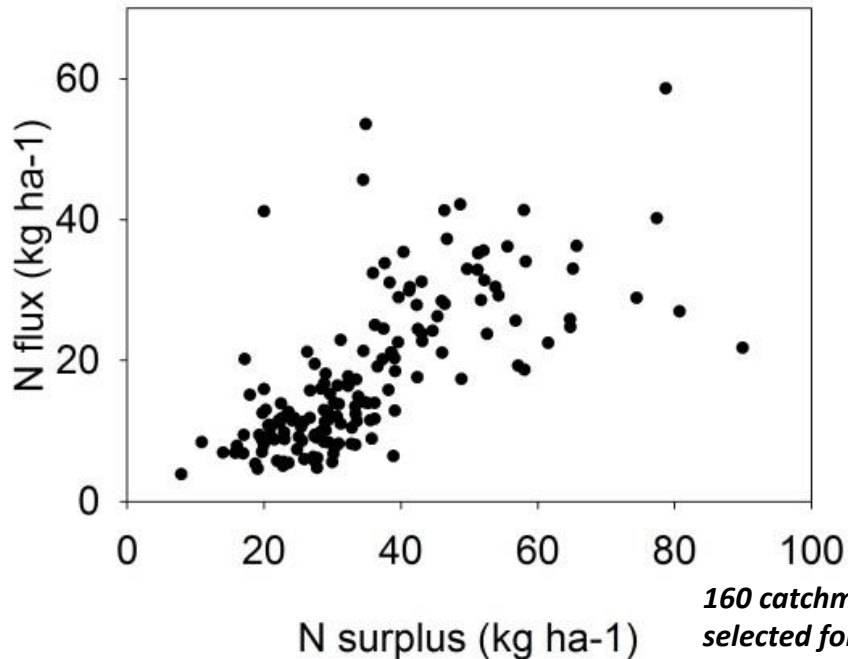
Amélioration de l'alimentation animale.
Pratiques agricoles

Echelle France entière. Rétention apparente et ses facteurs

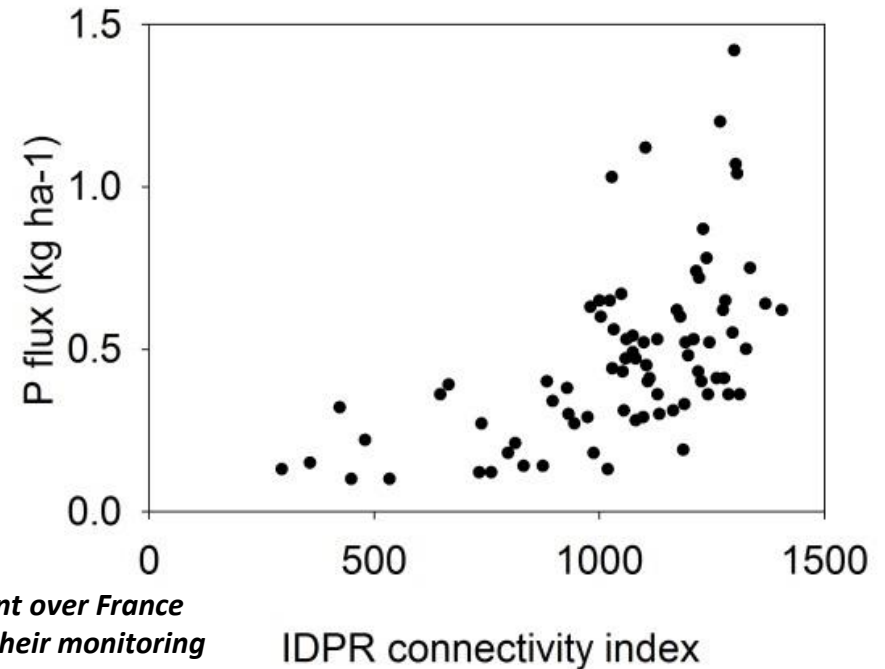
Pressure – flux for N

Connectivity – flux for P

Dominant source control for N



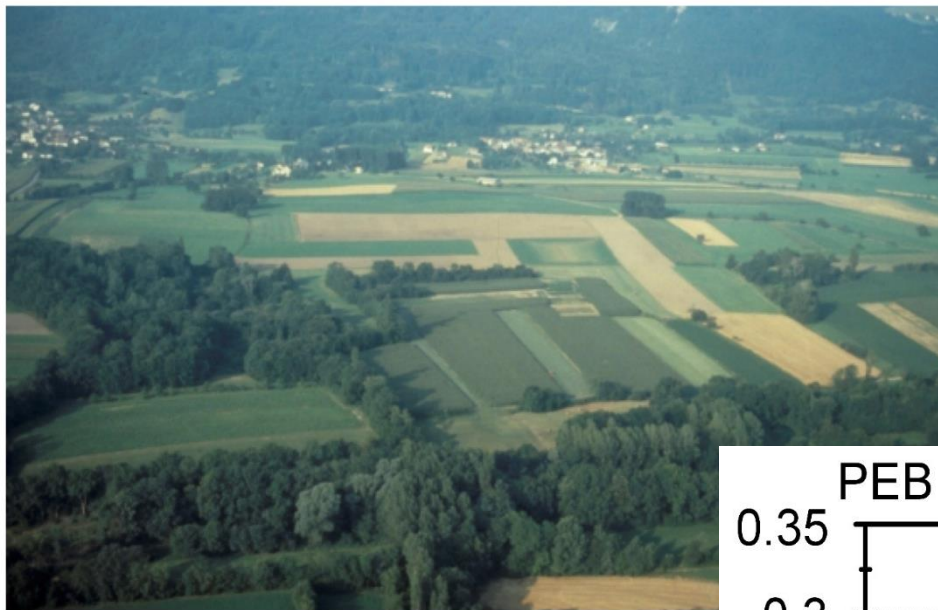
Dominant flow control for P



Bassins versant de qq centaines de km²

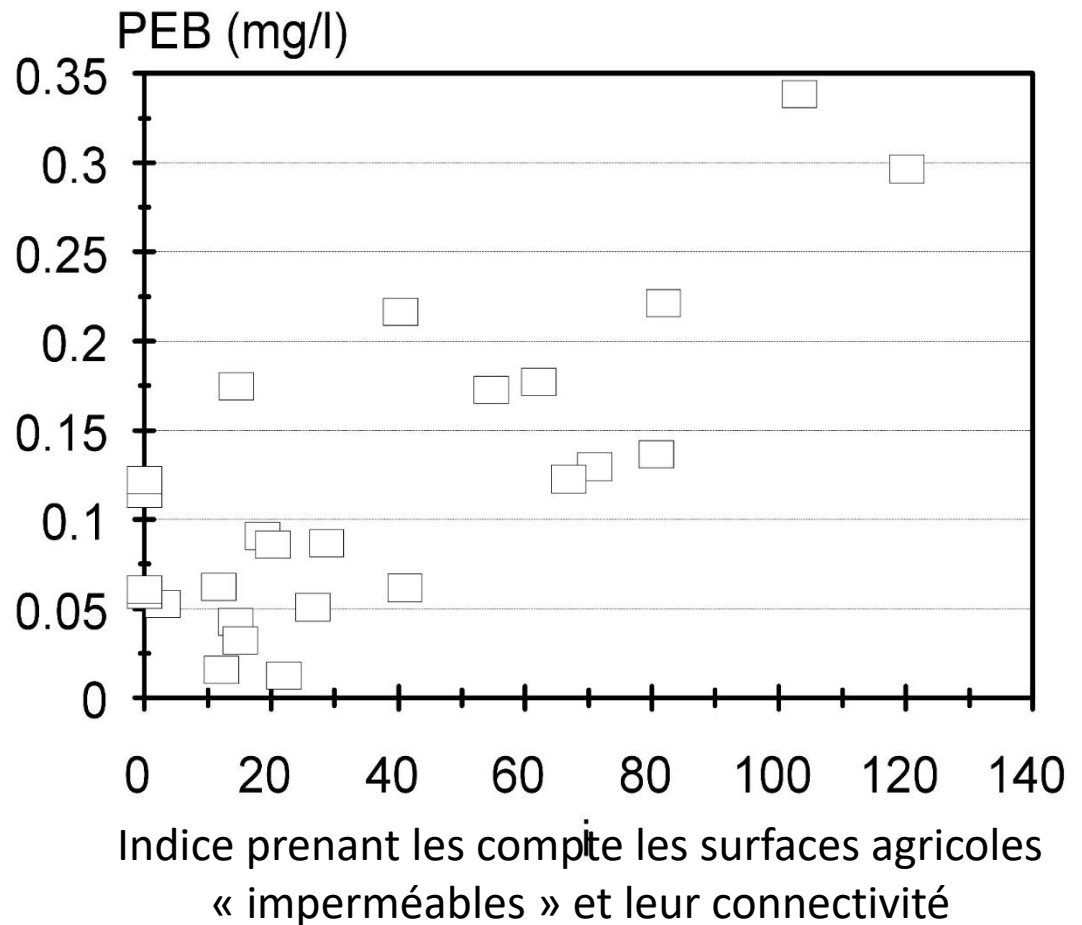
Apparent retention
53 ± 24% of N surplus
95 ± 29% of P surplus

Dupas et al., 2013.*Stoten*.
Dupas et al., 2015.*Ecological Indicators*.

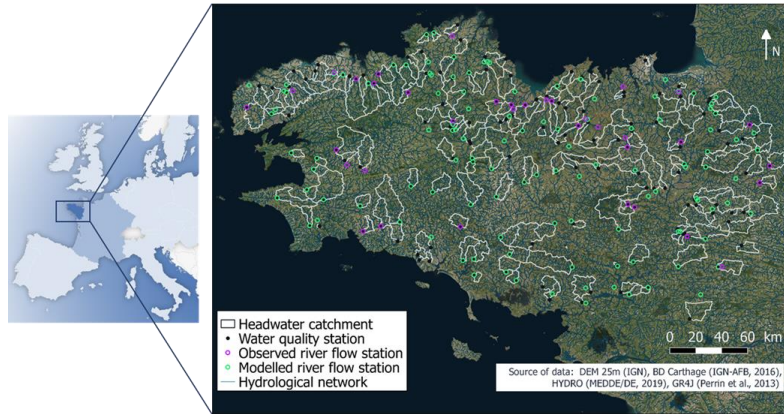


Jeux de bassins versants du lac Lemman

Concentration
moyenne en
 P_{total} en hiver



Echelle région Bretagne. Des transferts de P très multifactoriels



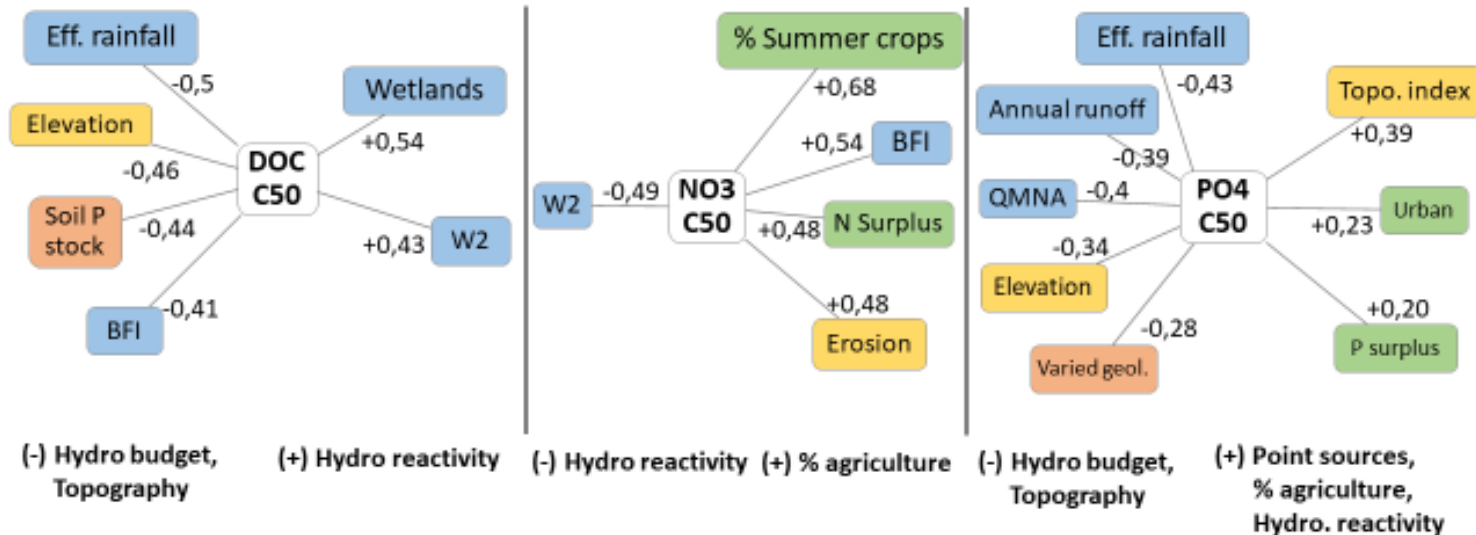
Têtes de bassins versants

Bassins versants de qq dizaines de km²

Guillemot S. et al. soumis al, 2020

Comm. LUWQ, 2019

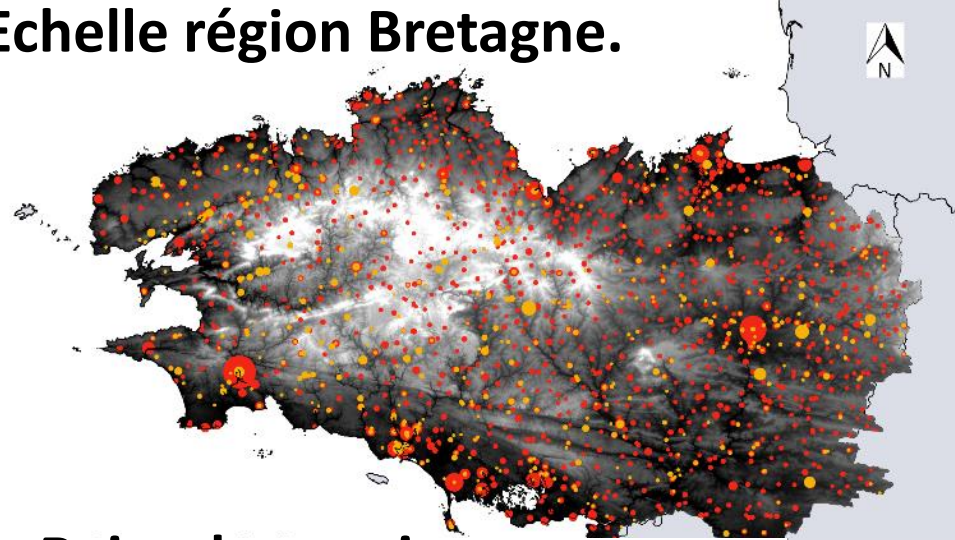
Control factors on C-N-P C50



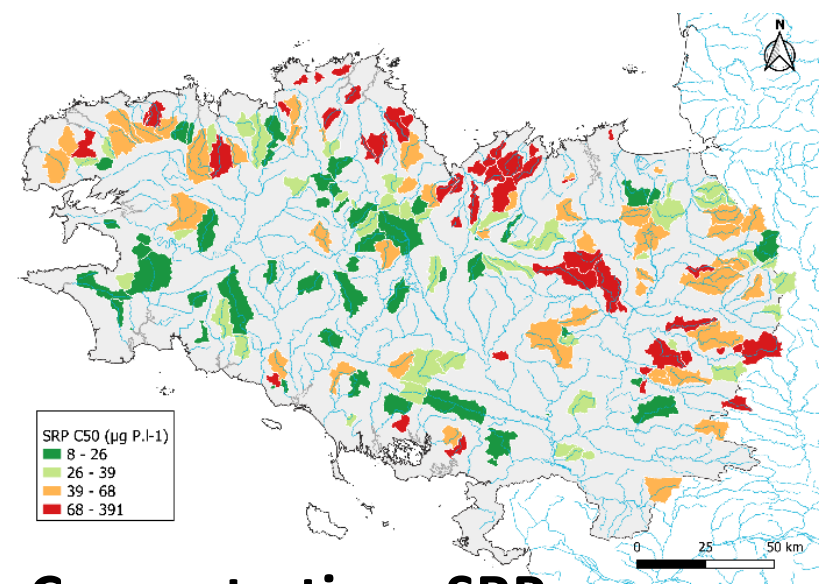
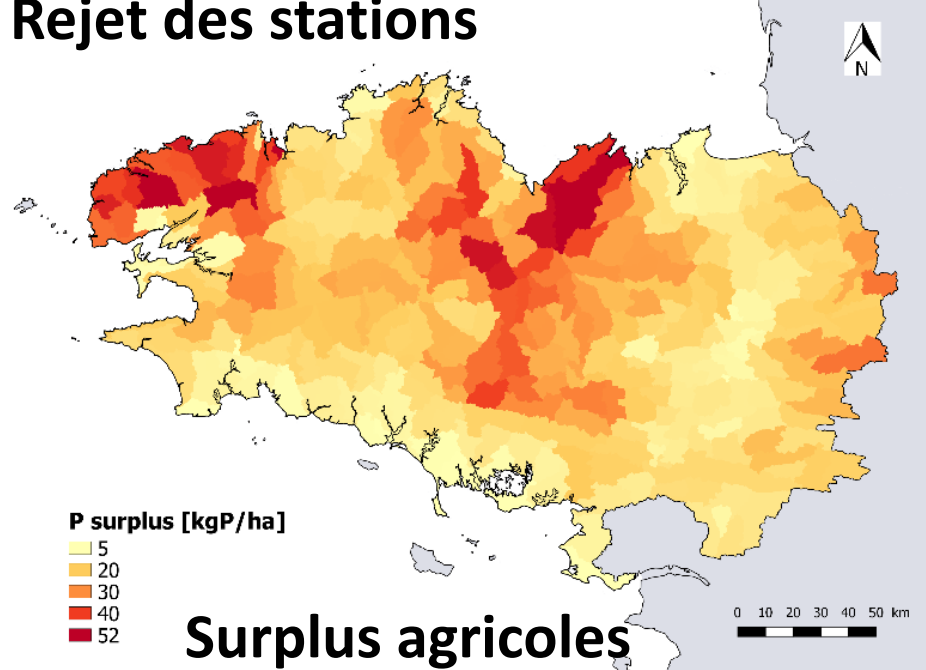
Legend: ■ Pressures ■ Hydrology ■ Topography ■ Soil&geology $\pm xx$ Correlation coeff.

9

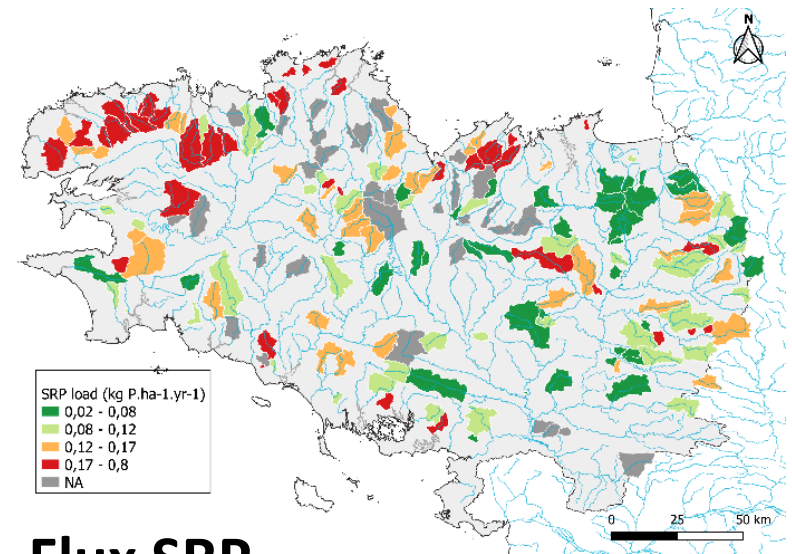
Echelle région Bretagne.



Rejet des stations



Concentrations SRP

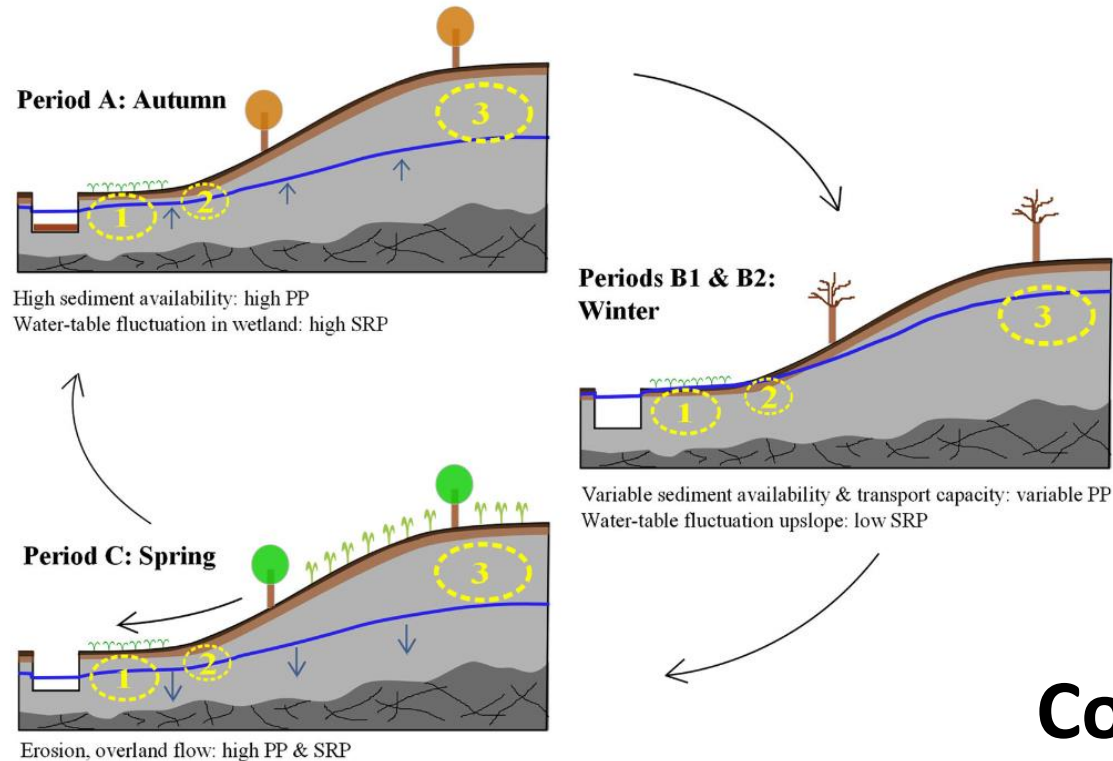


Flux SRP

Echelle du petit bassin versant. ORE AgrHys

Activité agricole. Pas d'urbanisation.

Travaux
analogues sur
Mercube.
Contexte
agricole alpin.



**Couplage et
découplage PP et SRP
au cours de l'année**

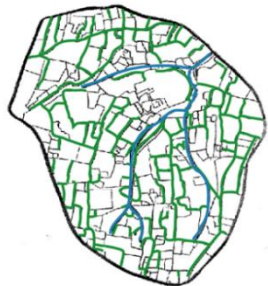
Deux petits Bassins Versants

apport terrigène et apport agricole dominant



Contexte pédoclimatique identique

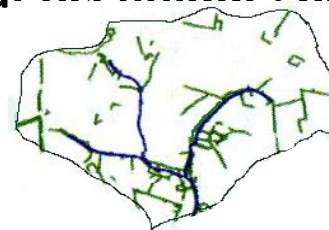
schiste, sol limoneux, climat océanique, pentes modérées



Moulinet (4,5 km²)

Basse Normandie (Ducey)

- Elevage semi-intensif,
- Dominance prairies
- Berges dégradées
- Bocage important (47 m/ha)

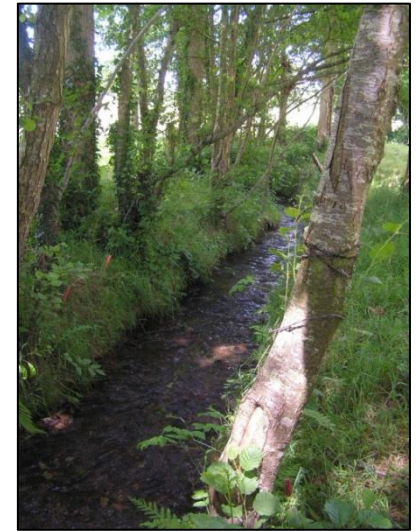
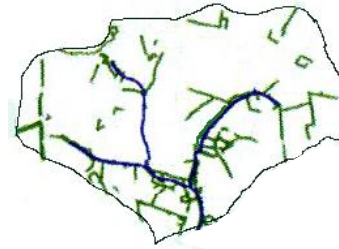
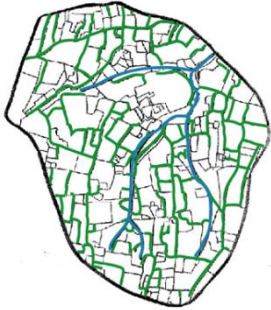


Kervidy-Naizin (5,0 km²)

Centre Bretagne (Pontivy)

- Elevage intensif, maïs, blé
- Dominance culture maïs blé
- Ripisylves
- Peu de bocage (27 m/ha)

Catchment inter-comparison



Moulinet

SS	64 10 ³ kg. km ⁻² . year ⁻¹
TP	50 kg. km ⁻² . year ⁻¹
SRP	5 kg. km ⁻² . year ⁻¹
SRP / TP	10%

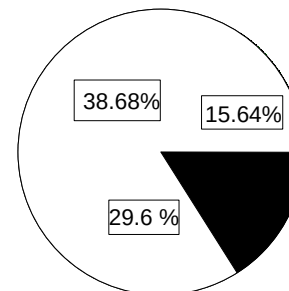
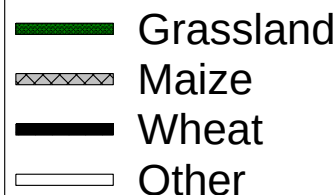
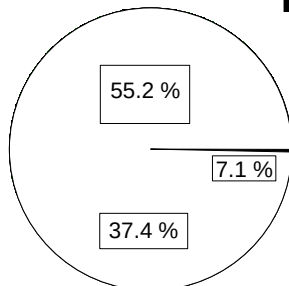
Ratio M/KN

x 5
=
: 3
: 3

Kervidy-Naizin

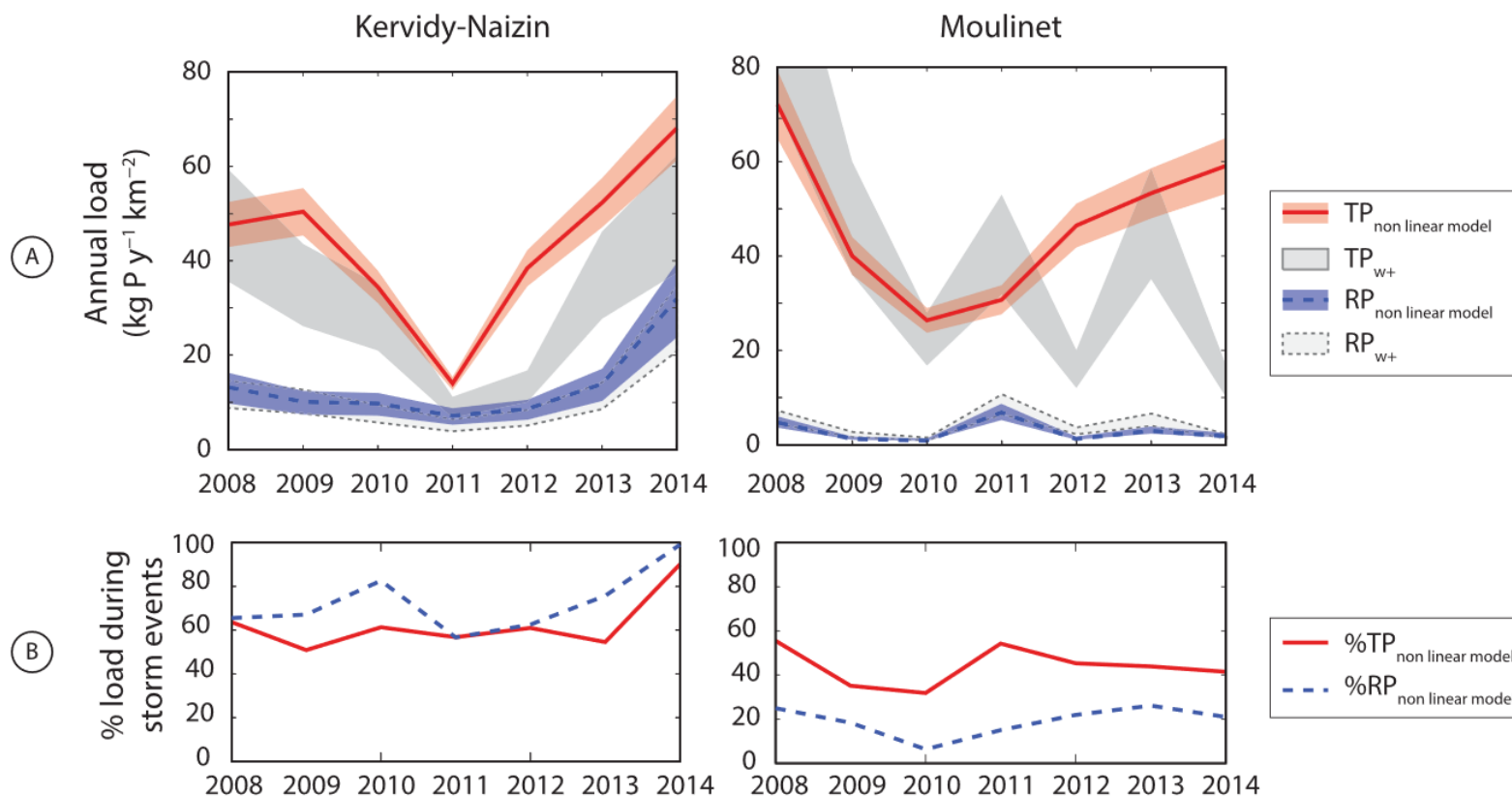
SS	12 10 ³ kg. km ⁻² . year ⁻¹
TP	45 kg. km ⁻² . year ⁻¹
SRP	15 kg. km ⁻² . year ⁻¹
SRP / TP	33%

Bank
Erosion

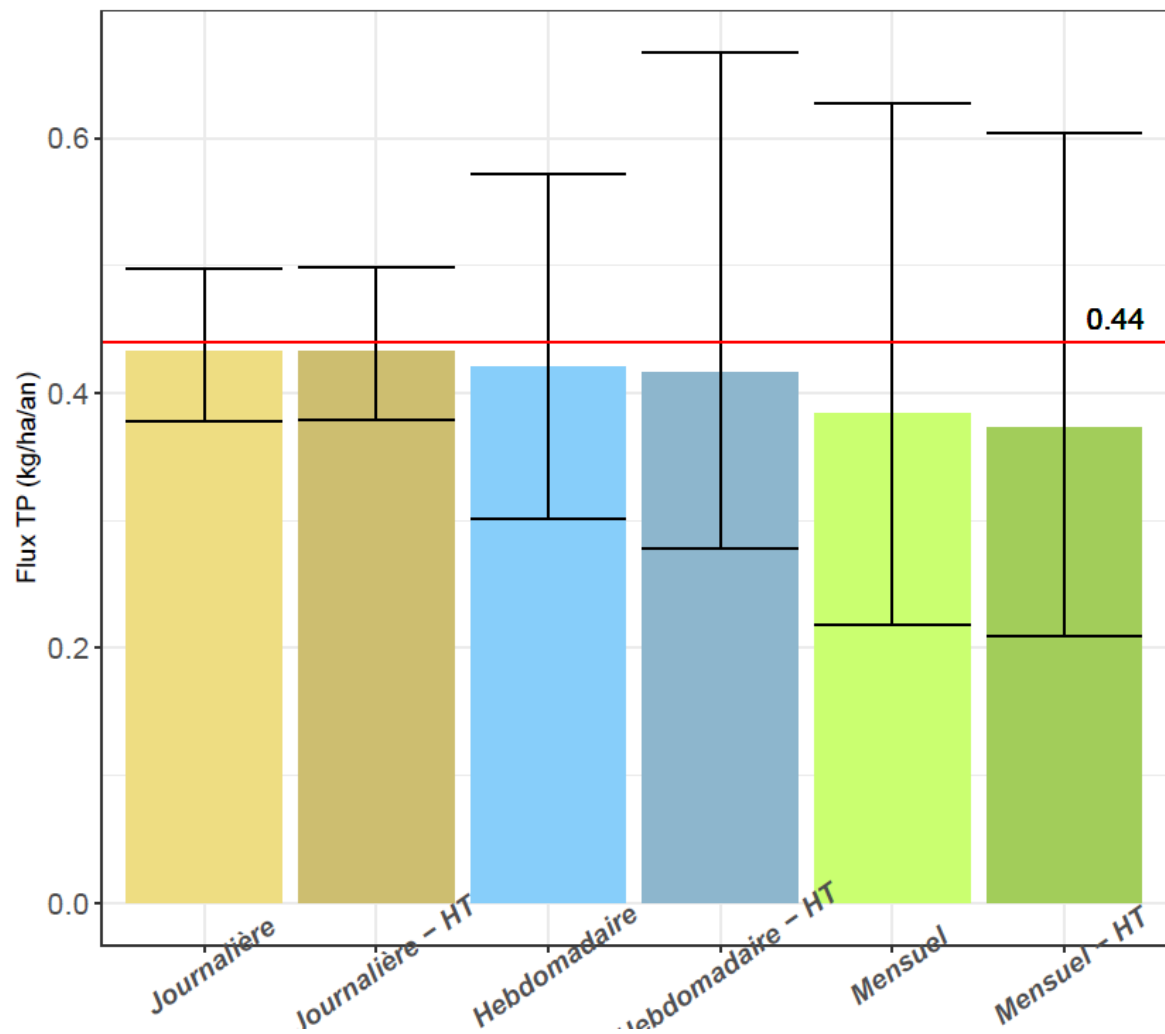


Lefrançois et al.
2007
Minaudo et al.,
2019.

Grande variabilité inter-annuelle des flux



Part du RP variable (qq % à 80%)
Part des flux en crue importante (40-60%)



**Grande
incertitude sur les
flux estimés**

**Un enjeu :
accroître la
fréquence
d'échantillonnage
dans les réseaux
de surveillance**

Quelques fronts de recherche

Des trajectoires très variées

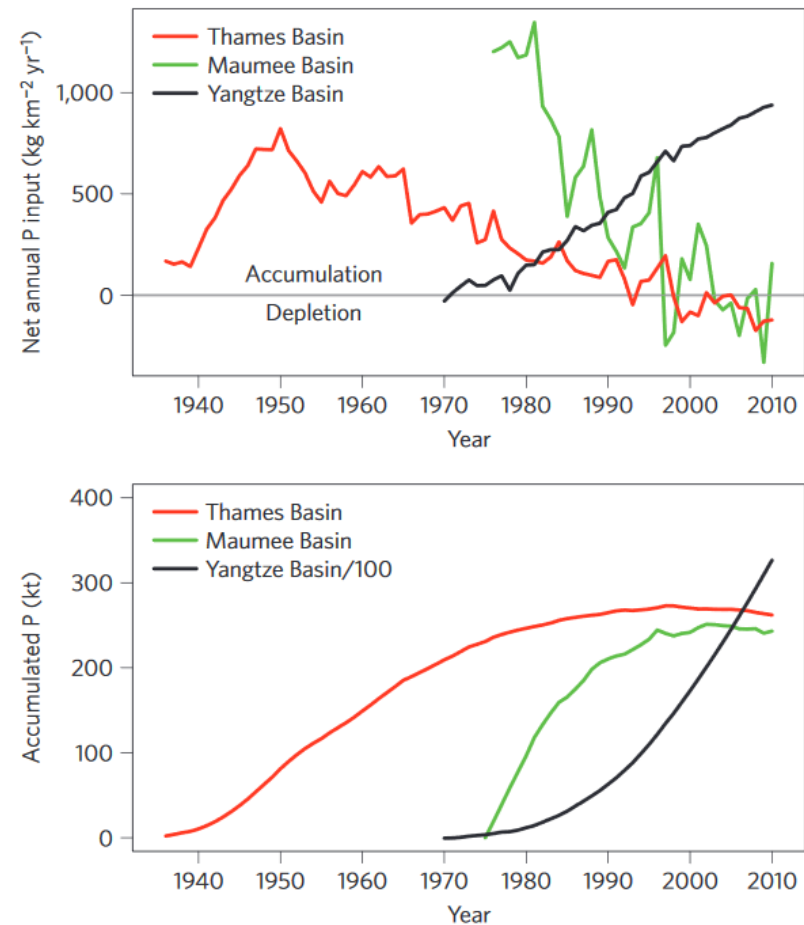
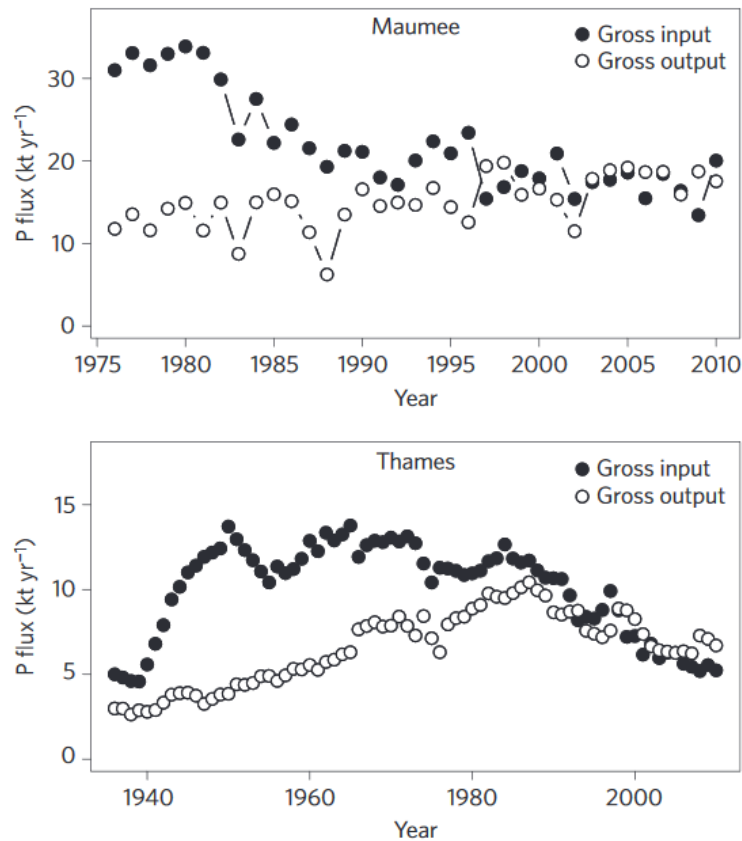
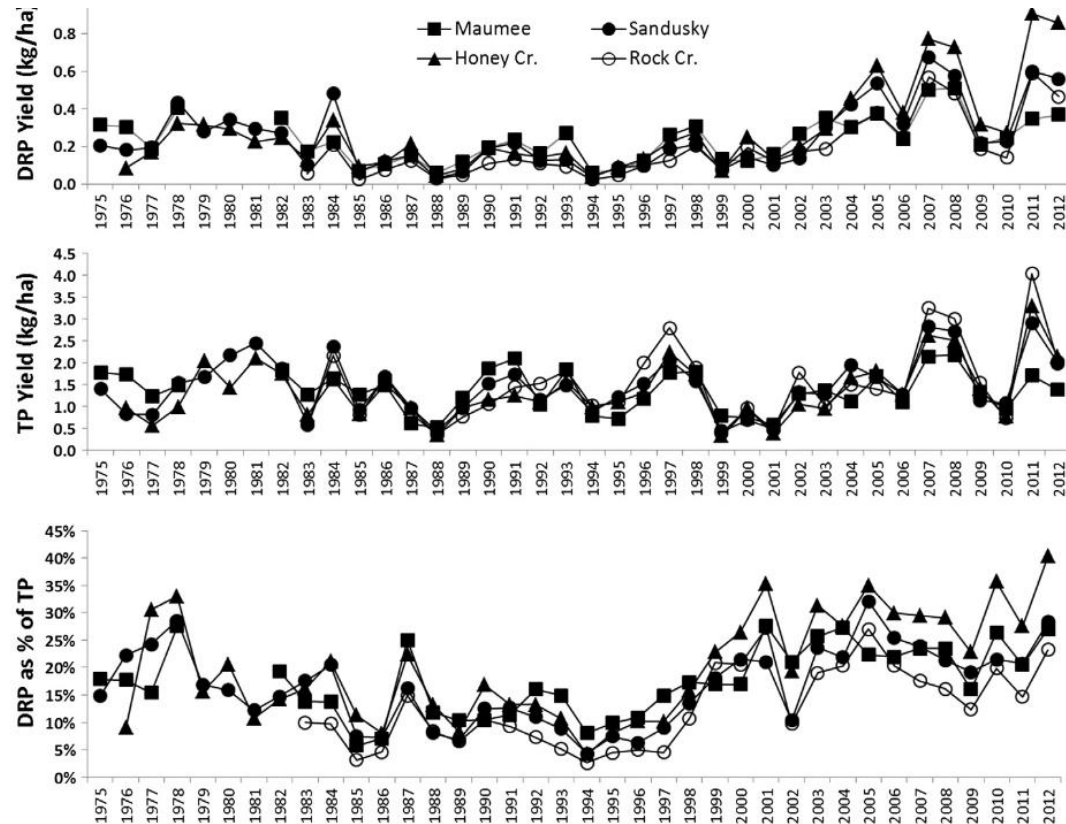


Figure 2 | Gross P inputs and outputs to/from the landscape P pool (soils)

Des exportations décalées par rapport aux entrées

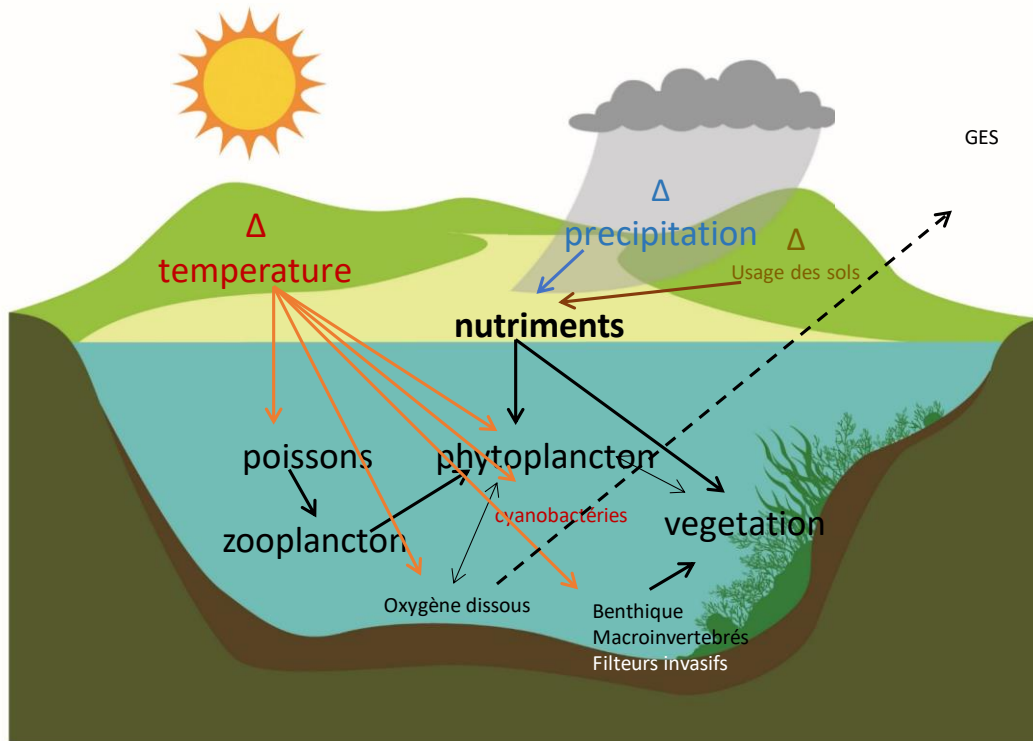
Des bilans entrées et les sorties, génèrent des stocks internes

Le cas du Lac Erié (grand lac)



Une remobilisation du P stocké sous forme de SRP

Quel effet du changement climatique sur les exportations de P ? Sur l'eutrophisation ?



Des effets en chaîne.

*Travaux sur l'observation
et analyse retrospective.*

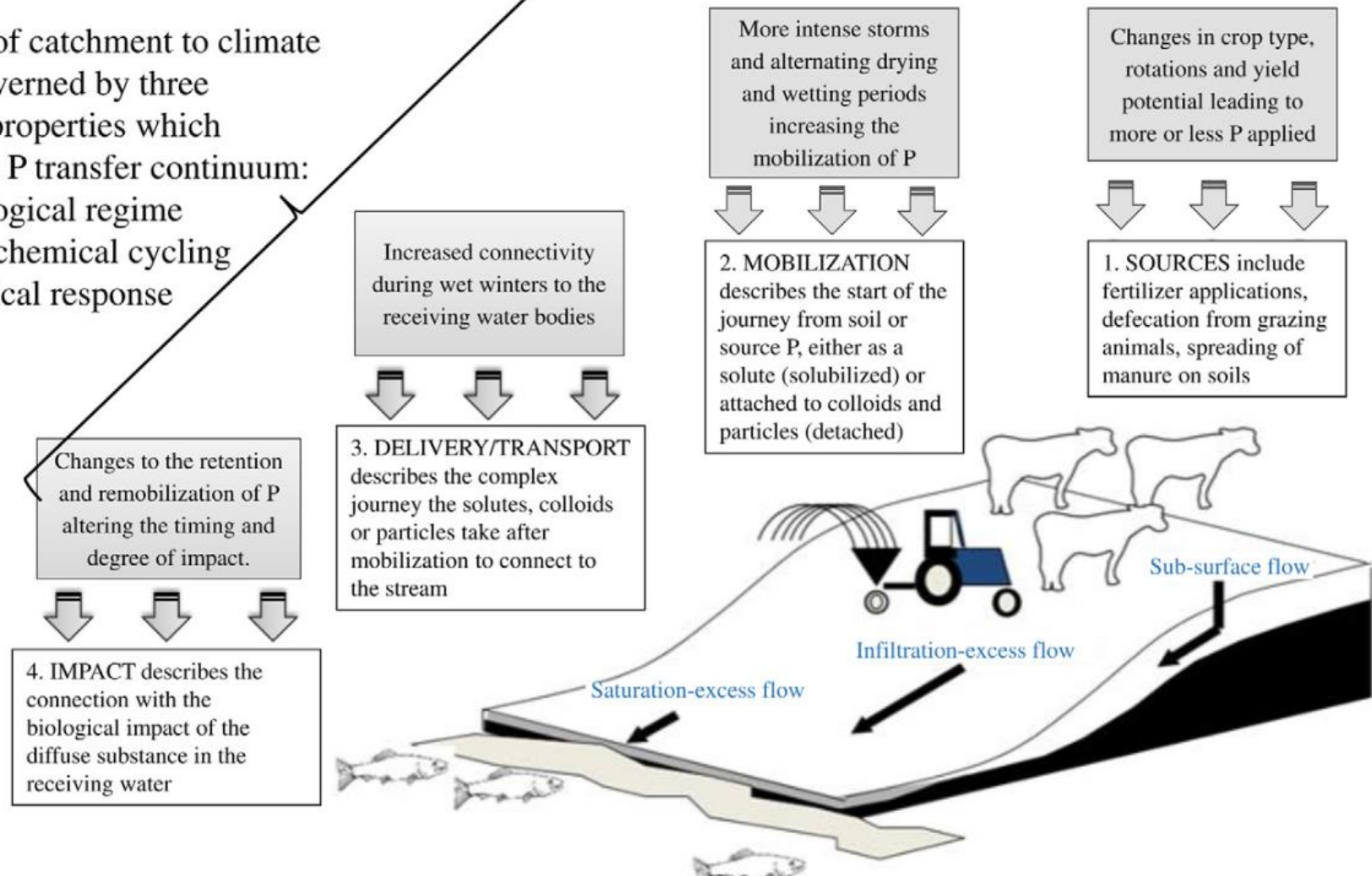
*La modélisation encore
trop incertaine.*

*Combinaison des effets
des usages des sols, des
pratiques agricoles et du
climat.*

Des principes généraux qui convergent vers une amplification des exportations

Response of catchment to climate change governed by three buffering properties which control the P transfer continuum:

- Hydrological regime
- Biogeochemical cycling
- Ecological response

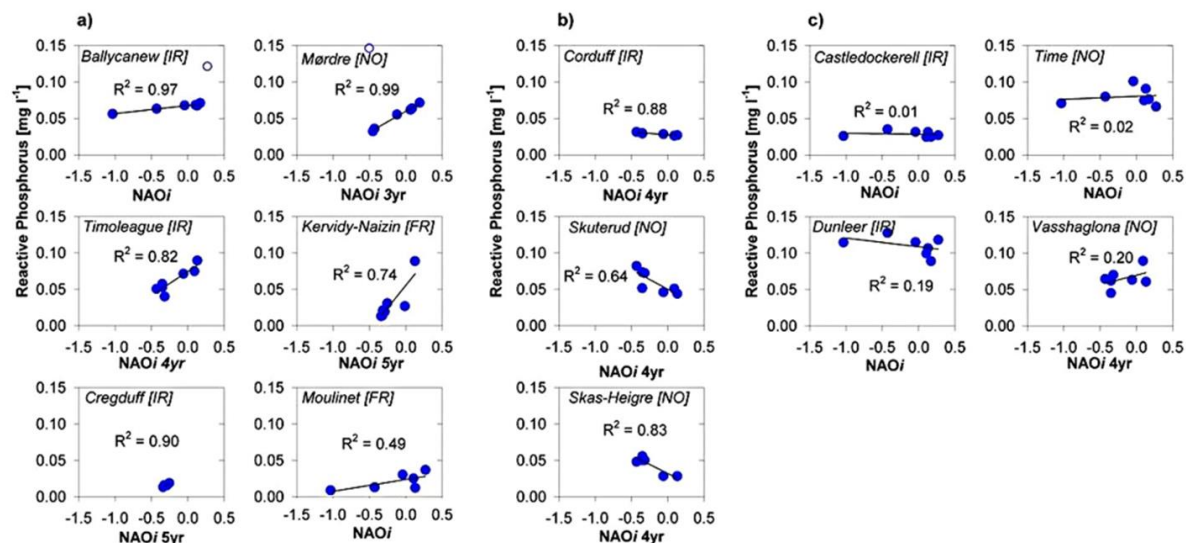
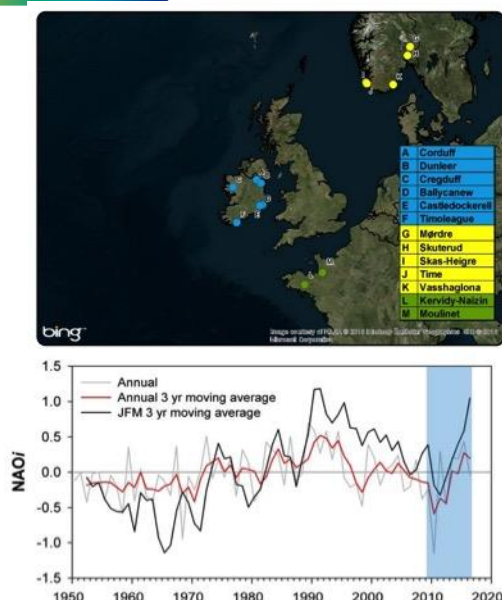


Des analyses rétrospectives des données qui montrent plutôt une amplification, variable selon les sites.

AgrHys : Agro-Hydrosystèmes



Rôle de la variation de l'oscillation nord atlantique (NAO)



- Une forte augmentation du NAO peut augmenter ou diminuer les émissions de N et P.
- Pour la Bretagne, diminution pour N (=amplification de la vidange du réservoir nappe), augmentation pour P (régime d'exportation).
- Enjeu : développer des indicateurs de la réponse des BV.

Mellander *et al.*, 2018. *Sci. Rep.*, **8**, 944

Messages

- Prendre en compte le continuum système terrestre et aquatique, l'azote et le phosphore
- Le transfert du P ne se limite pas au ruissellement : formes mobiles du phosphore
- Le constat
 - Une diminution des transferts de P due à des solutions technologiques
 - La connectivité des paysages. Des transferts multifactoriels.
 - Des sources variables selon les sites. Un enjeu les pollutions diffuses
- Des enjeux pour la recherche
 - Des stocks accumulés et des transferts différés. Rapport N/P
 - Une augmentation des formes solubles.
 - Le rôle du climat et d'une amplification de sa variabilité
 - Zones humides, marnage des réservoirs, zones de fluctuation de l'eau
- Des enjeux de gestion
 - Un nécessaire renforcement de la surveillance (cours d'eau, récepteurs, territoire)
 - Combiner les échelles, les approches : paysage (zones humides, berges : solutions fondées sur la nature). Pollutions diffuses : services écosystémiques des agrosystèmes, agroécologie.