



Eutrophisation : « Un vieux vin dans une nouvelle bouteille ? »

Equipe projet : Gilles Pinay, Chantal Gascuel, Alain Ménesguen, Yves Souchon, Morgane Le Moal





Eutrophisation

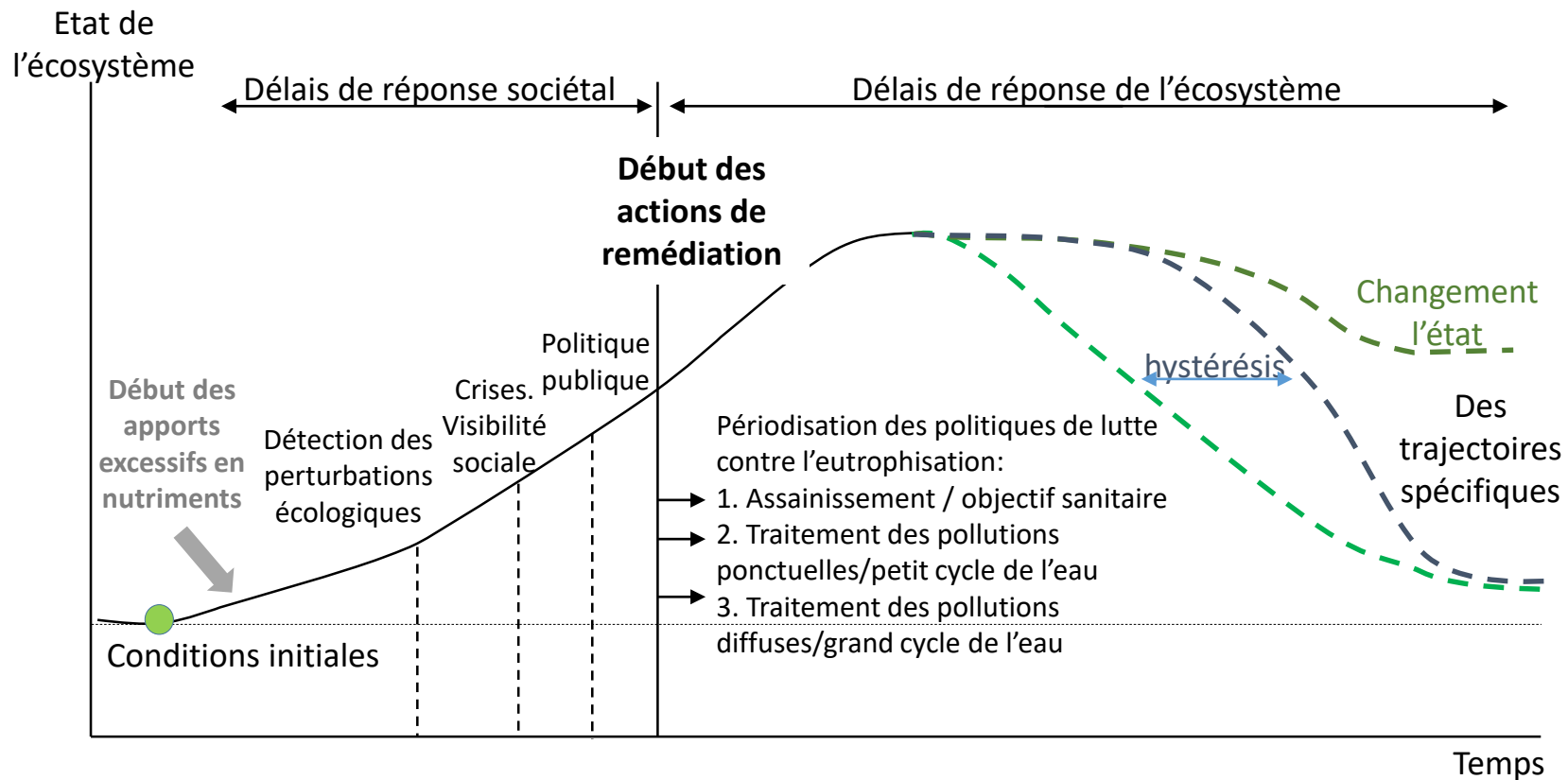
3 grandes périodes :

- 1970-1990 : traitement des pollutions industrielles et domestiques ; diminution progressive de certains phénomènes
- 1990 - : nouvelle vague mondiale d'eutrophisation : mer Baltique, baie de Chesapeake, golfe du Mexique, côtes bretonnes, lagunes méditerranéennes, grands lacs Laurentiens, lacs et zones côtières en Chine, lac Victoria, etc...
- Fin XX^e : début d'une focalisation sur les pollutions diffuses d'origine agricole



Eutrophisation: « A wicked problem »

Méchant – Mauvais – Inique – Vilain - Malfaisant - Malicieux – Cruel – Vicieux – Super – Excellent
Violent - Formidable - Acerbe – Ennuyeux – Rétif – Subtil - Inestimable





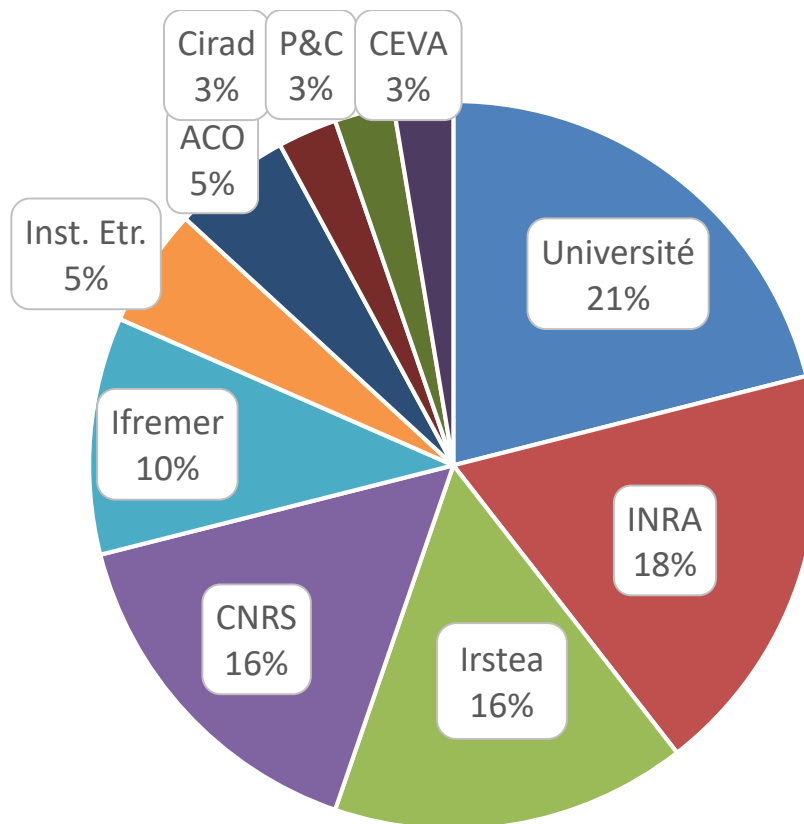
Requiert une approche pluridisciplinaire

Equipe projet :

4 pilotes scientifiques,
1 coordinatrice,
5 documentalistes

Groupe d'experts :

39 scientifiques:
Biogéochimie,
Droit,
Ecologie,
Economie,
Hydrologie,
Sociologie

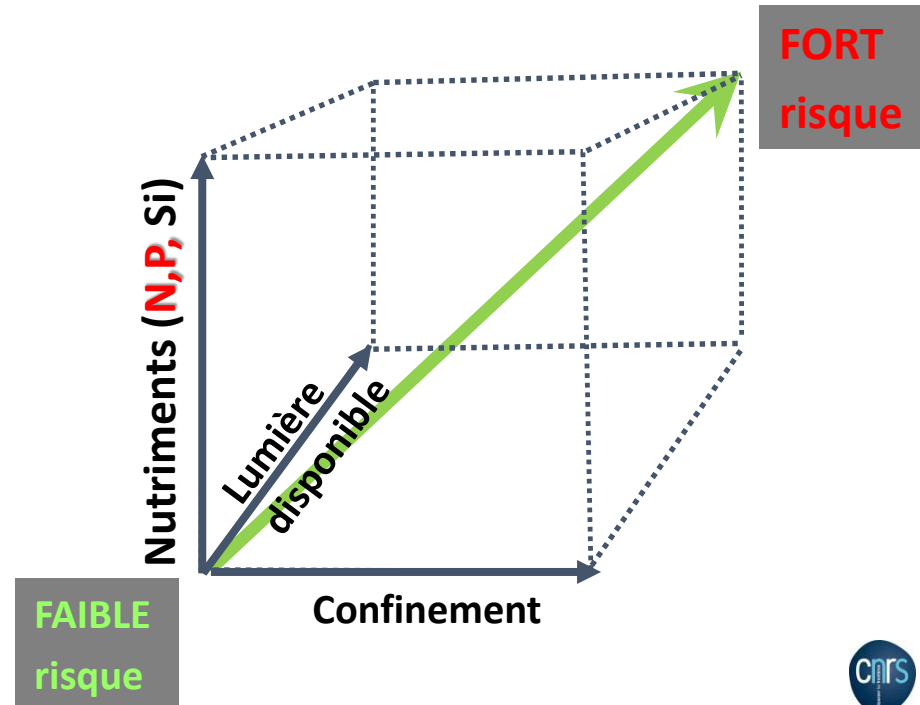
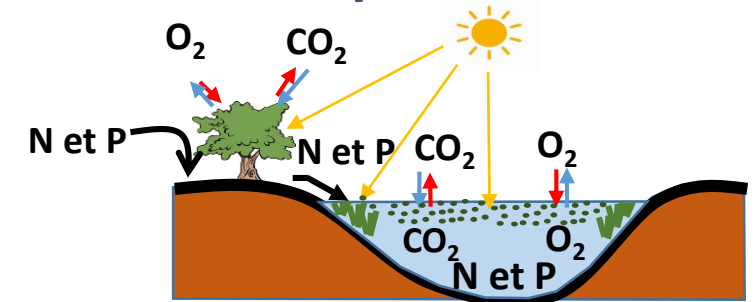


Ratio Femme/Homme = 47 %



Des solutions à long terme: pas tous égaux devant les risques

- ✓ Long temps de résidence de l'eau
- ✓ Eclairement important de la couche d'eau
- ✓ Apport important de nutriments
- ✓ Température élevée





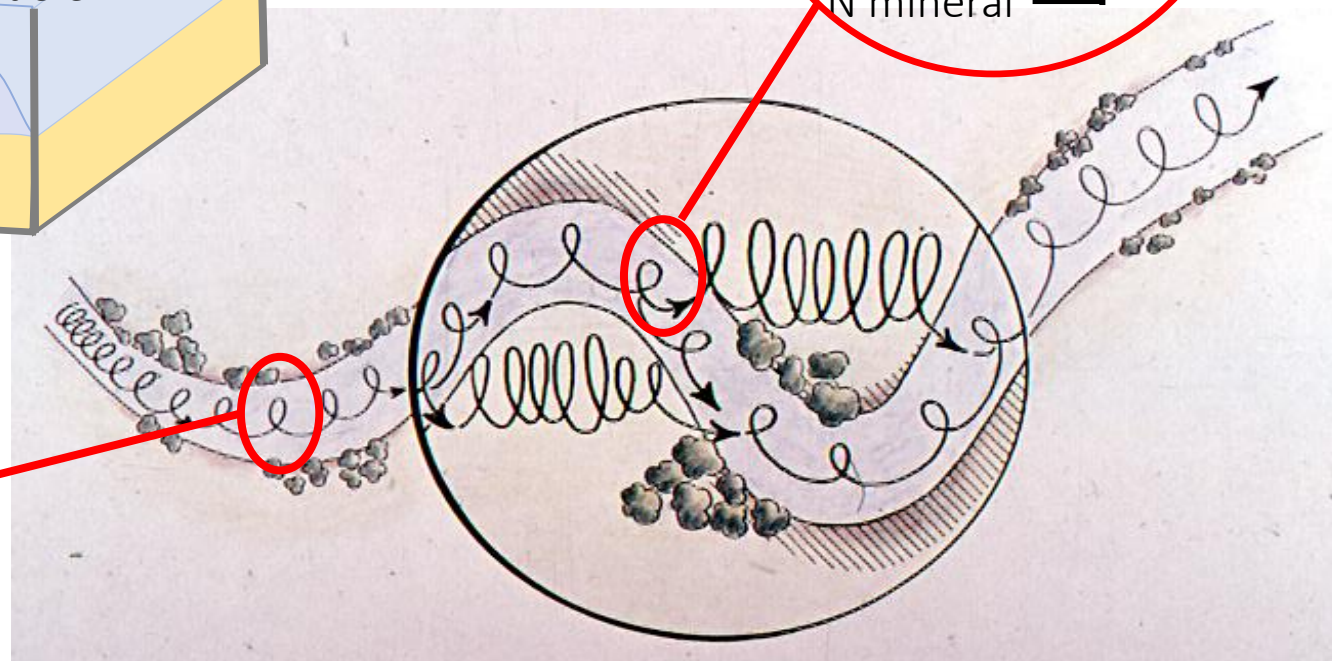
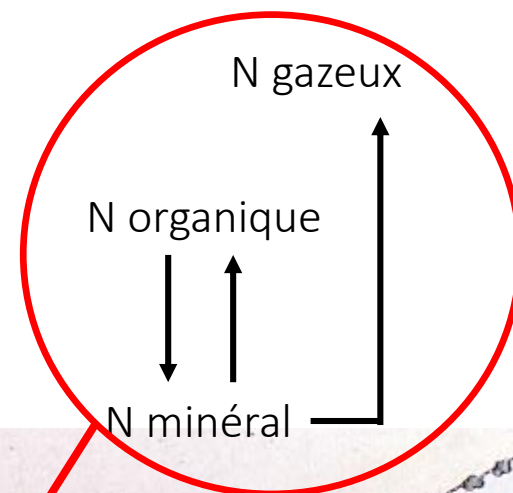
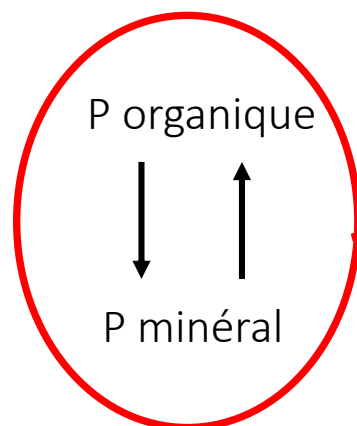
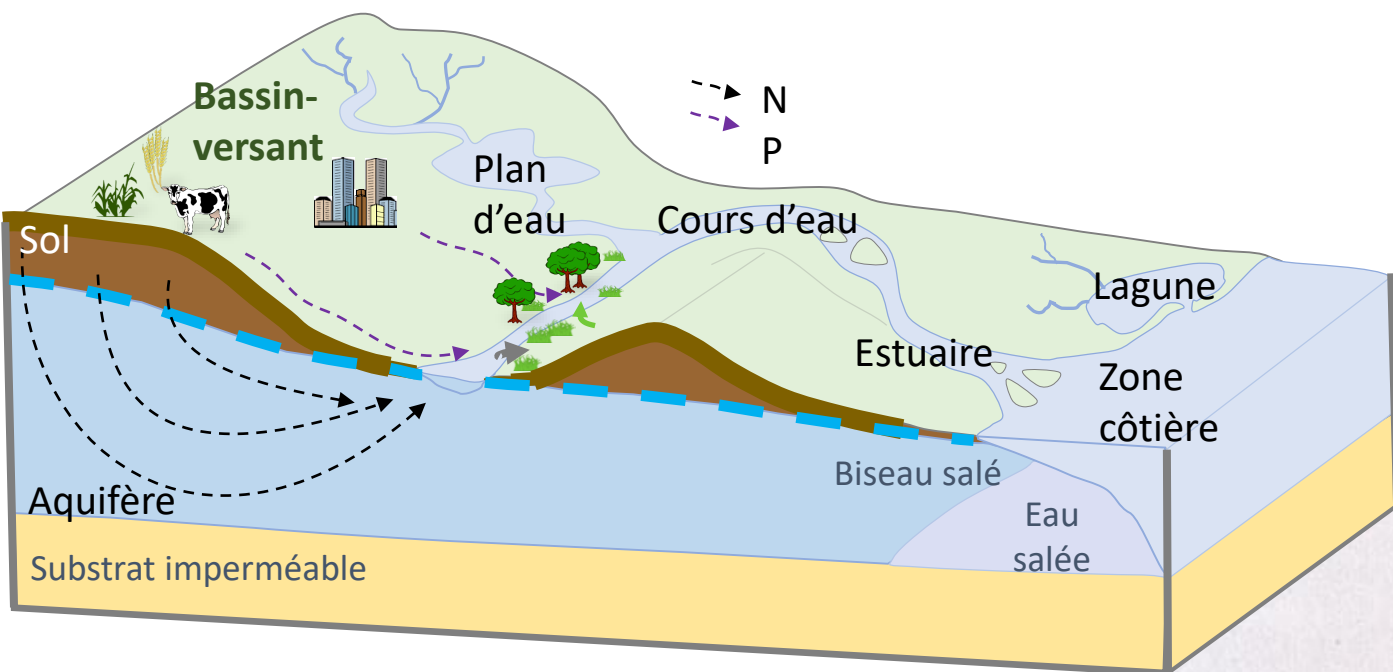
Le milieu aquatique: sentinelle des activités humaines sur les bassins versants

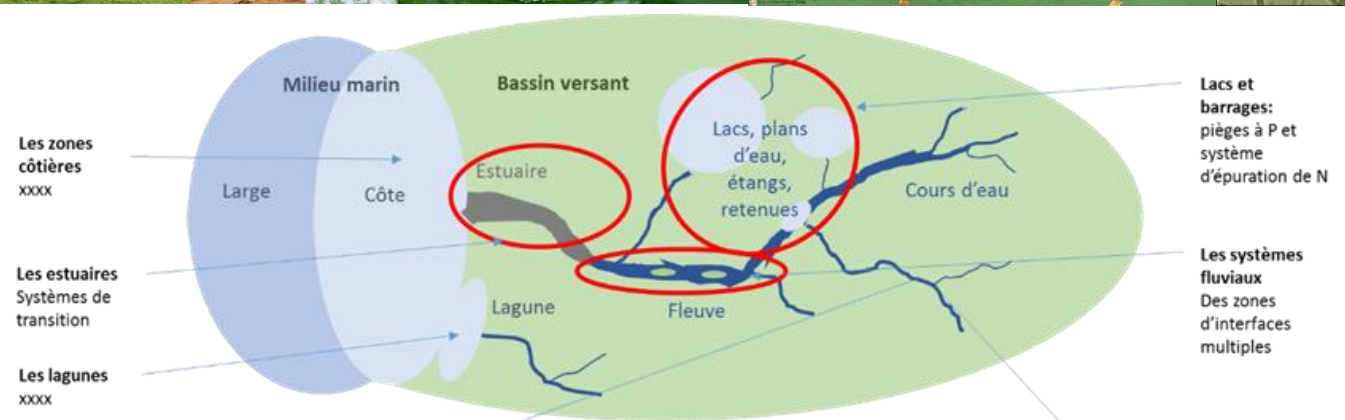
- Nécessite d'intégrer le long terme
 - L'héritage des milieux le long du continuum terre-mer
 - L'inertie de l'évolution des systèmes techniques
 - L'inertie des réponses des écosystèmes



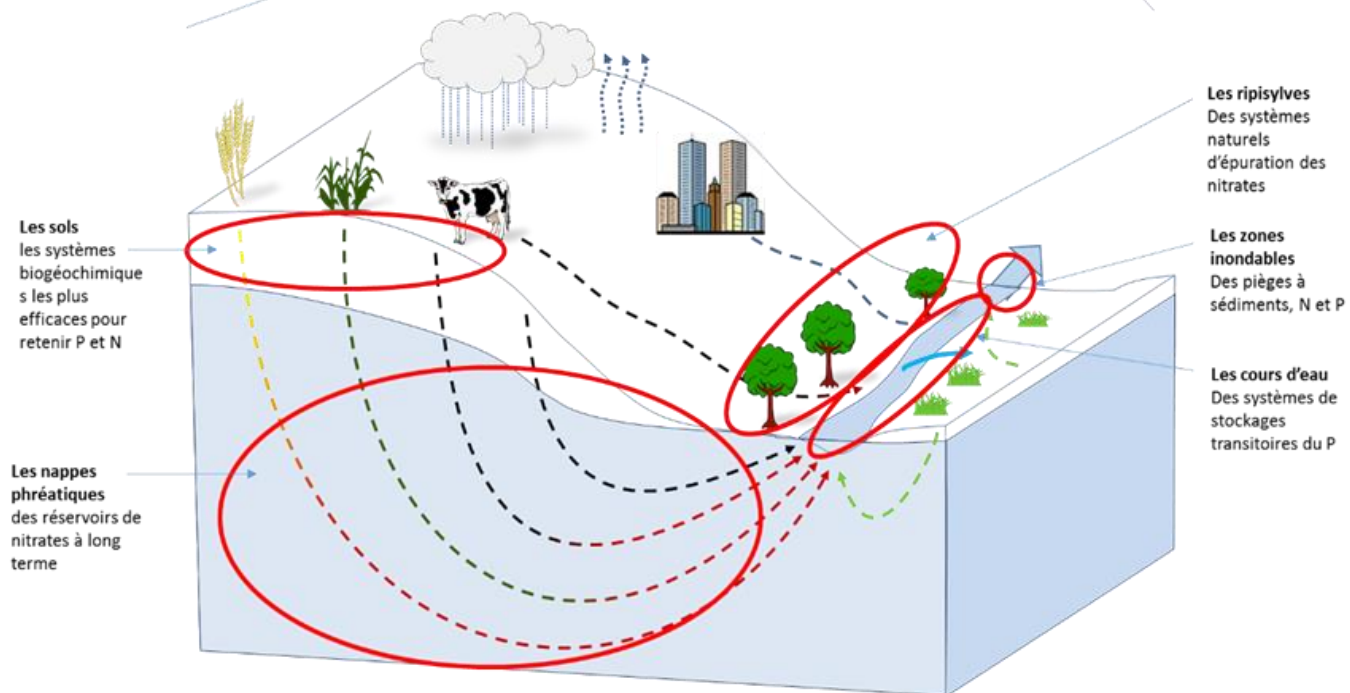


Nécessite de prendre en compte le continuum terre-mer



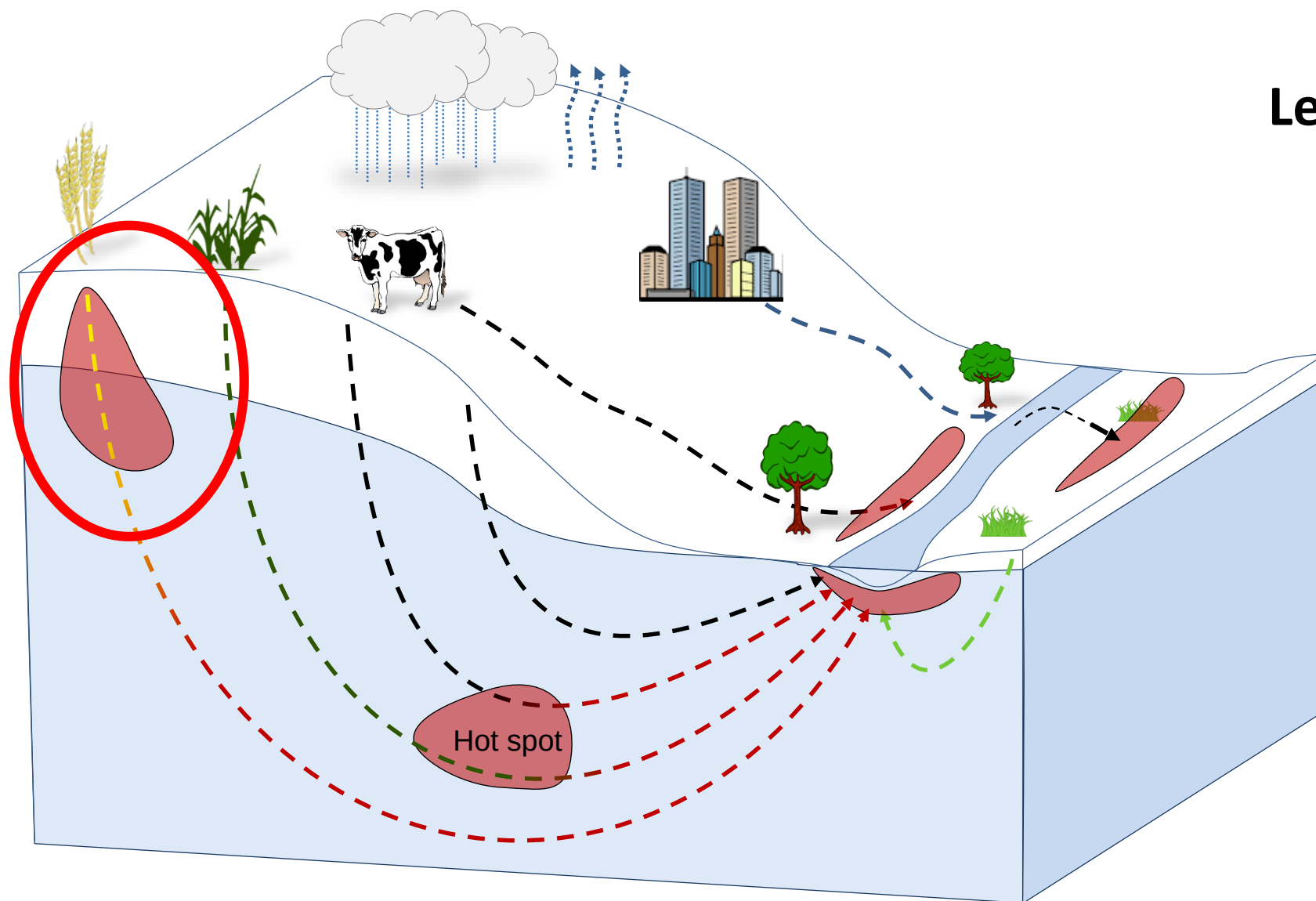


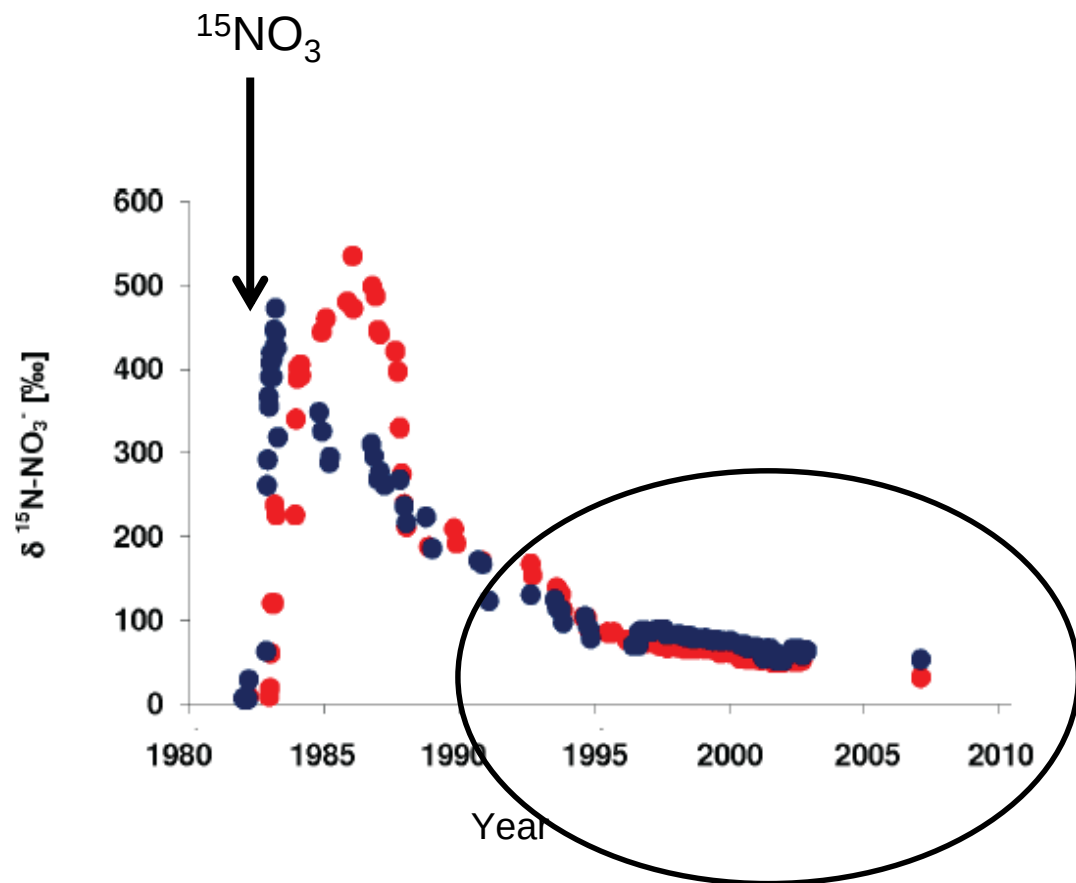
Zoom sur une portion de bassin versant





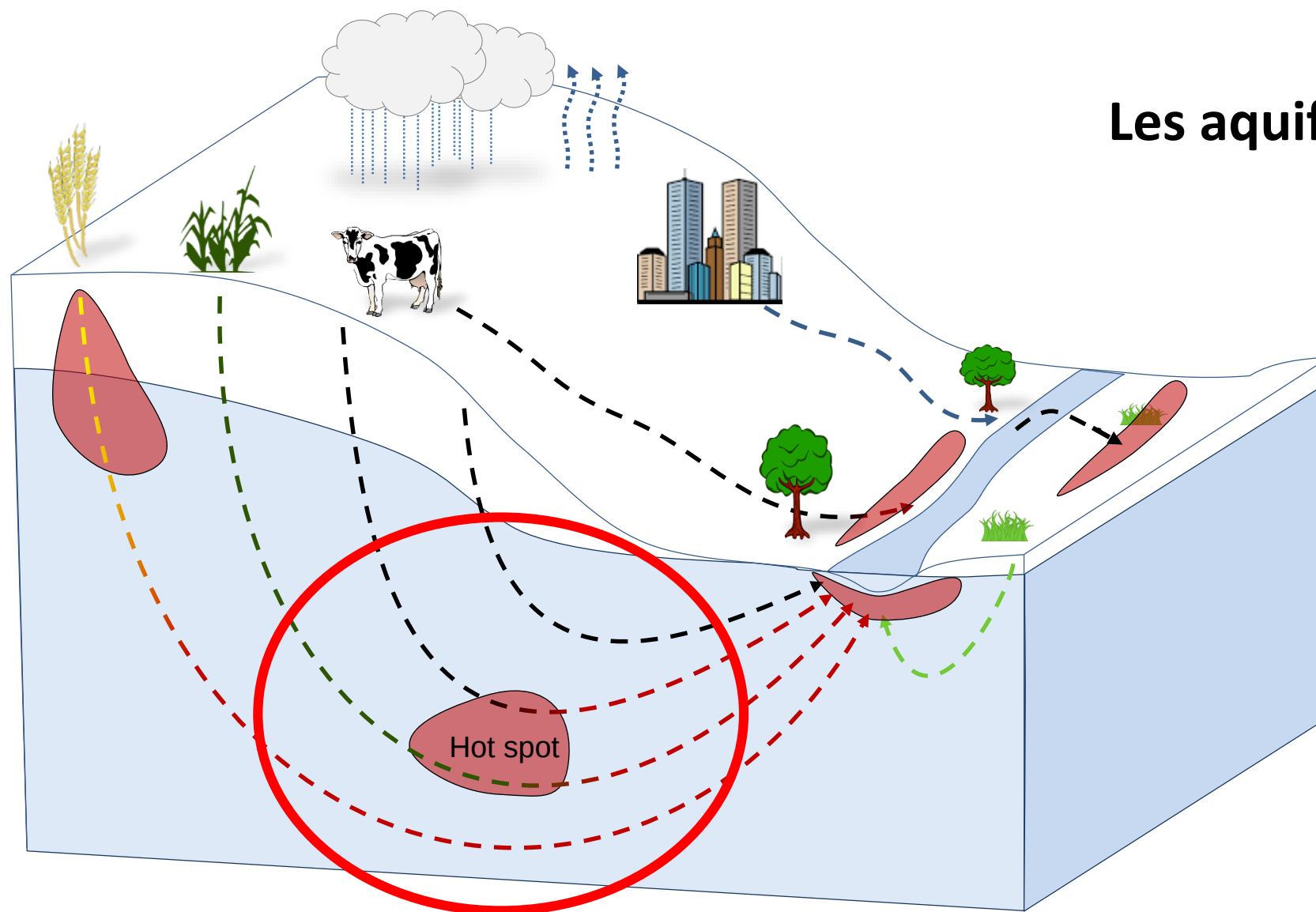
Les sols

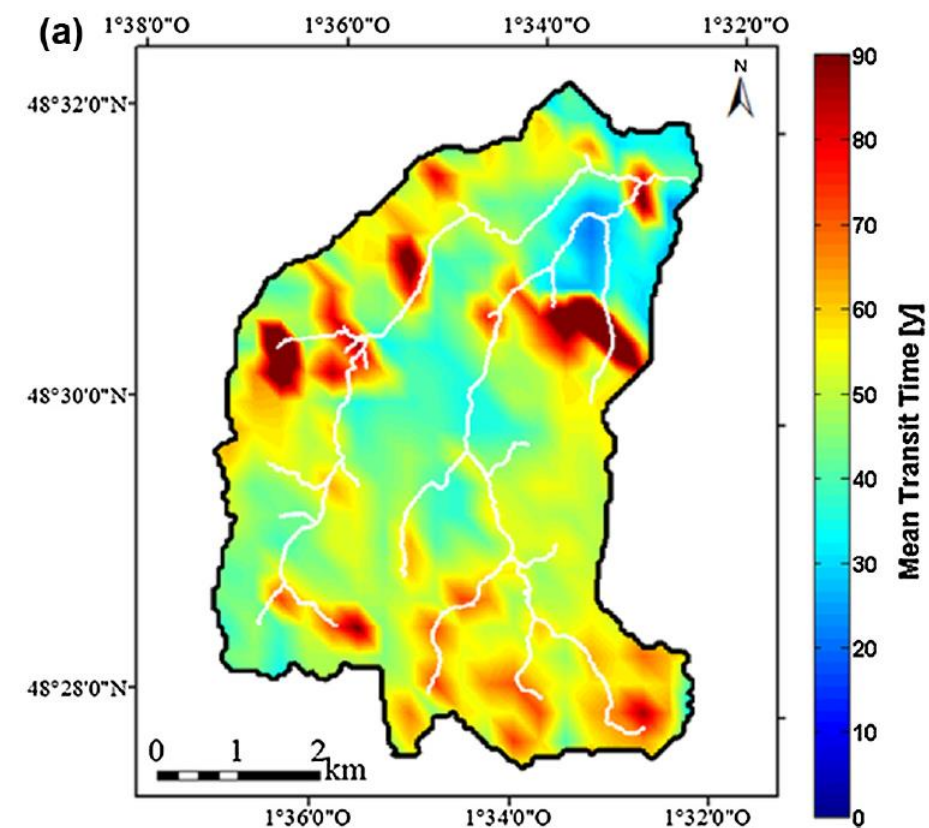




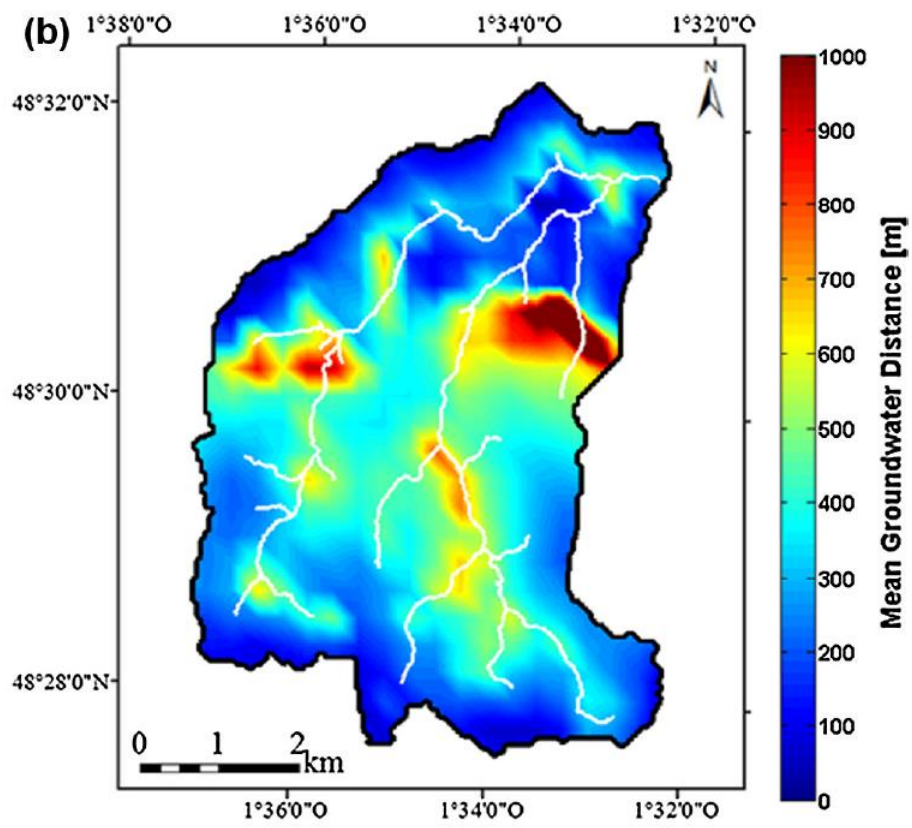


Les aquifères





Average transit time = 40 years



Mean transfert distance = 350 m

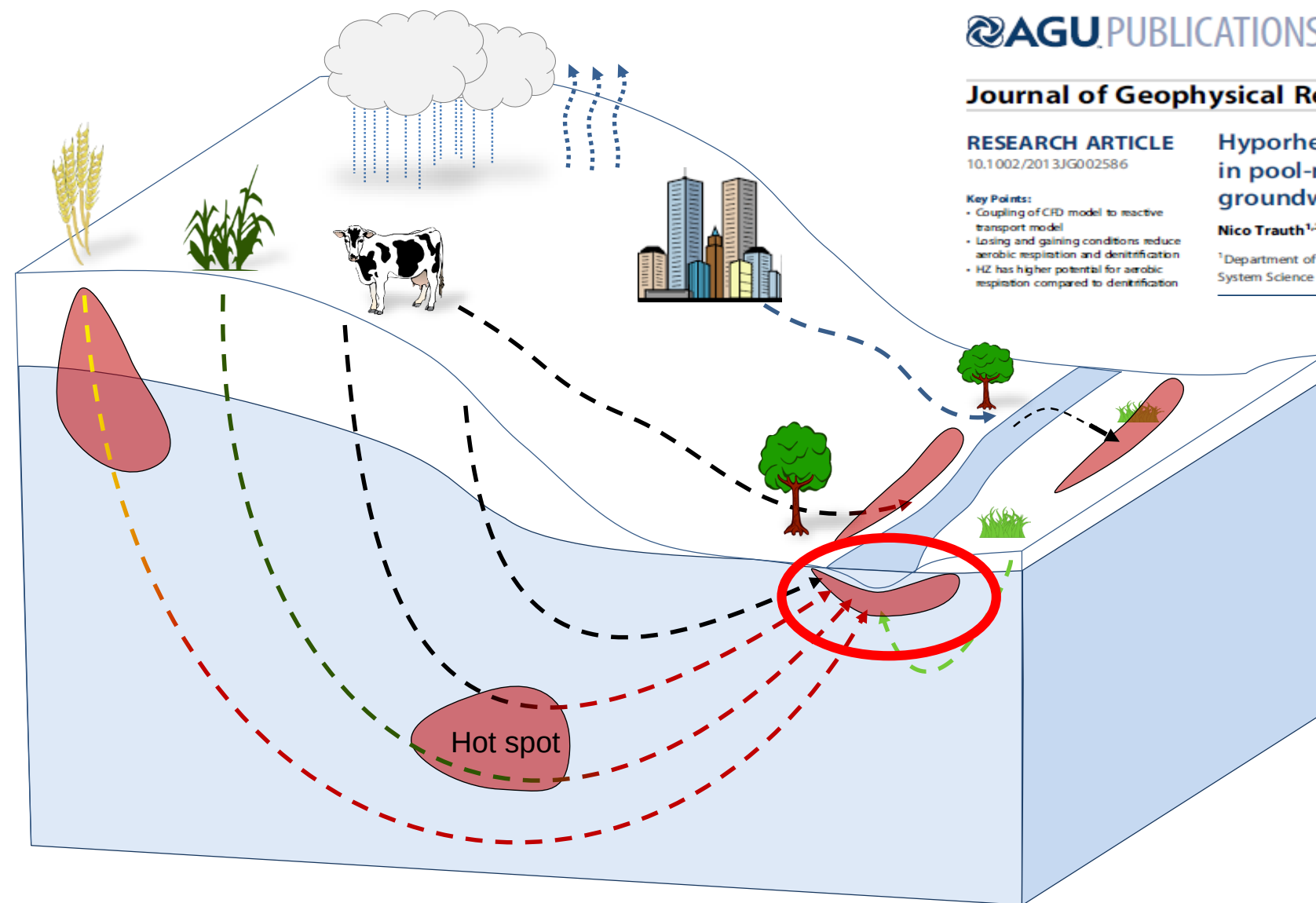


- Key Points:**
- Coupling of CFD model to reactive transport model
 - Losing and gaining conditions reduce aerobic respiration and denitrification
 - HZ has higher potential for aerobic respiration compared to denitrification

Hyporheic transport and biogeochemical reactions in pool-riffle systems under varying ambient groundwater flow conditions

Nico Trauth^{1,2}, Christian Schmidt¹, Michael Vieweg^{1,2}, Uli Maier¹, and Jan H. Fleckenstein¹

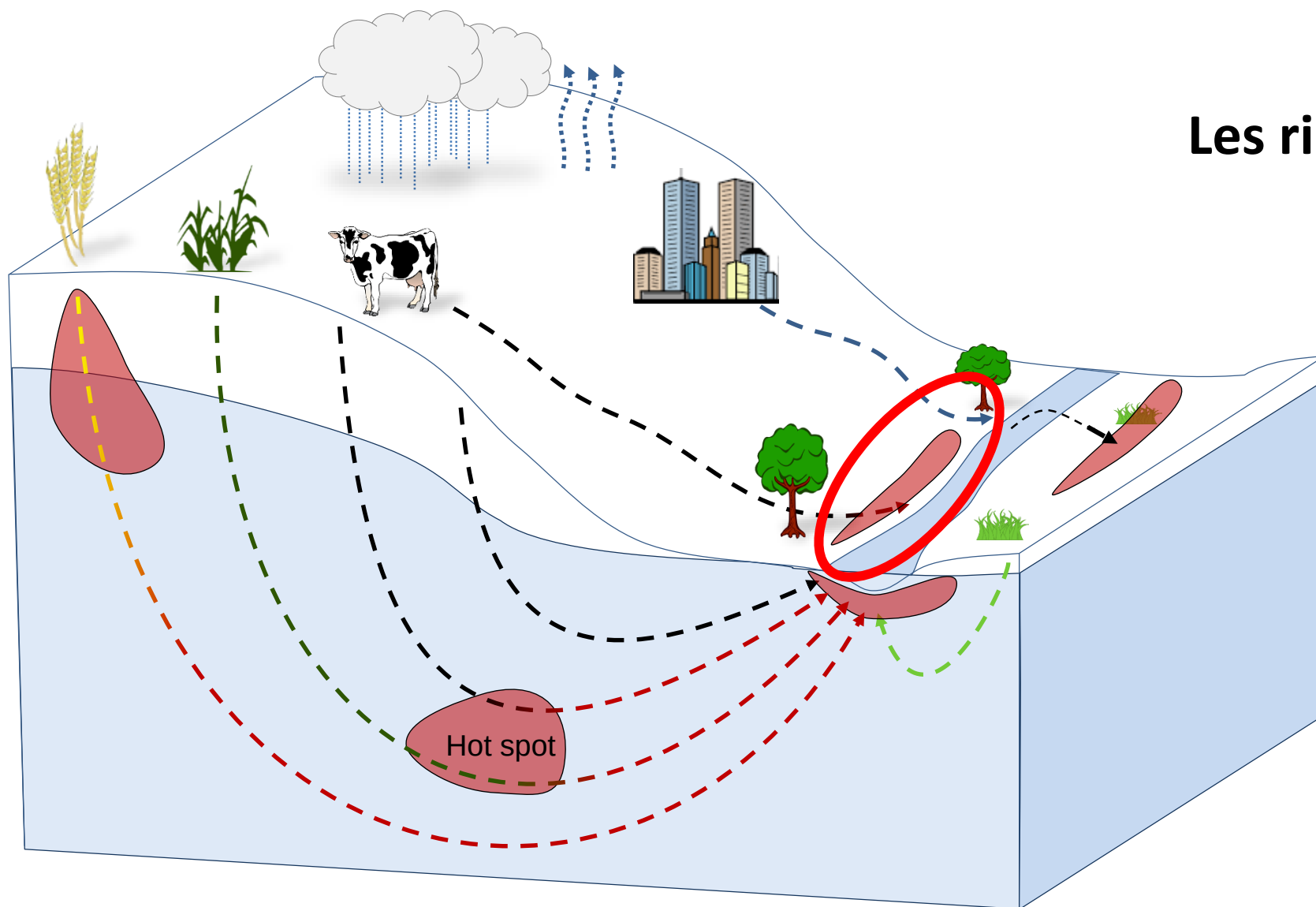
¹Department of Hydrogeology, Helmholtz Center for Environmental Research - UFZ, Leipzig, Germany, ²Water & Earth System Science Competence Centre, Tübingen, Germany

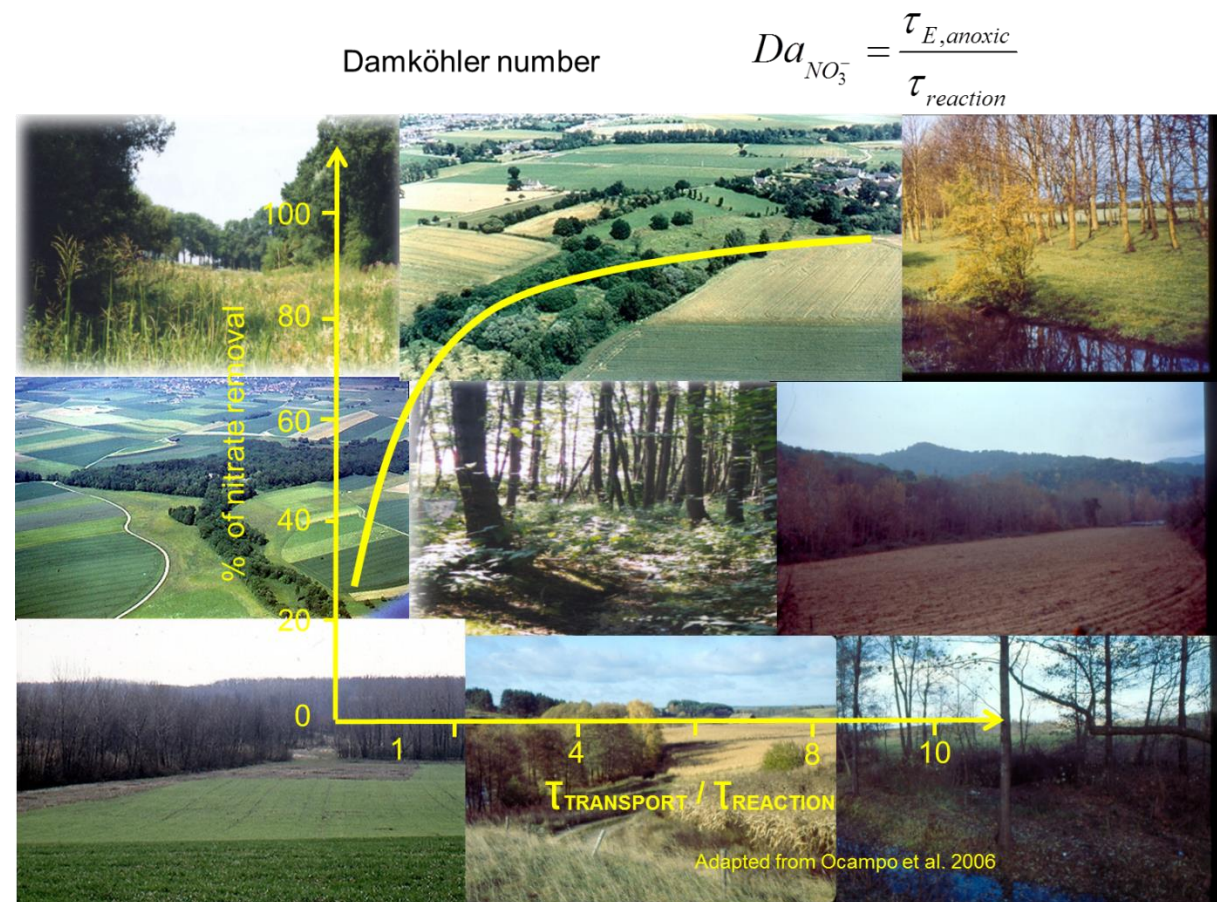
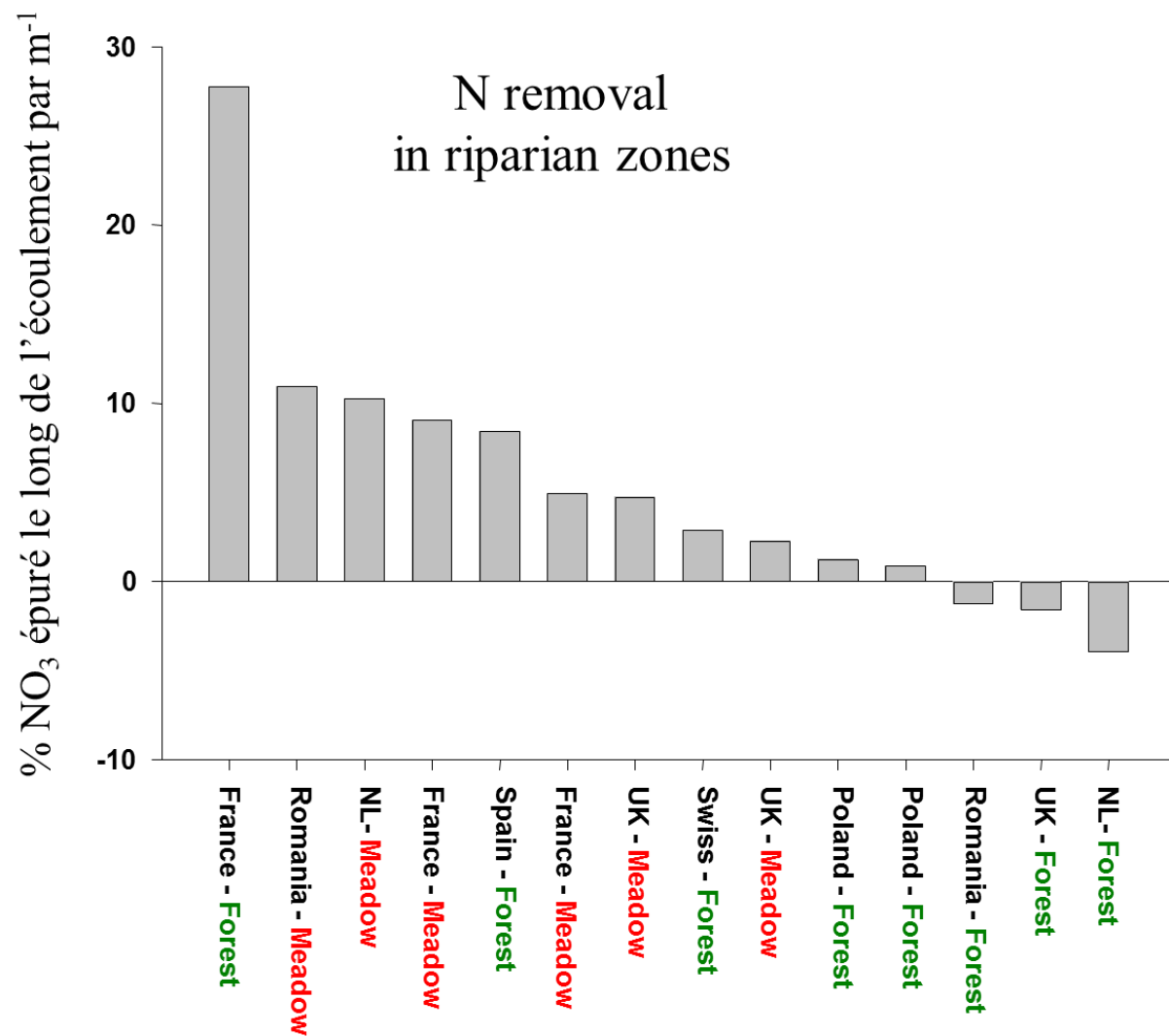


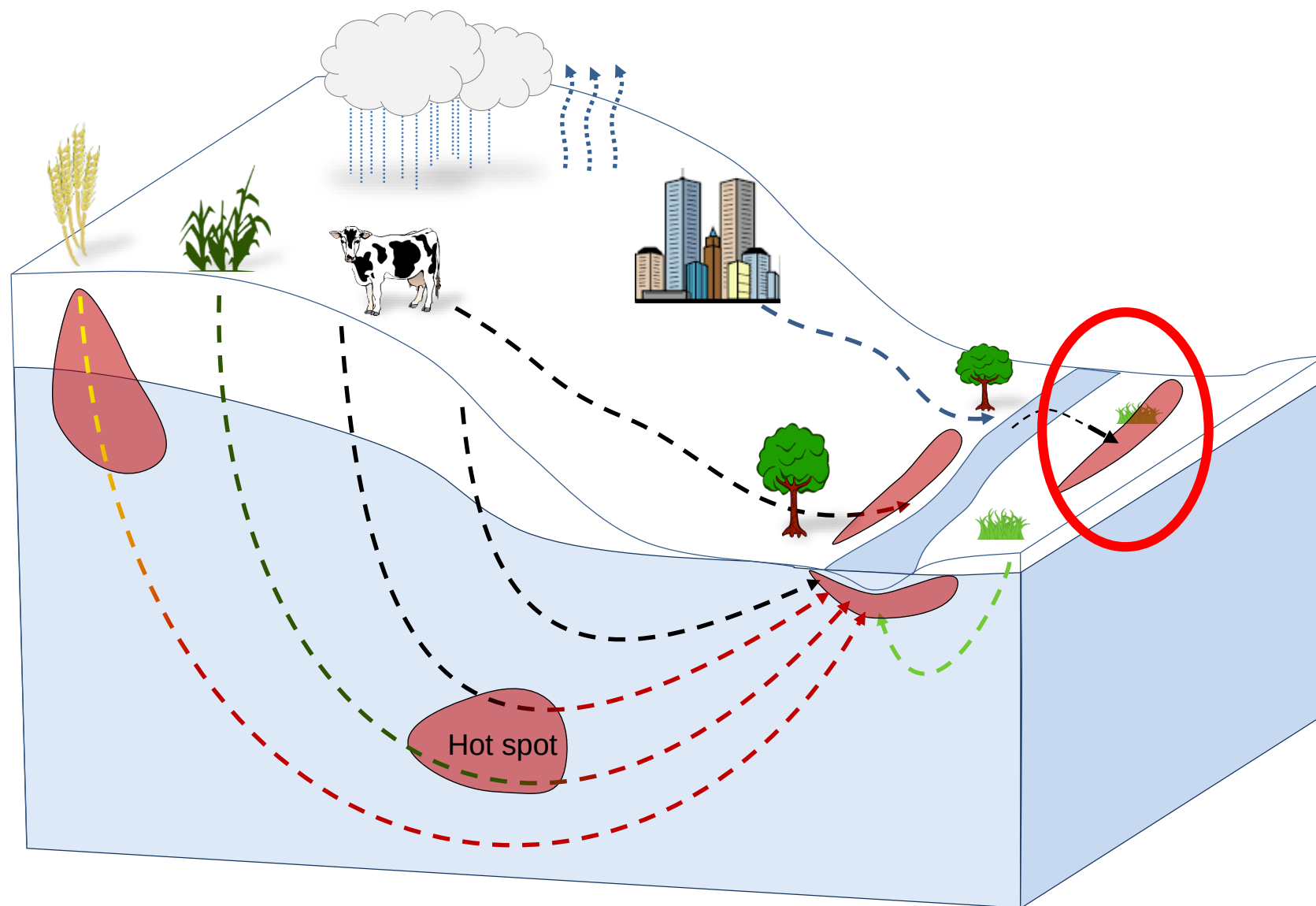
Les zones hyporhéiques

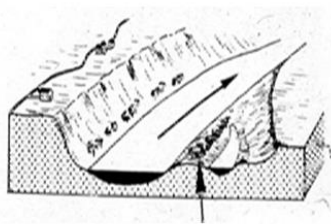
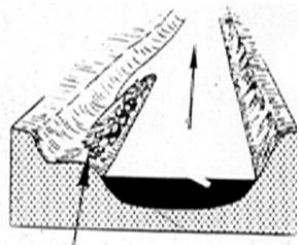
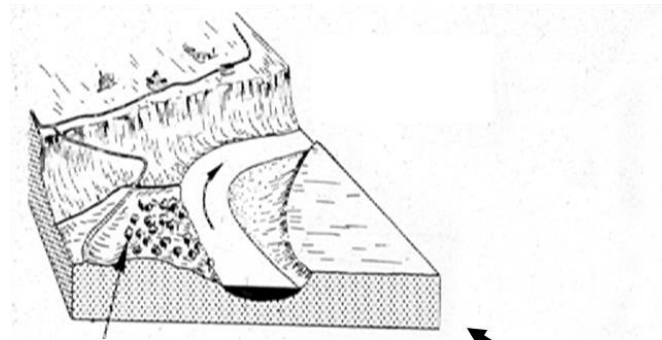


Les ripisylves

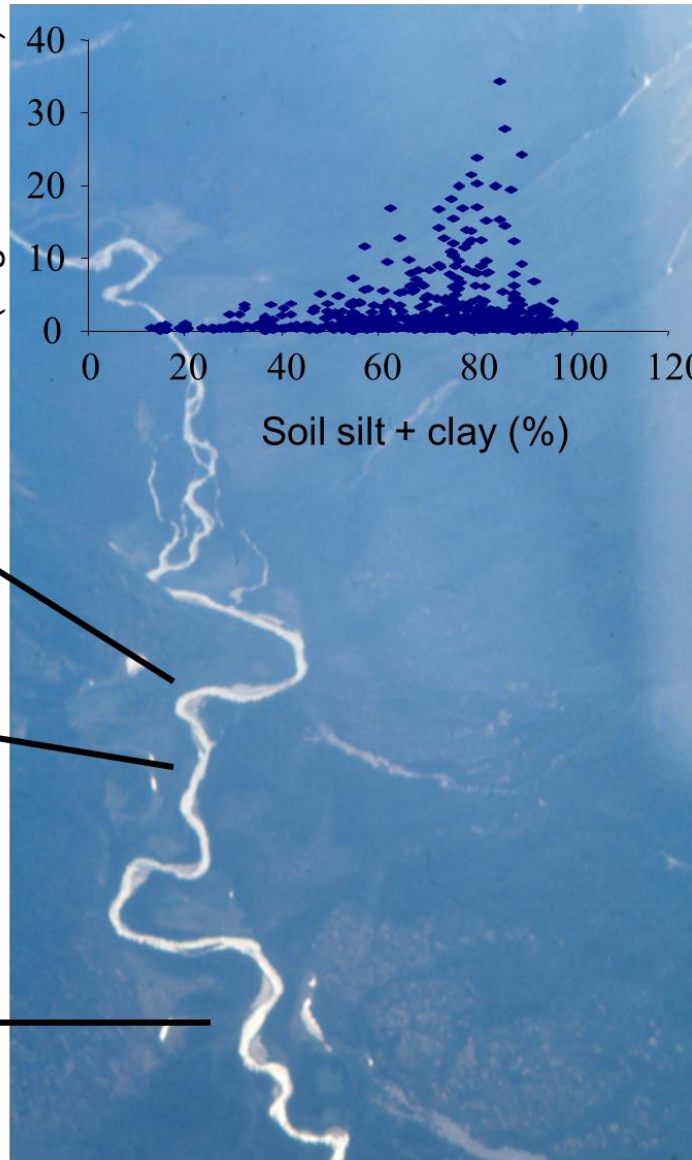
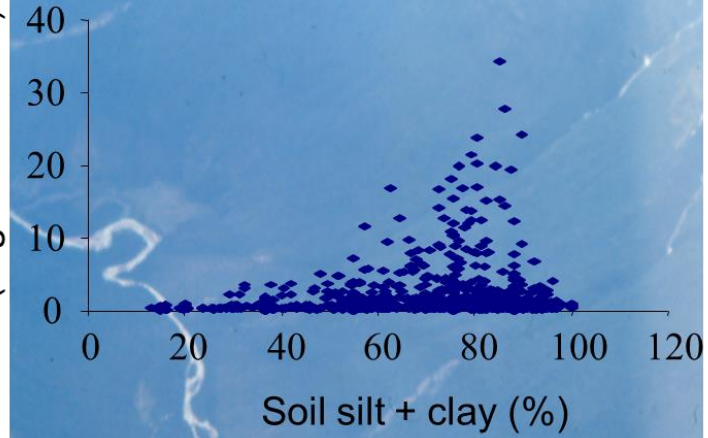








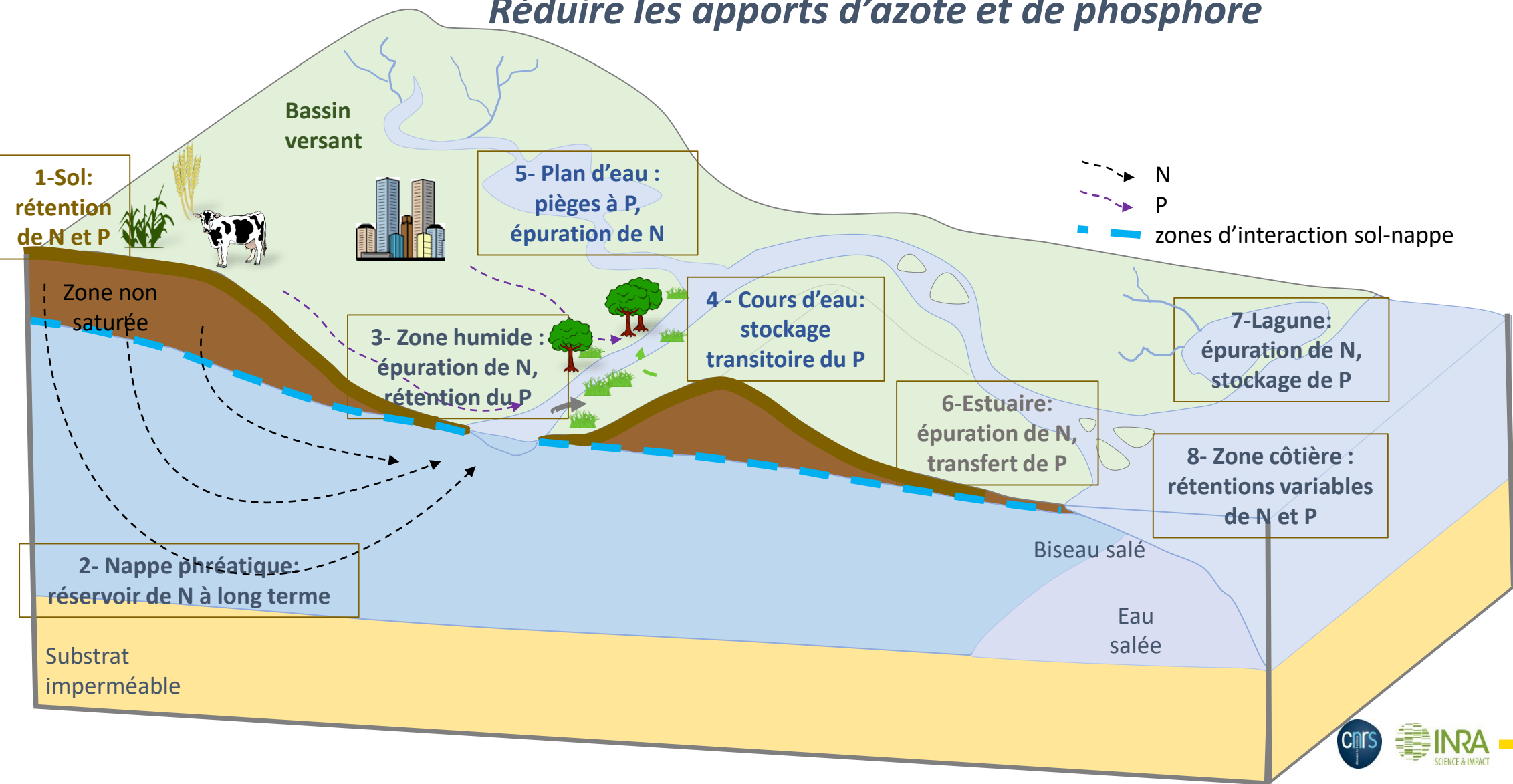
Denitrification
($\text{N g m}^{-2} \text{ month}^{-1}$)



Pinay et al., *Biogeochemistry*, 1995 & 2000



Réduire les apports d'azote et de phosphore





Réduire les apports d'azote et de phosphore

	Normes de potabilité (mg NO ₃ /L)	Normes de qualité de l'eau pour les écosystèmes (mg/L)
Canada	44,3	13,3 (NO ₃)
Chine	44,3	4,4(NO ₃)
UE	50	25(NO ₃)
Allemagne	50	11(NO ₃), 3 (TN)
Suisse	25	25(NO ₃), 7 (TN)
Pays-Bas	50	0,12-18 (TN)
États-Unis	44,3	0,1-1,27 (TN, lacs), 0,12-2,17 (TN, riv.)
France	50	1,7 (NO ₃) 10 (NO ₃) 25 (NO ₃) 50 (NO ₃)

Seq eau, Aptitude
à la biologie, 1999

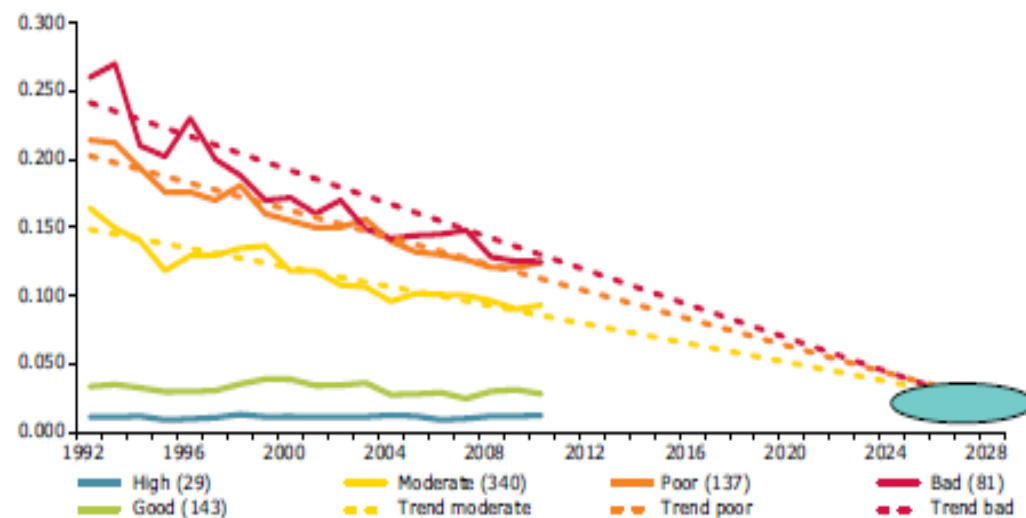


Modifié d'après
Liu et al., 2017

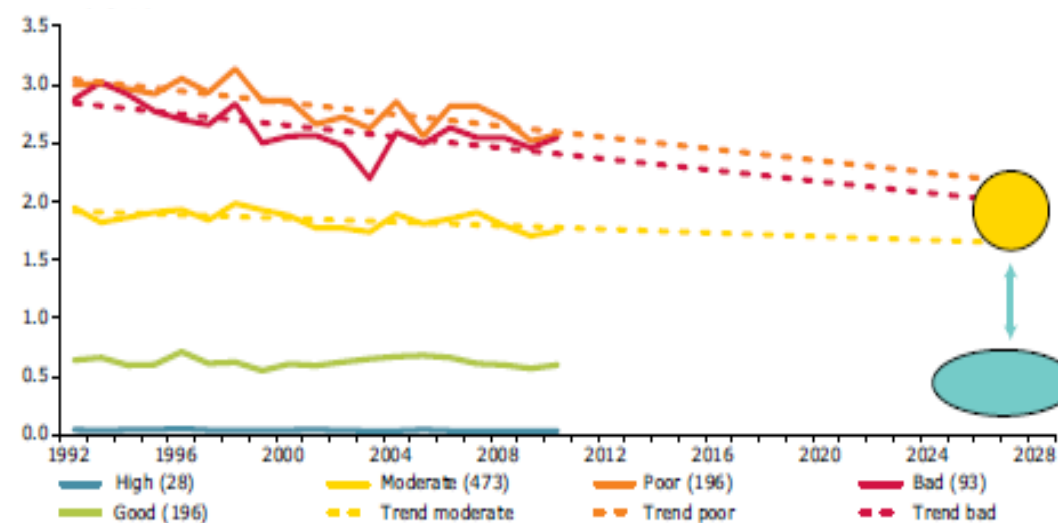


Intégrer les legs des activités passées dans les projections d'évolution

Phosphore total
mg P/L



Nitrate
mg N/L



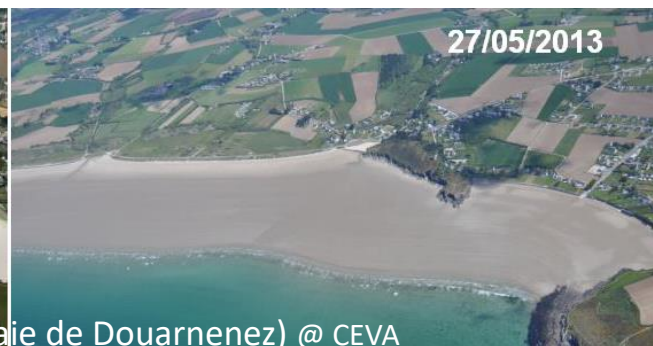
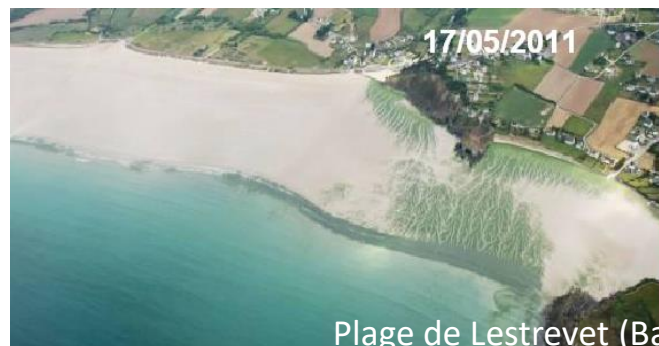
Tendances des eaux de surface européennes

source : Werner 2012



Se préparer à des points de non retour à l'état initial

Retour
linéaire à
l'état initial



Plage de Lestrevet (Baie de Douarnenez) @ CEVA

Retour
avec
hystérésis

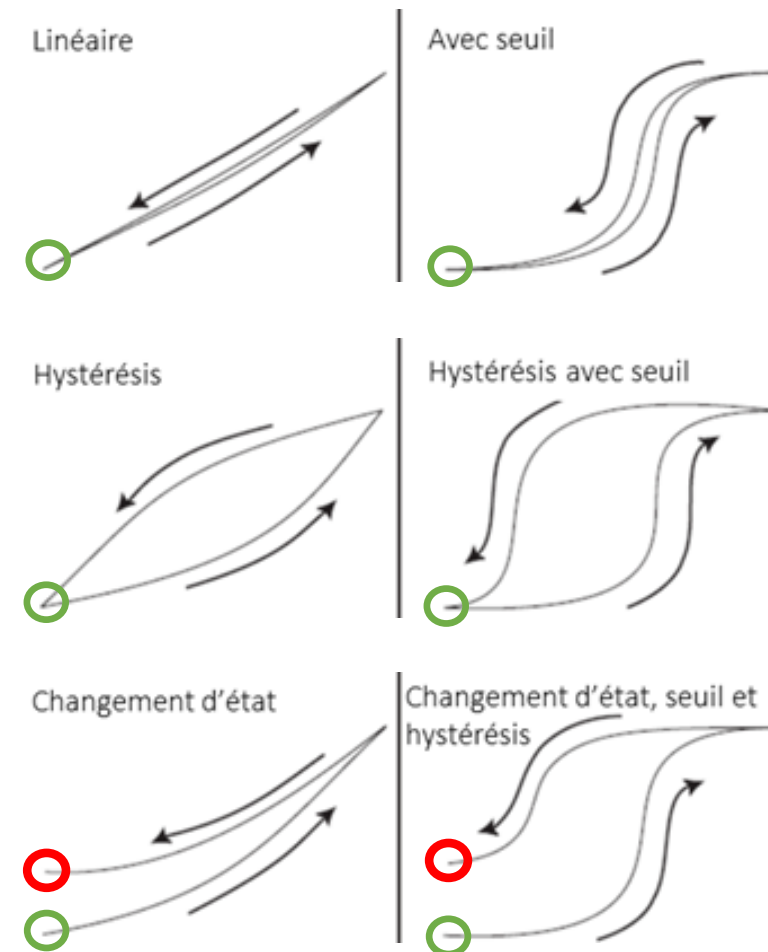
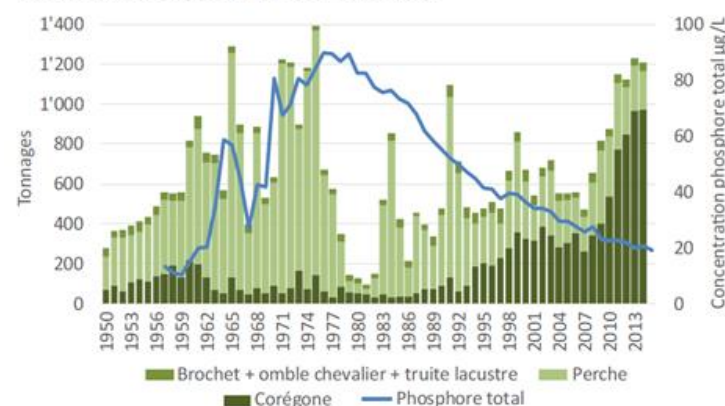


Plage du Ris (baie de Douarnenez)

Clichés CEVA

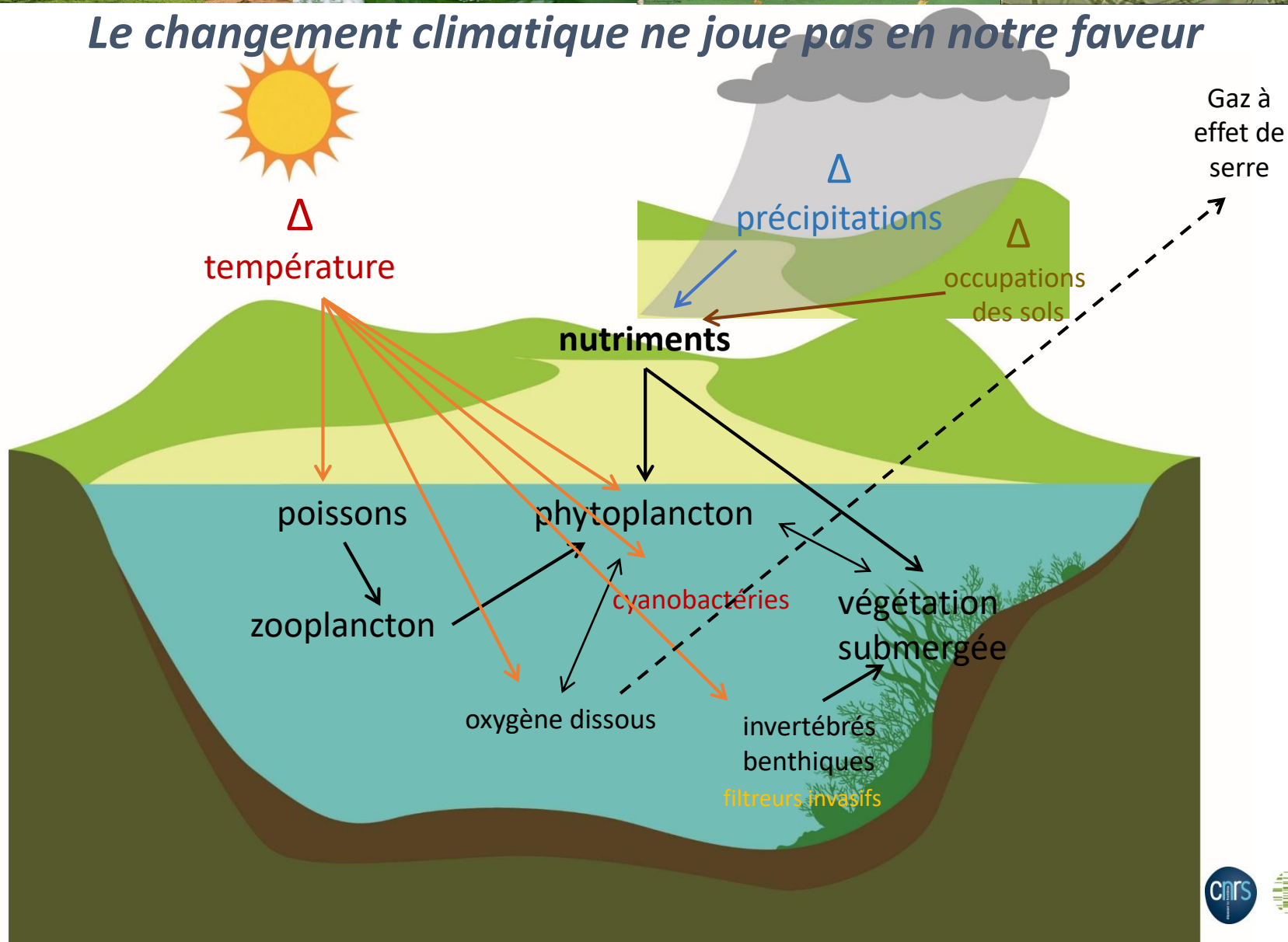
Changement d'état

Evolution du rendement piscicole du Léman





Le changement climatique ne joue pas en notre faveur





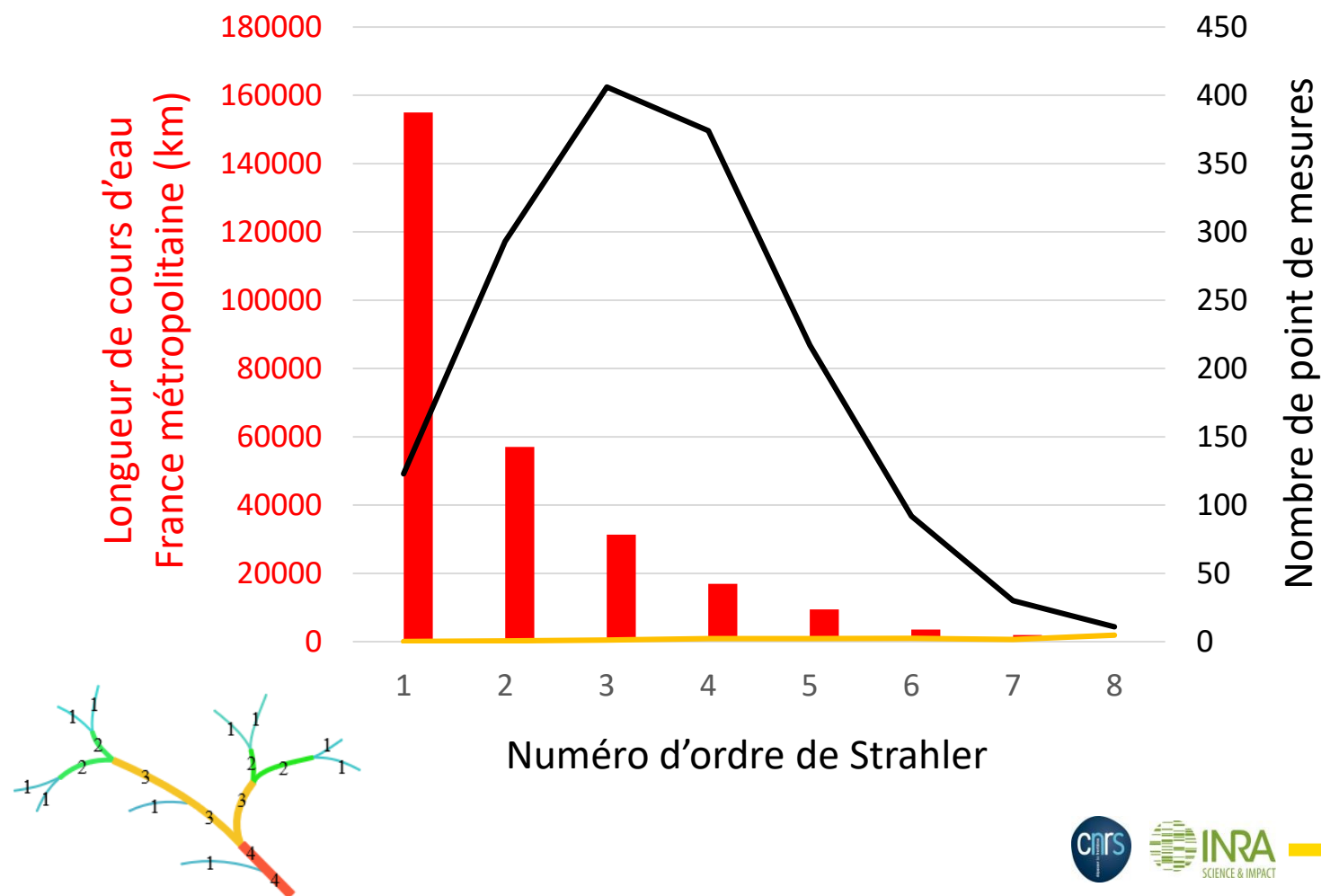
Traduire les observations en information

Indicateurs	Rivières	Lacs	Eaux de transition	Eaux côtières	Eaux marines
Indicateurs de pression					
Émissions de nutriments, charge en nutriments	●	●	●	●	●
Indicateurs d'état					
Concentrations en phosphore (P total, orthophosphate)	●	●	●	●	●
Concentrations en azote (N total, NO ₃)	●	●	●	●	●
Indicateurs d'impact					
État écologique (DCE)	●	●	●	●	
État environnemental (DCSMM)				●	●
Phytoplancton (chlorophylle a, biovolume)	●	●	●	●	●
Phytoplancton (composition de la communauté, algues nuisibles, toxiques)		●		●	●
Profondeur de Secchi		●		●	●
Macrophytes (profondeur de croissance inférieure)		●		●	
Macrophytes (composition de la communauté)	●	●	●	●	
Phytobenthos (composition de la communauté des algues benthiques)	●	●			
Macrozoobenthos (composition de la communauté, biomasse)	●	●	●	●	●
Concentration en oxygène au fond		●		●	●

Source: Ibisch et al. 2017



Les cours d'eau n'en font qu'à leurs têtes





Résumé

- **Eutrophisation : « *du vin nouveau dans une vieille bouteille* »**
- **Un problème aux causes multiformes (« a wicked problem ») : *tous coupables***
 - Requiert une approche pluridisciplinaire
 - Nécessite de prendre en compte le continuum terre – mer
- **Des solutions à long terme : *Pas tous égaux devant les risques***
 - Réduire les apports d'azote **et** de phosphore
 - Intégrer les legs des activités passées dans les projections d'évolution
 - Se préparer à des points de non retour à l'état initial
 - Le changement climatique ne joue pas en notre faveur
- **Le milieu aquatique: sentinelle des activités humaines sur les bassins versants**
 - Traduire les observations en information
 - Les cours d'eau n'en font qu'à leurs têtes



Un grand merci au collectif d'experts...



Lynda
Aissani



Pierre
Anschutz



Carole
Barthélémy



Fabrice
Beline



Gudrun
Bornette



Catherine
Boutin



Magalie
Bourblanc



Annie
Chapelle



Christian
Chauvin



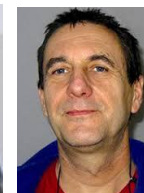
Pascal
Claquin



Alain
Crave



Pascal
Denoroy



Jean-Marcel
Dorioz



Jean-Marc
Douguet



Isabelle
Doussan



Patrick
Durand



Claire
Etrillard



Agathe
Euzen



Didier
Gascuel



Elisabeth
Gross



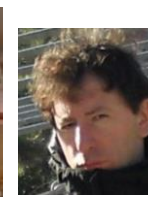
Jean-François
Humbert



Nicolas
Hoepffner



Geneviève
Lacroix



Jean-Marie
Lescot



Alain
Lefebvre



Alix
Levain



Olivier Le
Pape



Laurence
Miossec



Florentina
Moatar



Behzad
Mostajir



Alexandrine
Pannard



Frédéric
Rimet



Nadège
Rossi



José
Sanchez



Sabine
Sauvage



Philippe
Souchu



Jean-Philippe
Terreaux



Philippe
Usseglio-Polatera



Brigitte
Vincon-Leite



Ainsi qu'à l'équipe des documentalistes...



Monique
Delabuis



Sybille de
Mareschal



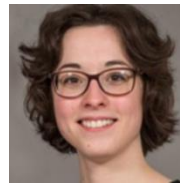
Annick
Salaün



Isabelle
Dubigeon



Alain-Hervé
Le Gall



... et Anaïs Tibi (DEPE, INRA) pour son accompagnement méthodologique



Pour en savoir plus, les livrables sont téléchargeables sur:

www.cnrs.fr/inee

Rapport
Synthèse
Résumé

(+ de 1000 pages)

(140 pages en français et anglais)

(8 pages en français et anglais)



Merci de votre attention

