



Exposition d'une nappe d'accompagnement aux contaminants organiques : Une approche par l'isotopie et la géochimie

Webinaire Echanges nappes-rivières
8 Décembre

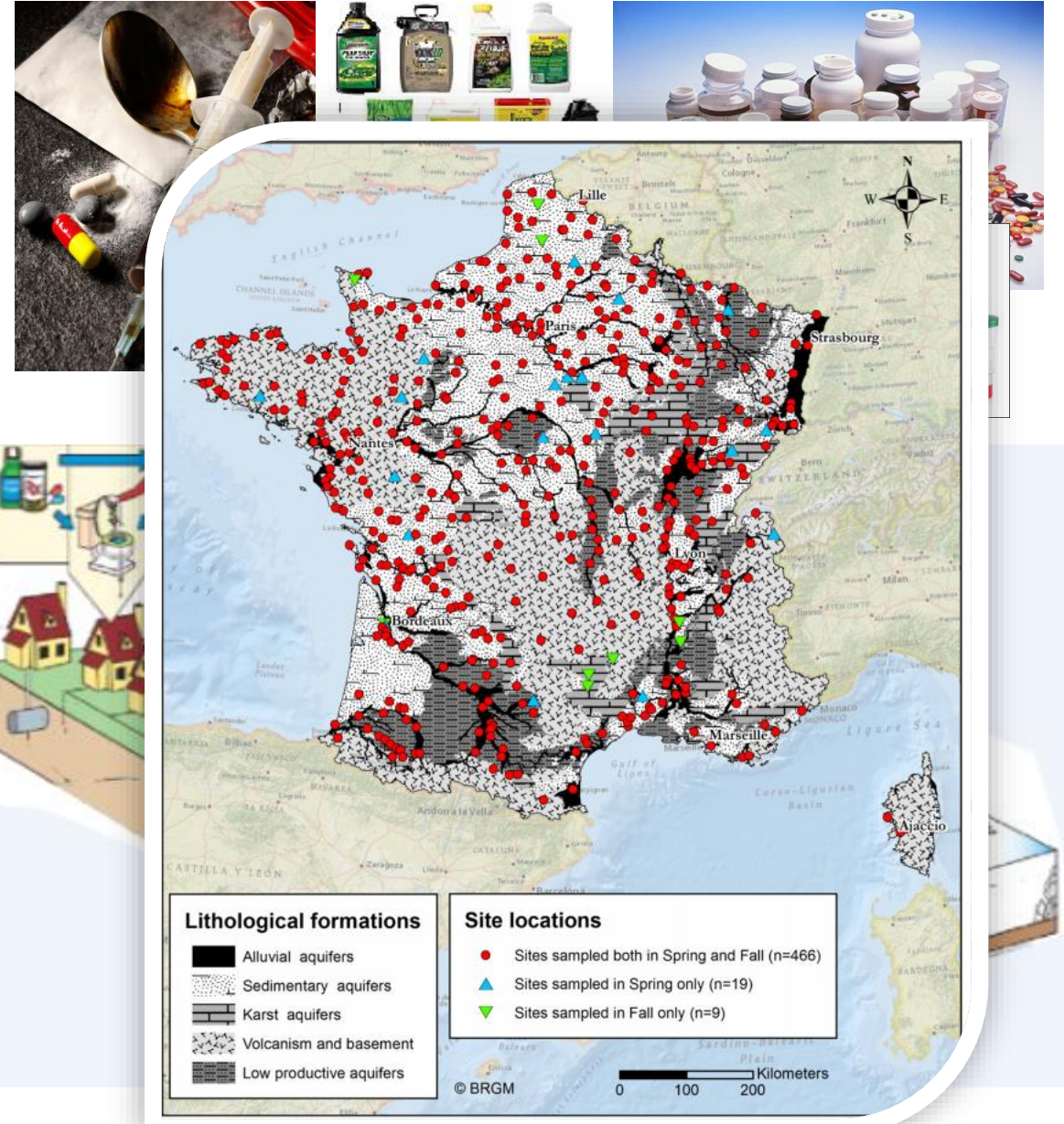
Julien JEAN-BAPTISTE
Laboratoire de Géochimie Isotopique environnemental
Equipe d'Accueil CHROME - EA 7352- Université de Nîmes
julien.jean-baptiste@unimes.fr

Contaminants Organiques

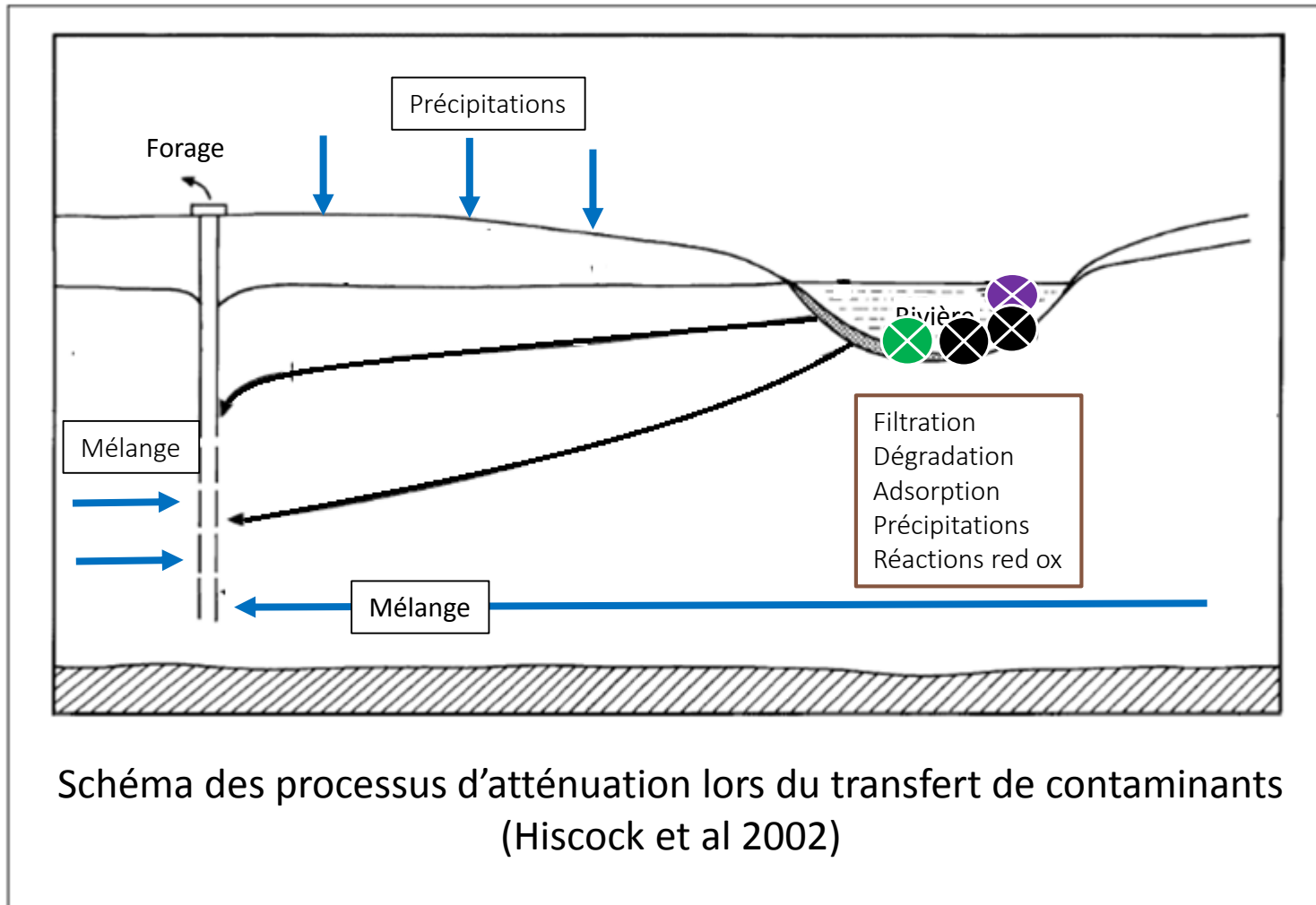
- Risque émergent !
 - Issues des activités industrielles, agricoles, urbaines
 - Introduction en continu dans l'environnement
 - Gamme de concentrations : ng/L au µg/L (1000 ng/L)
 - Risque pour les écosystèmes
- La France exposée ! (Lopez., 2014)

411 contaminants recherchées sur 494 eaux souterraines :

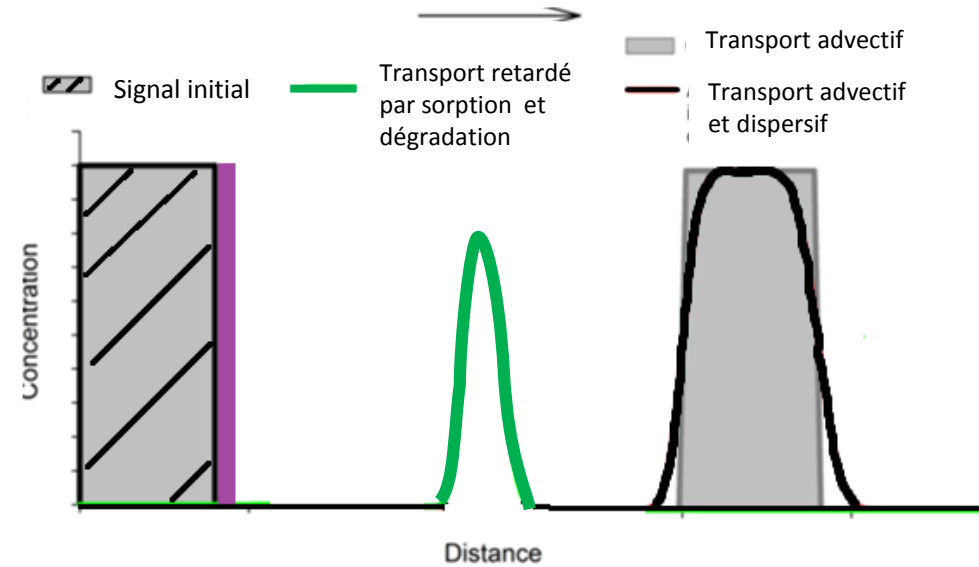
 - 98 % des eaux souterraines contaminées
- Limites de qualité des eaux :
 - 0,1 µg/L par produit phytosanitaire; 0,5 µg/L cumul
 - Valeurs spécifiques pour 41 substances prioritaires
 - Normes en cours de préparation par l'U.E pour les autres familles de composés (pharmaceutiques)



Le transfert des contaminants



Transport par les eaux souterraines



- Une efficacité conditionnée
(Ahmed et al., 2016)
 - Nature du contaminant
 - Nature et organisation des matériaux
 - Fonctionnement hydrologique

Vulnérabilité des nappes d'accompagnement :

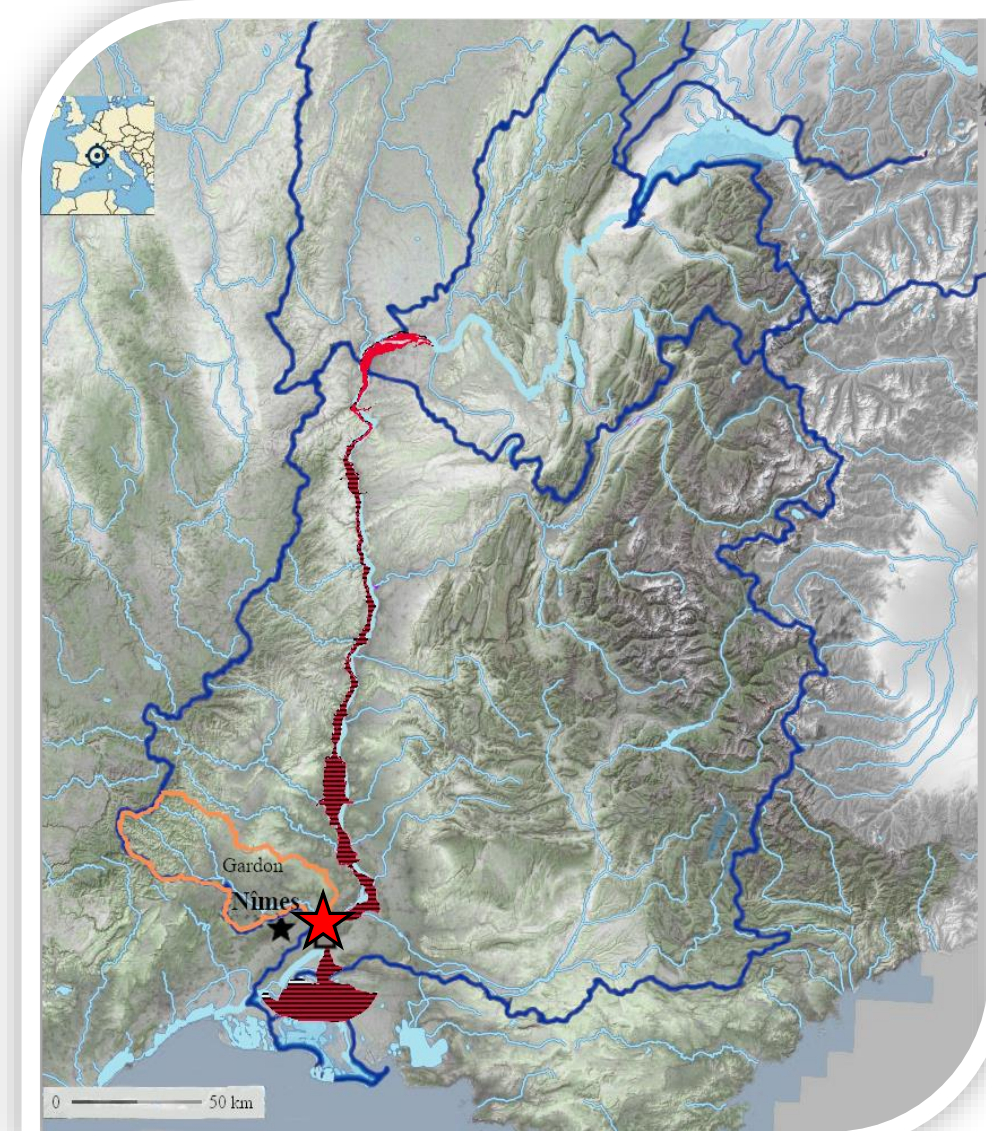
Discrimination et évaluation *in situ* des mécanismes d'atténuation grâce aux outils géochimiques et isotopiques ?

- Objectifs :

- I. Fonctionnement hydrogéologique d'une nappe d'accompagnement
- II. Exposition des contaminants organiques
- III. Evaluation des mécanismes d'atténuation en jeu

- Le champ captant de Comps

- Nappe d'accompagnement du Rhône (fort lien hydraulique)
- En aval du bassin versant
- Système contraint et de configuration relativement simple

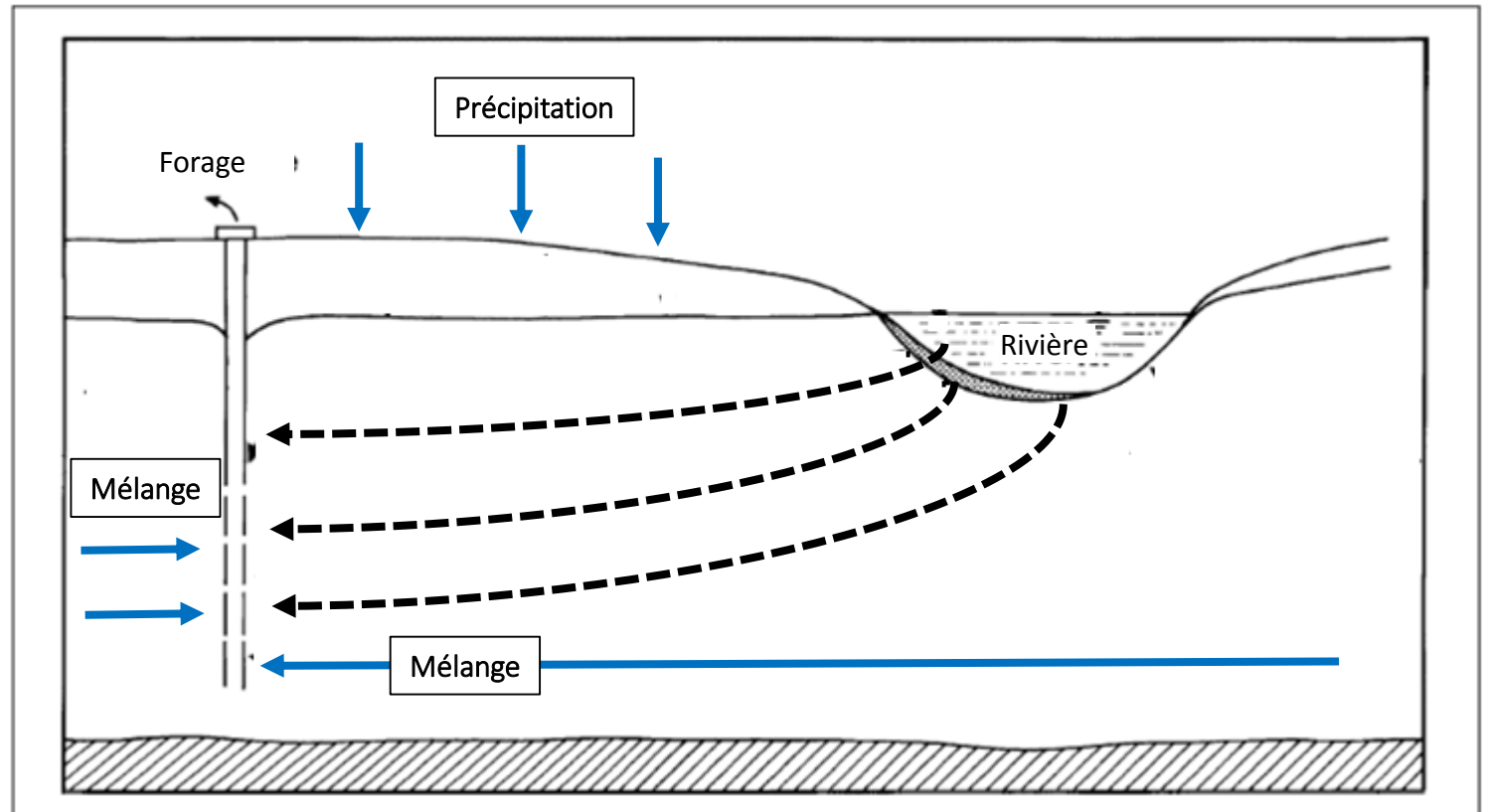


- Axes de recherche :
Pollution & biodiversité



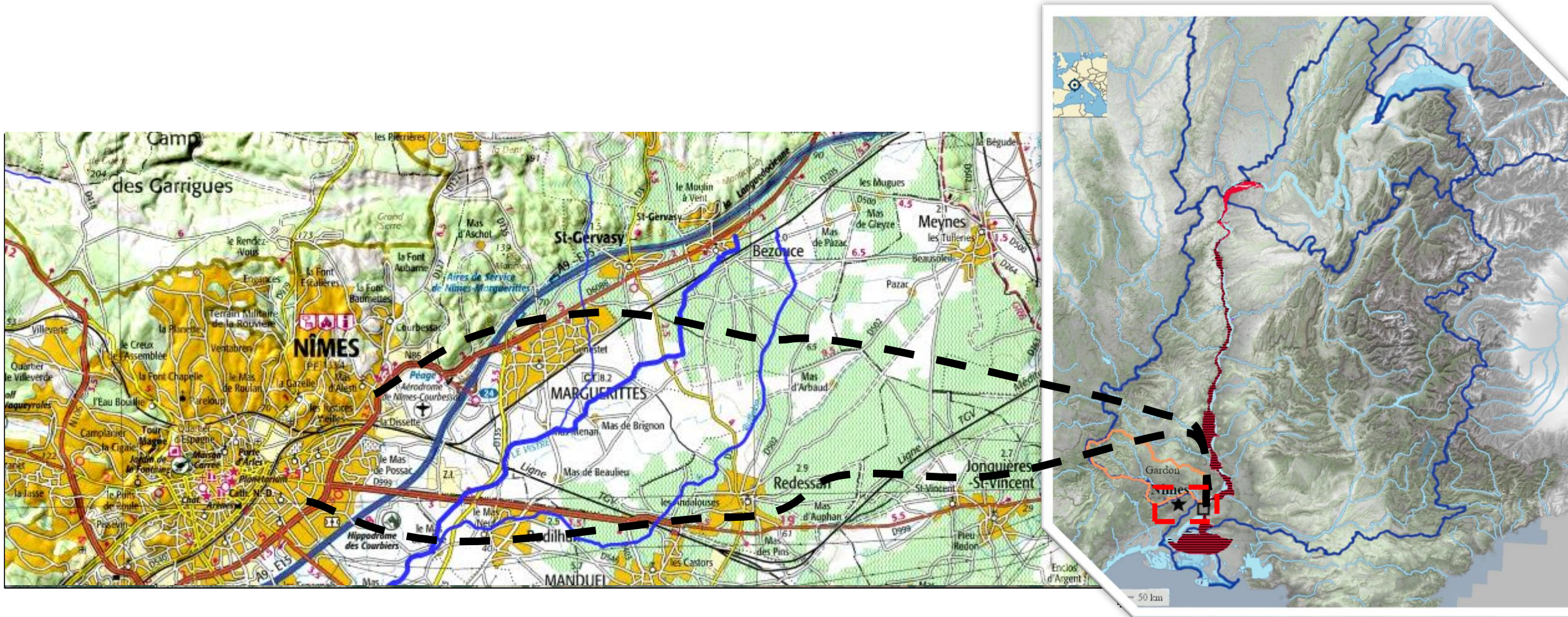
Fonctionnement hydrogéologique :

I. Origines, mélanges et processus réactifs



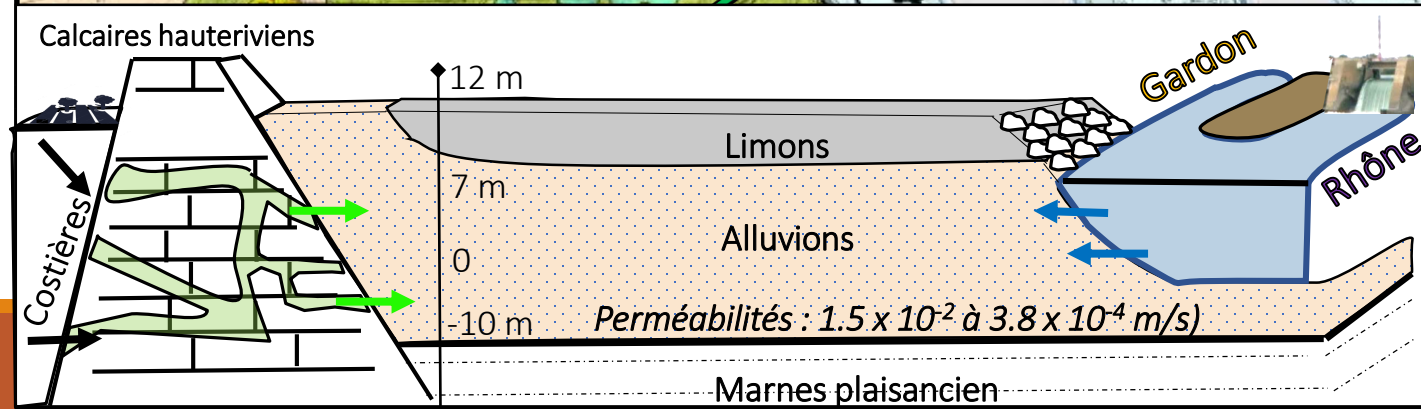
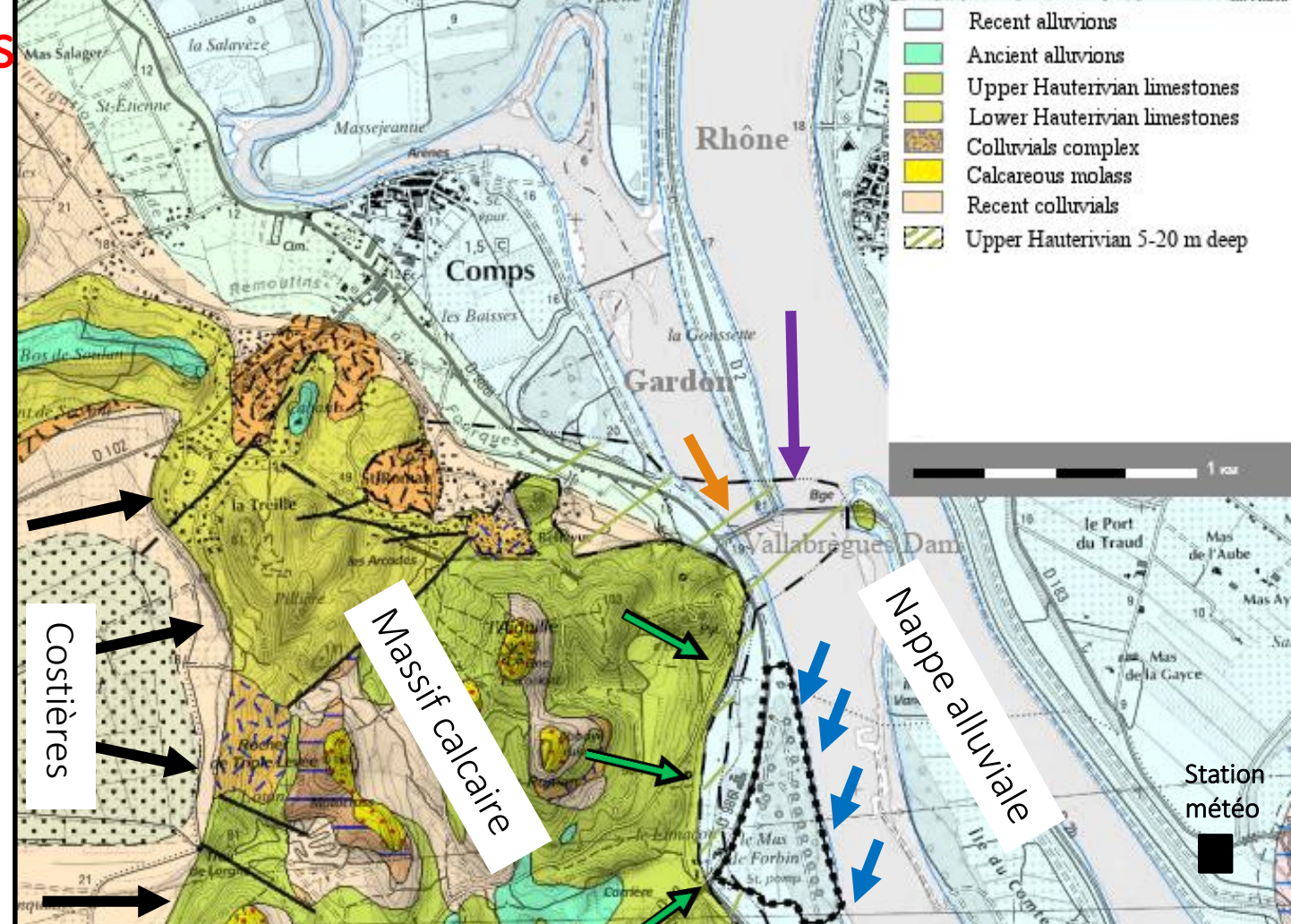
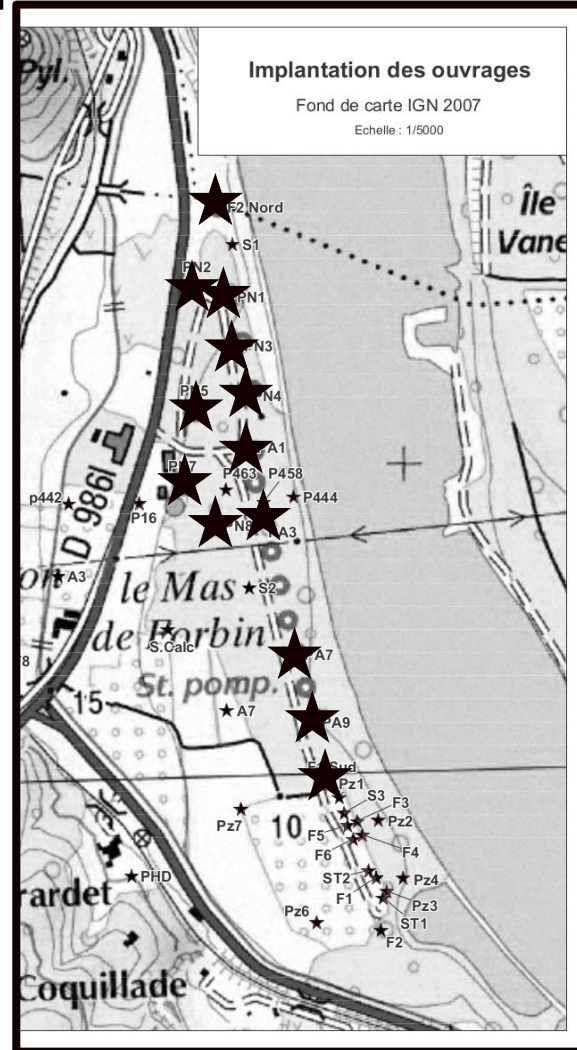
Champ captant de Comps :

- Situé à 20 km à l'Est de Nîmes
- Alimentation principale en eau potable Nîmes (> 85 % pour un débit moyen de 1700 m³/h)



Origines, mélanges et processus réactifs

- Contexte géologique hydrogéologique



Origines, mélanges et processus réactifs

- Contexte géologique hydrogéologique
- Campagne de prélèvement :

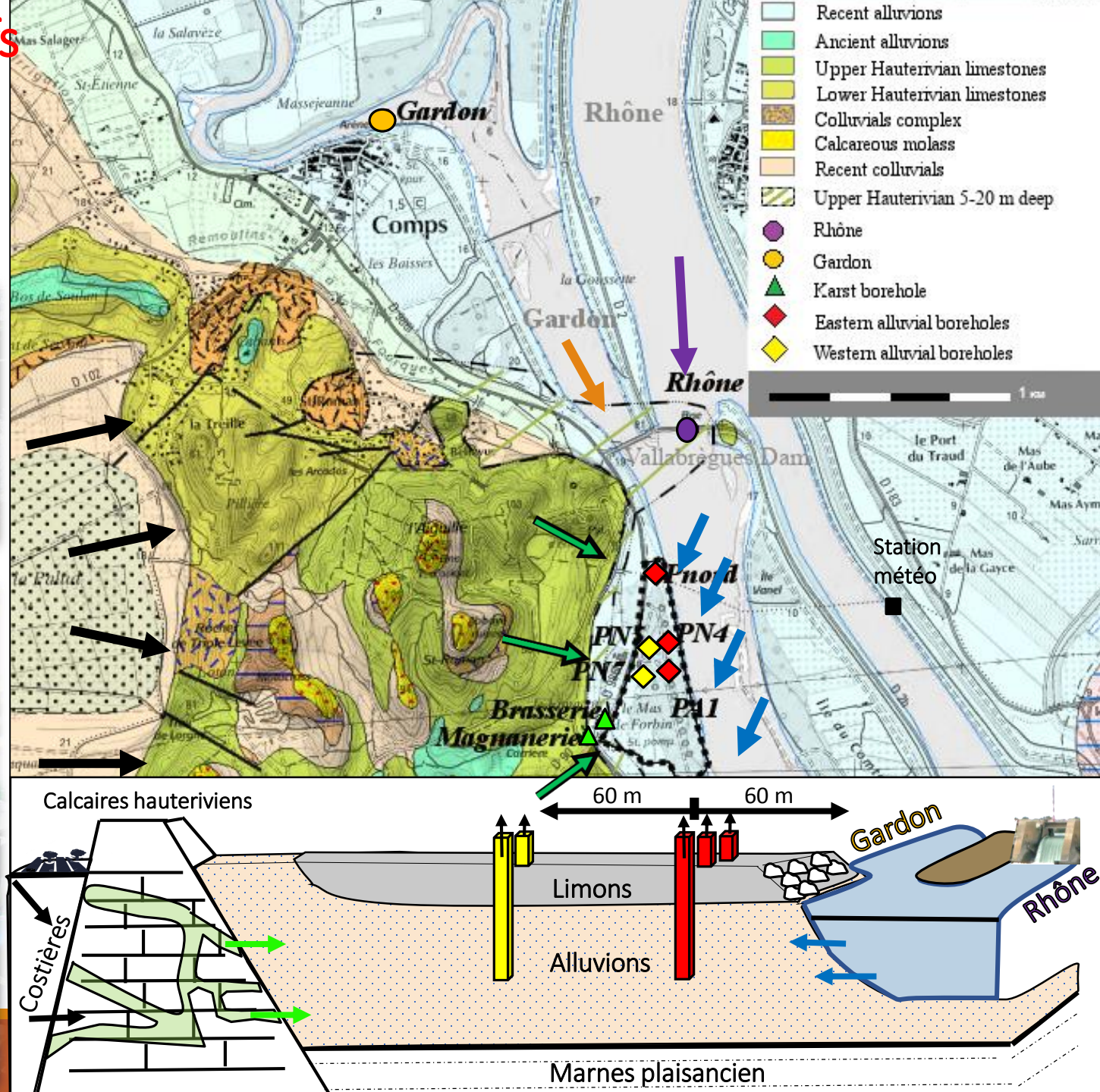
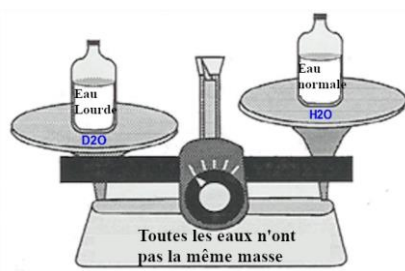
Eaux de surface:  +  }
 Eaux karstiques :  } **Suivi bimensuel 2017 à 2018**
 Champ captant:  +  }

- Traçage des eaux:

Chimie de l'eau

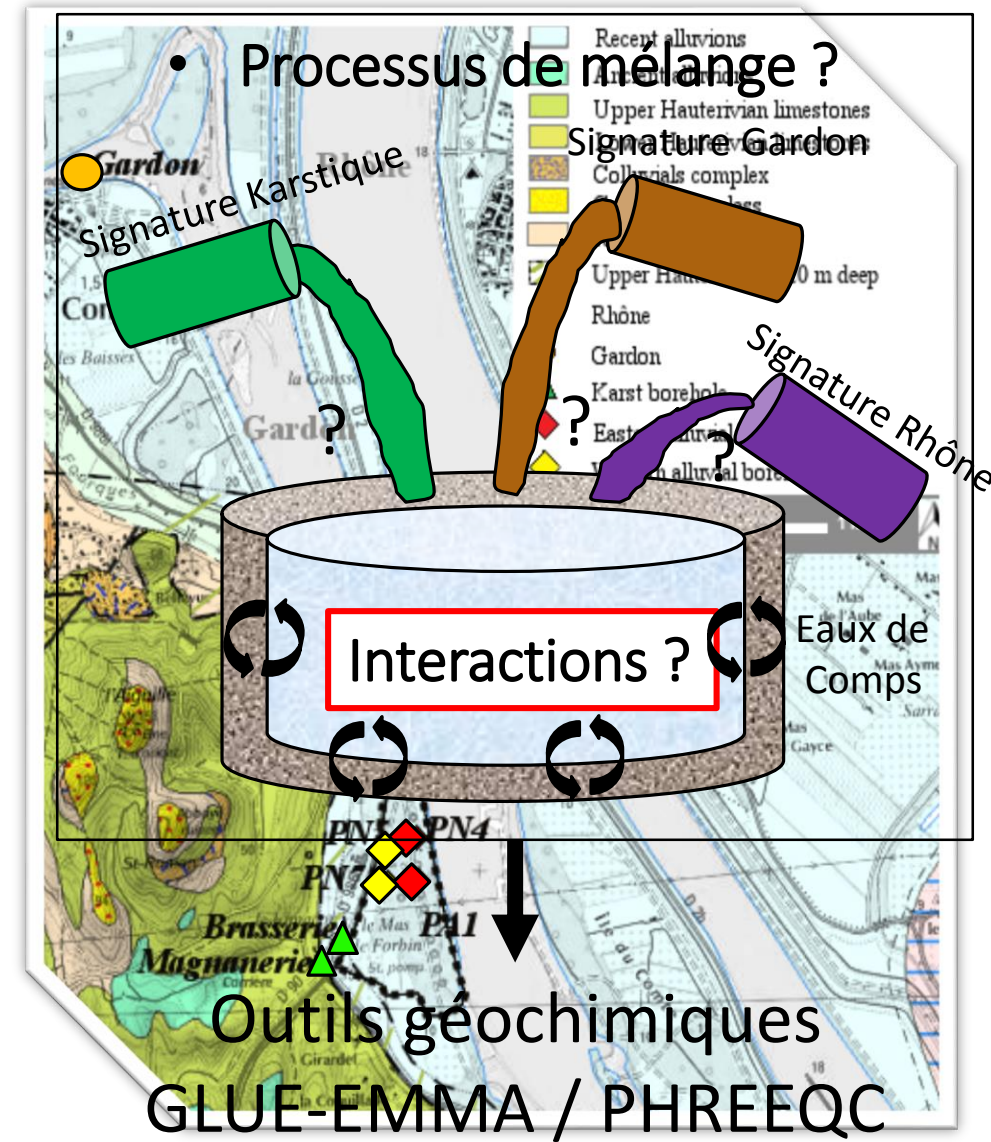
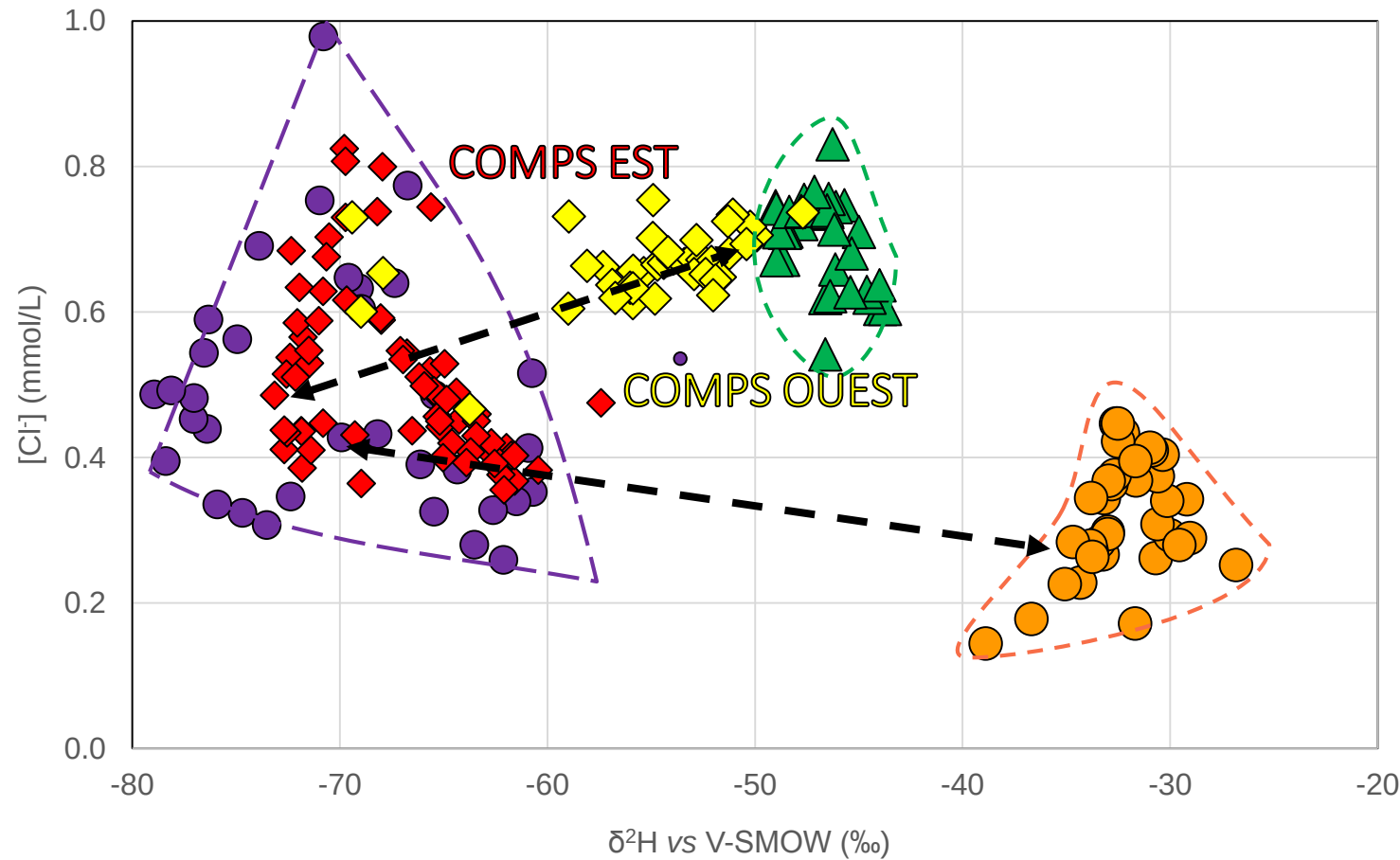
Eau Minérale Naturelle			
les caractéristiques suivantes (en mg/l):			
Calcium	78	Bicarbonates	357
Magnésium	24	Sulfates	10
Sodium	5	Chlorures	4,5
Potassium	1	Nitrates	3,8
Silice	13,5		

Isotopes de l'eau



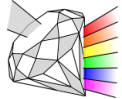
Origines, mélanges et processus réactifs

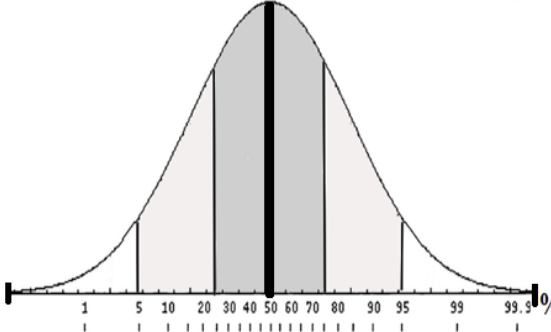
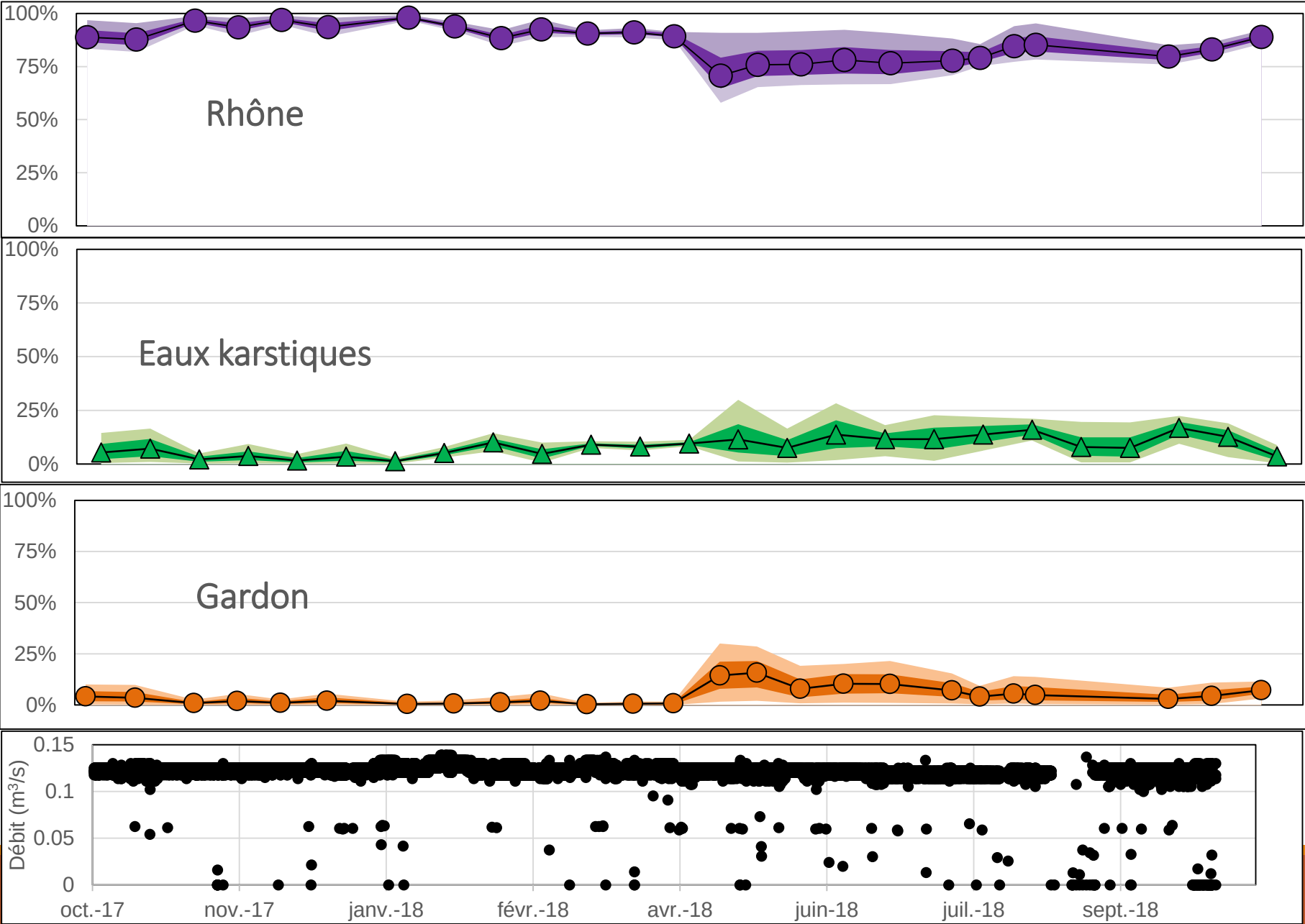
- Contributions et mélanges



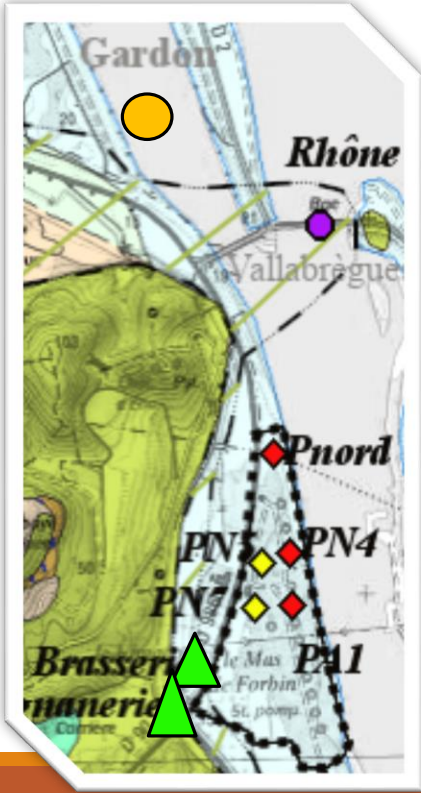
Origines, mélanges et processus réactifs



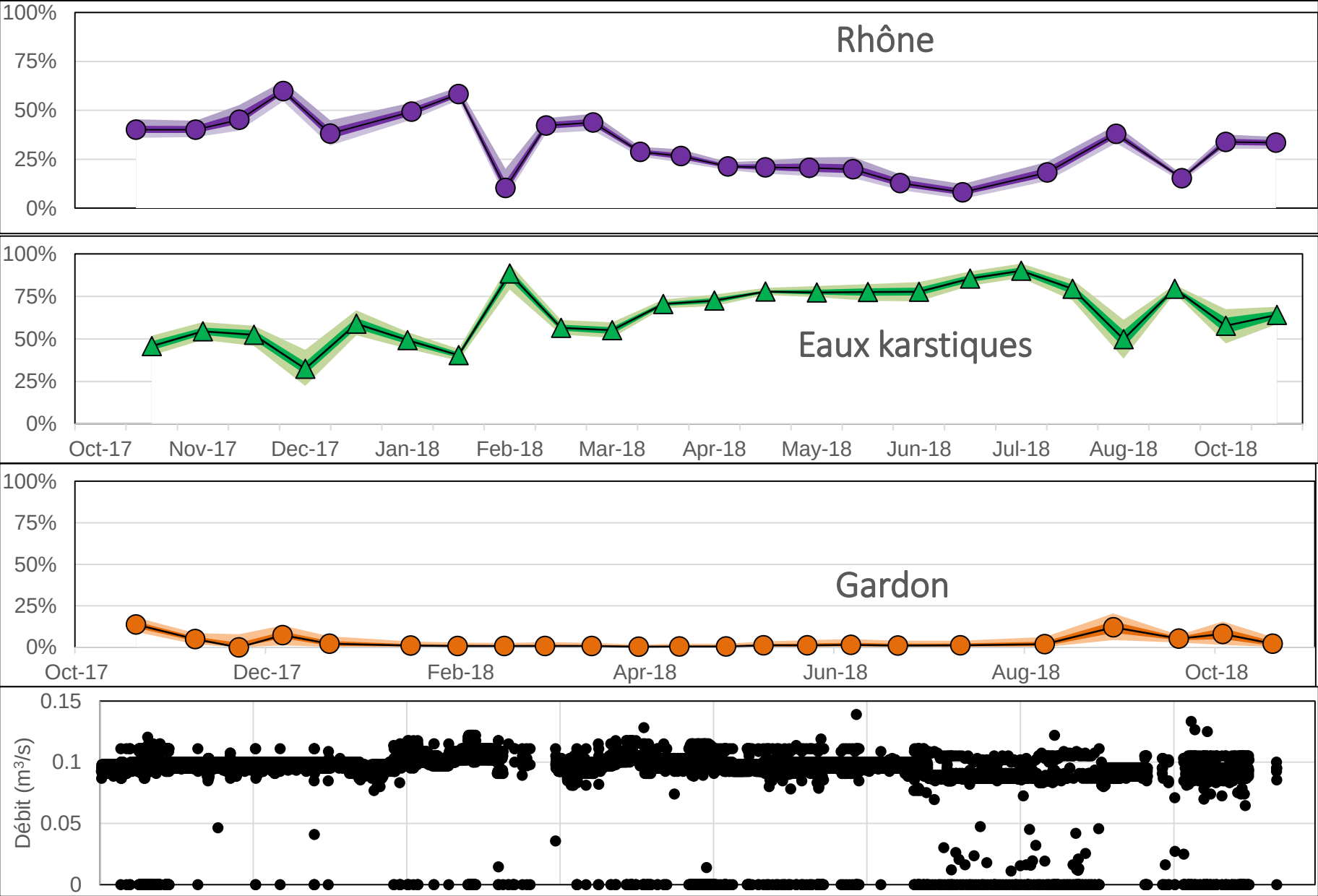
- Modèles de mélange et processus réactifs : PHREEQC - Inverse modeling 3.0 (USGS; 2017)
 - **Interactions avec la matrice** : Echange cationique (NaX ; Ca_2X ; Mg_2X ; KX); Dissolution/précipitation Calcite; Denitrification
 - Traceurs : Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , NO_3^- , $\delta^2\text{H}$
 - **Etendue (min/max) des contributions des interactions avec la matrice**
 - **Identifier les traceurs qui ne répondent qu'au phénomène de mélange**
- Modèles de mélange conservatifs et probabilité : GLUE-EMMA  **G-EMMA**
Generalized Likelihood Uncertainty-End Member Mixing Analysis (Joost R. Deslman;2013)
 - **Traceurs conservatifs** : ^2H , Cl^- , Ca^{2+}
 - **Etendue (min/max) et dispersion (probabilités) des contributions des différents pôles de mélange**



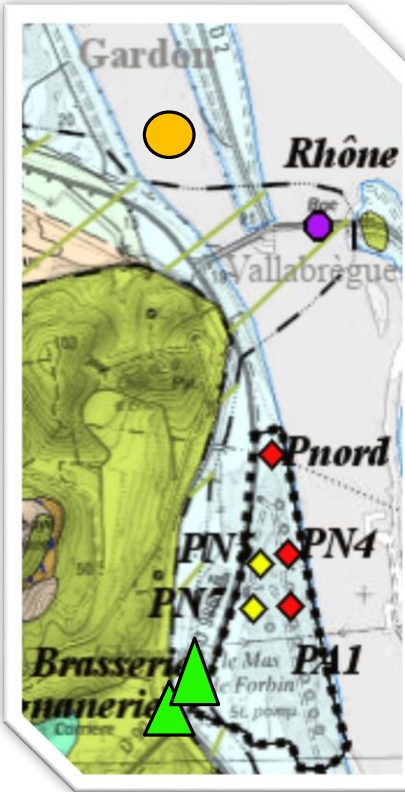
GLUE-EMMA



Modèles de mélange : GLUE-EMMA + PHREEQC

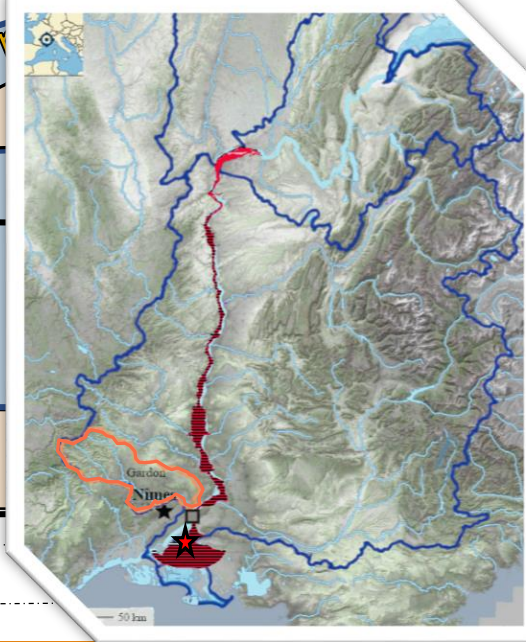
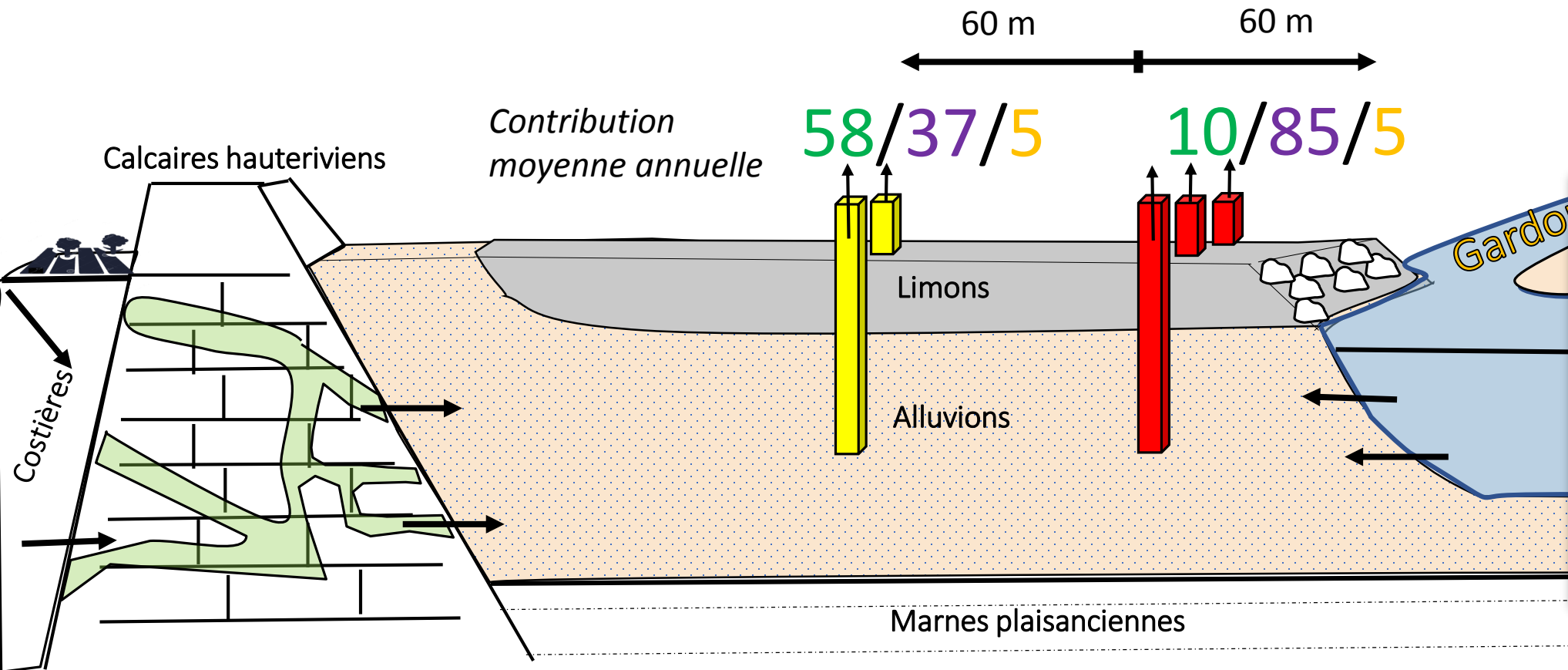


Forage façade Ouest:
PN7 



Bilan des outils géochimiques :

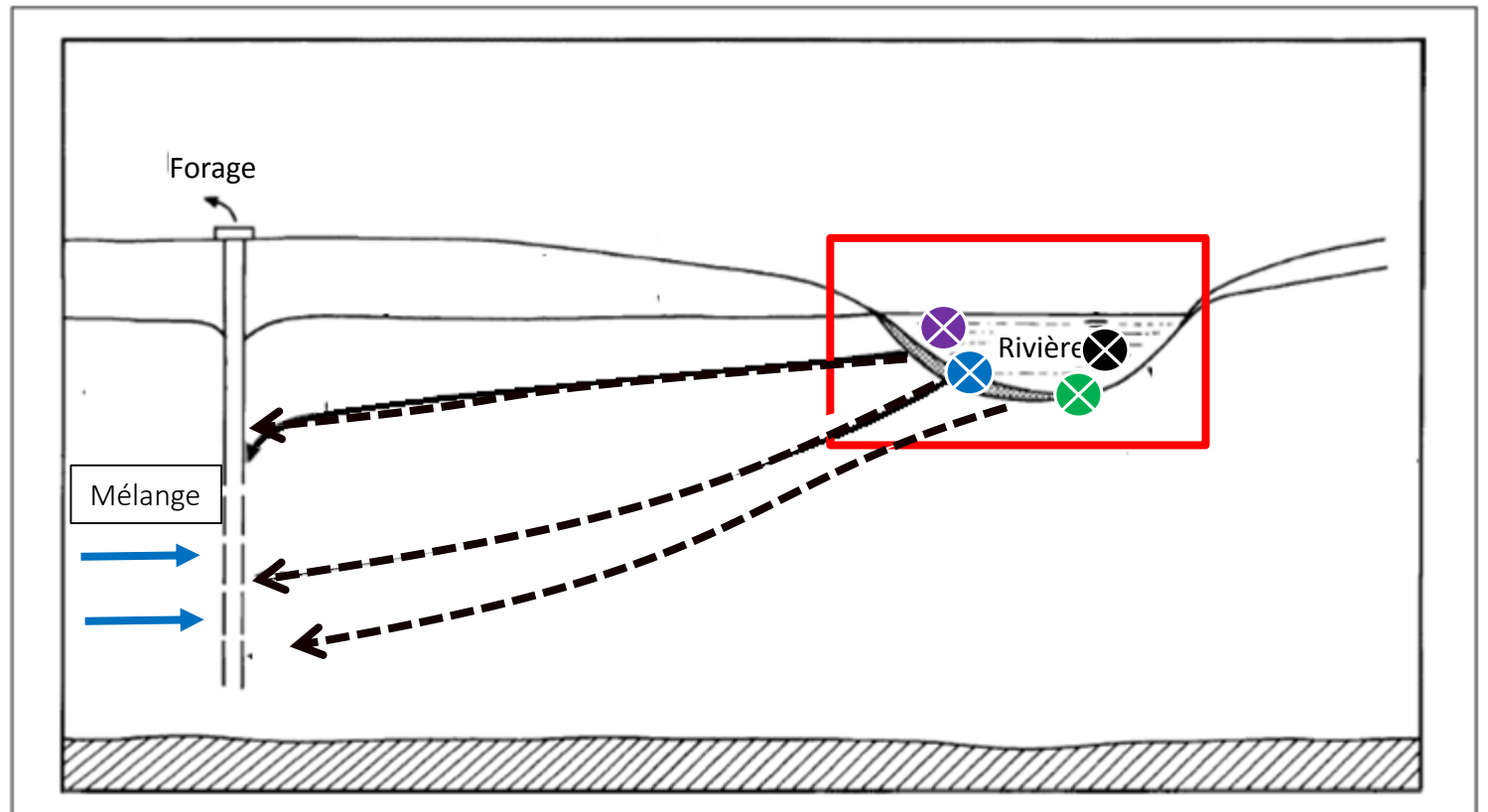
- Combinaison d'outils géochimiques : Contribution des processus de mélanges, interactions avec la matrice
- Contraste entre forages ouest et est
- Variabilité saisonnière



- Axes de recherche :
Pollution & biodiversité

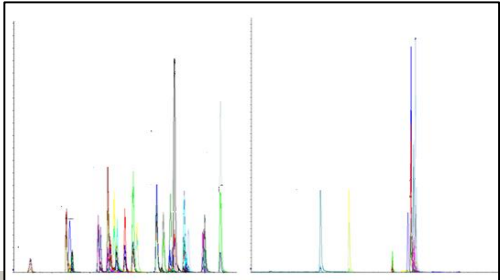


II. Exposition aux contaminants organiques et atténuation naturelle



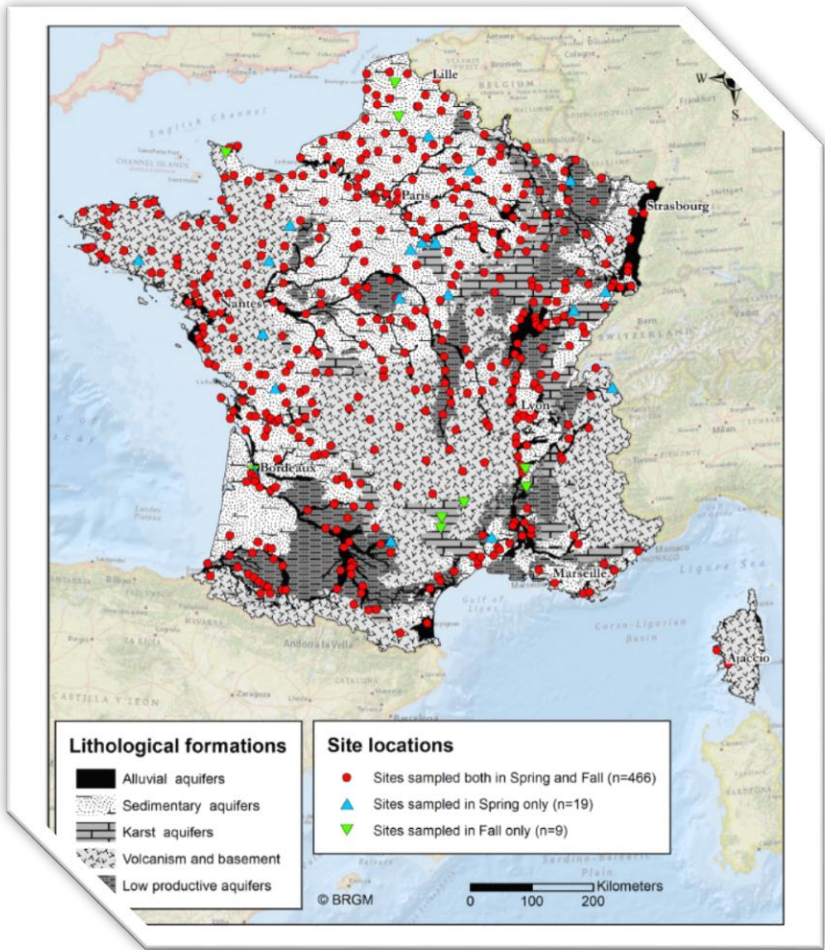
Exposition et devenir des contaminants organiques

Composés pharmaceutiques et urbains	Composés phytosanitaires	Composés industriels
Azithromycine	Atrazine	PFOA
Céfalaxine	Chlorpyrifos	PFOS
Ciprofloxacine	Diuron	
Clarithromycine	Métolachlore	
Erythromycine	Terbutylazine	
Flumequine	DEA	
Ofloxacine		
Sulfamethoxazole	DIA	
Trimethoprim	Terbutylazine déséthyl	
Metformine		
Acétaminophène		
Acide salicylique		
Diclofénac		
Ibuprofène		
Aténolol		
Métoprolol		
Propranolol		
Sotalol		
Carbamazépine		
Acide fénofibrique		
Caféine		
Sildenafil		
Xylazine		
Warfarine		



Campagne exceptionnelle d'analyse des substances présentes dans les eaux souterraines de métropole

Lopez, B., Ollivier, P., Togola, A., Baran, N., & Ghestem, J. P. (2013).

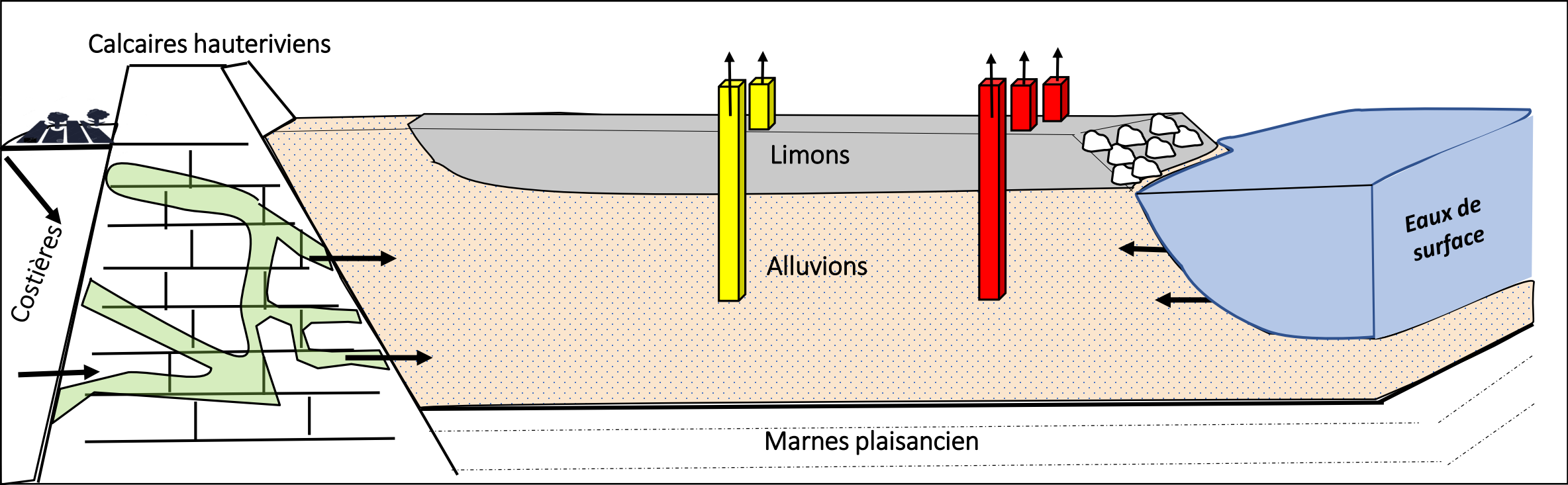


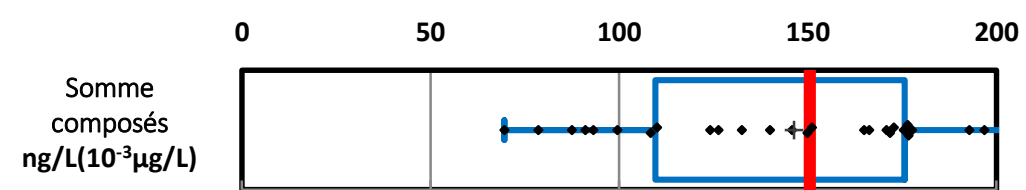
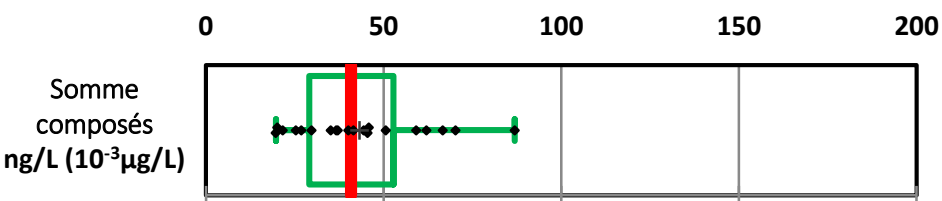
Exposition et devenir des contaminants organiques

- Eaux de surface: 

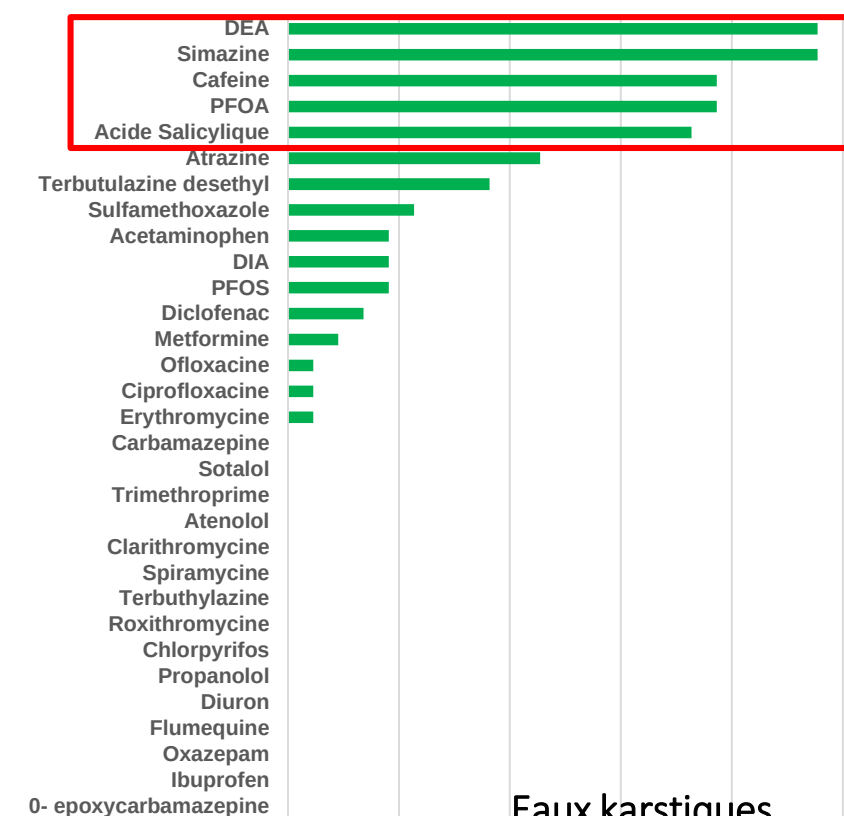
Eaux karstiques : 

Champ captant:  + 
- Suivi bimensuel
2017 à 2018



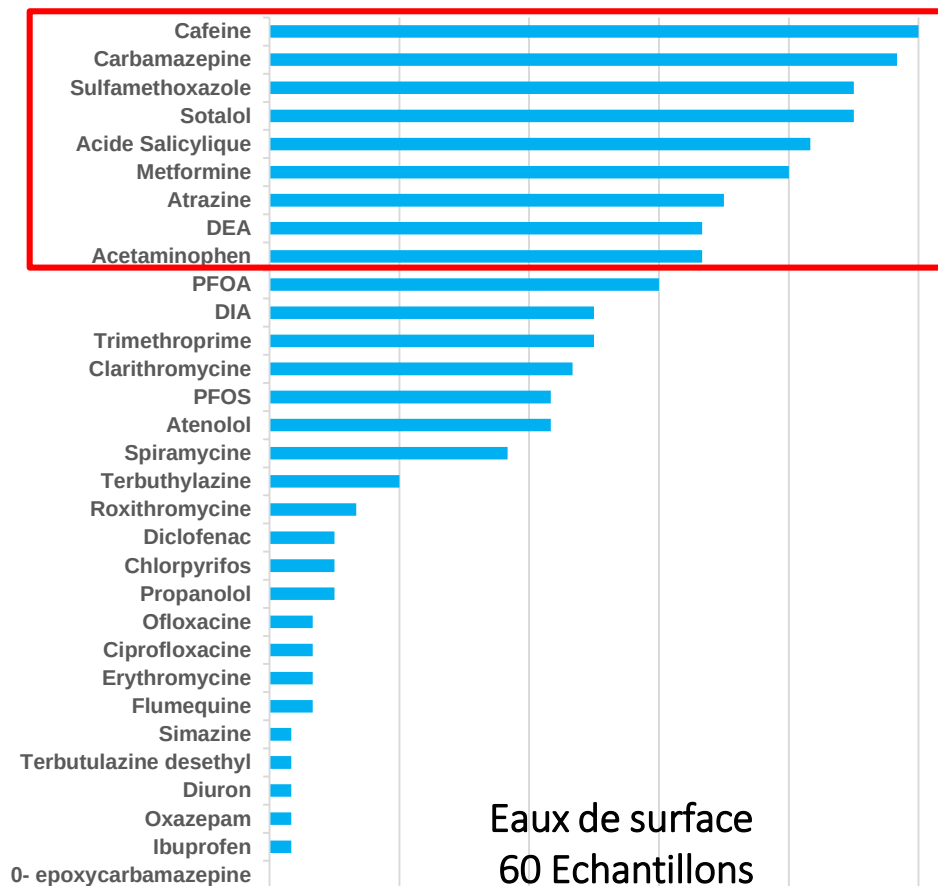


Fréquence de détection



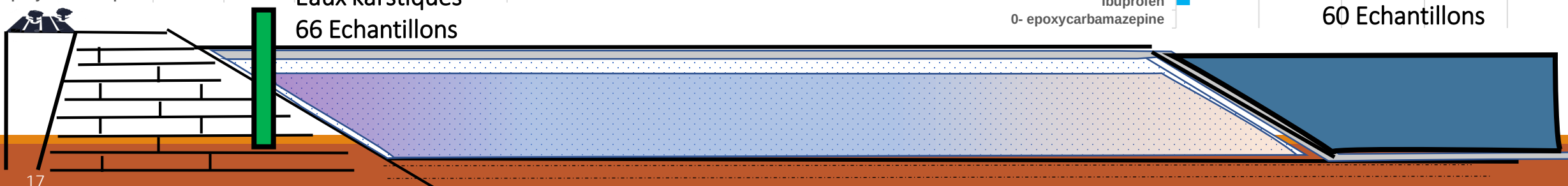
Limites de qualité des eaux :
-0,5 $\mu\text{g/L}$ (500 ng/L) cumul pesticides

Fréquence de détection

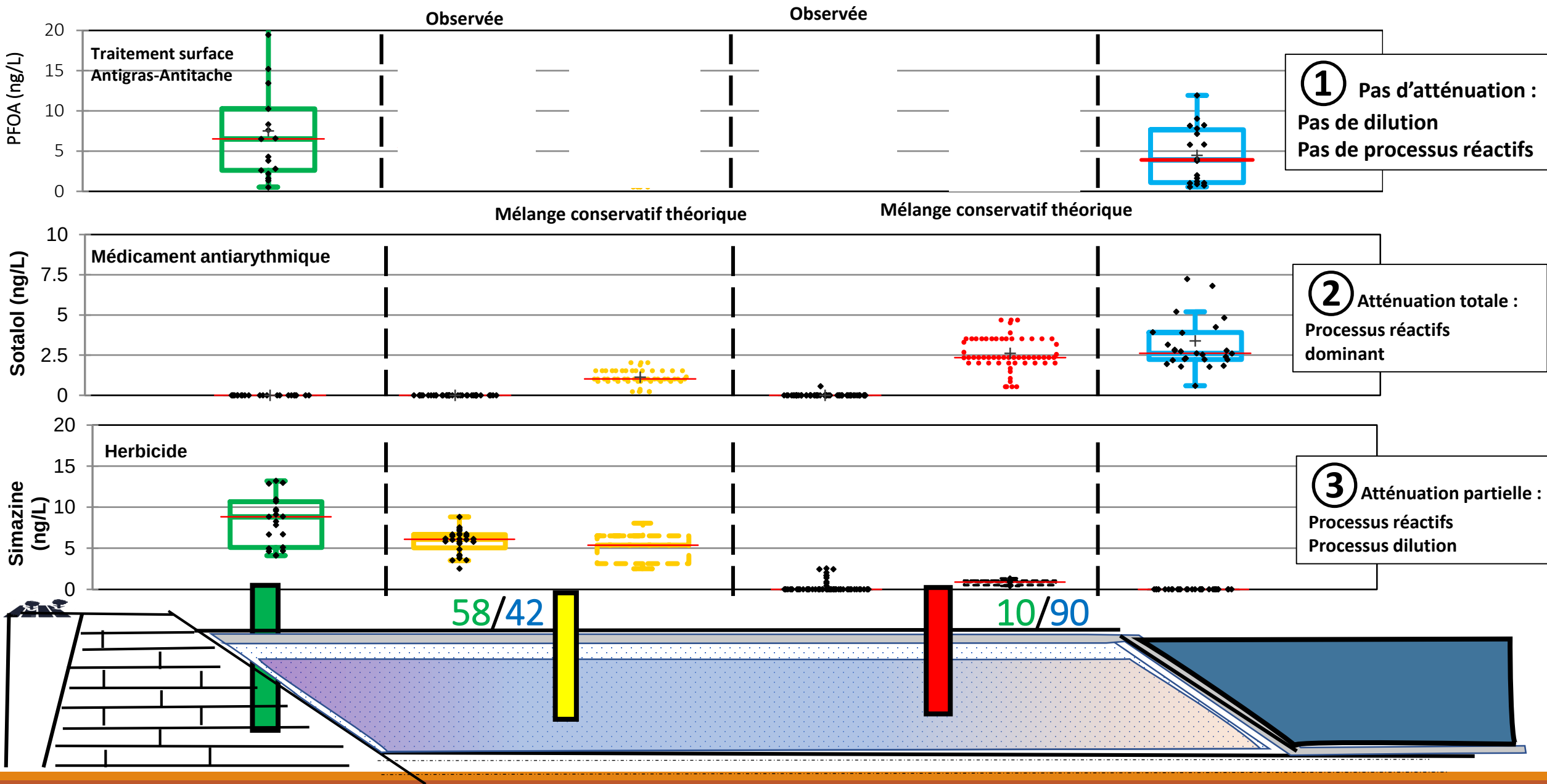


Eaux de surface
60 Echantillons

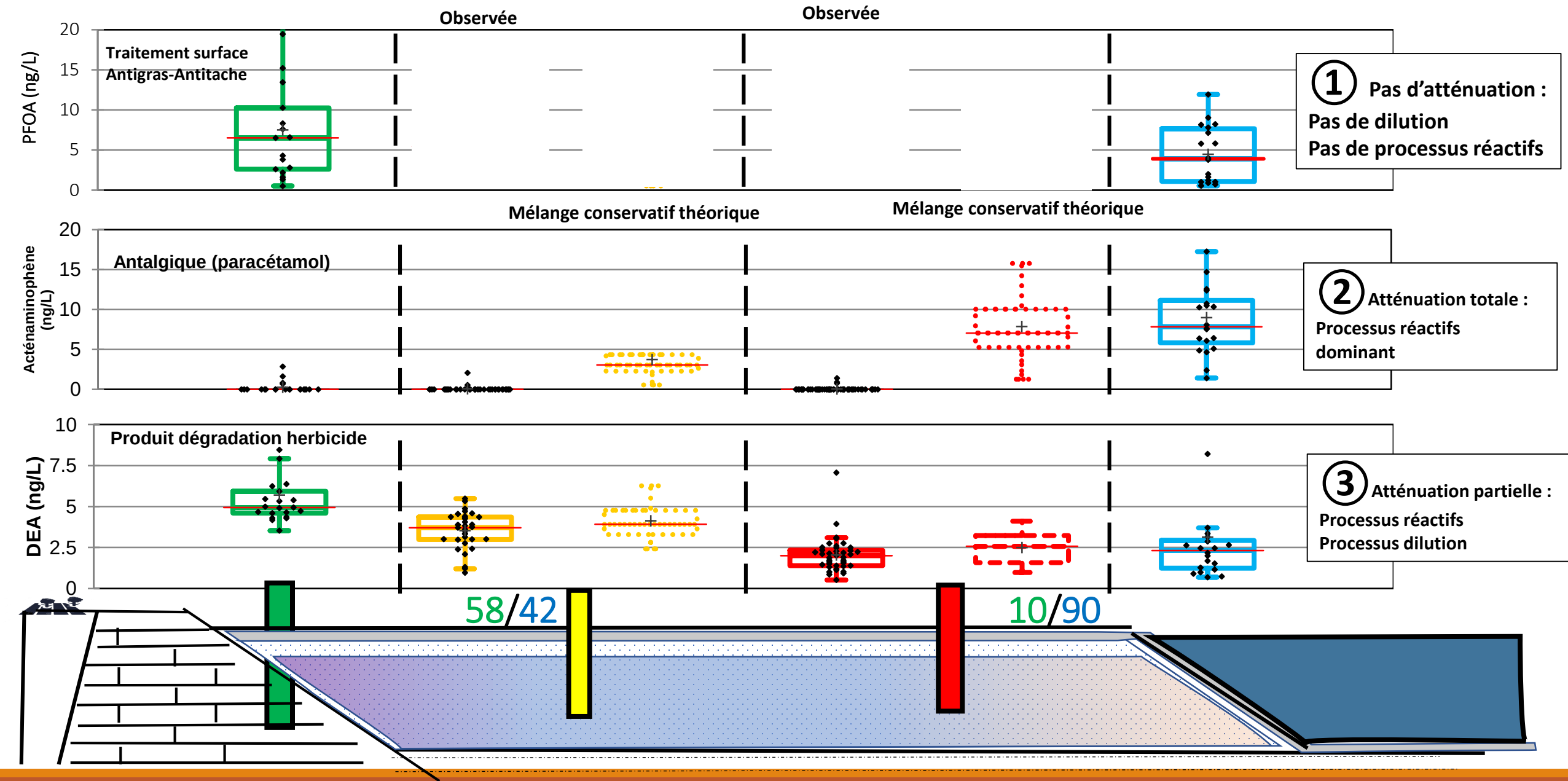
Eaux karstiques
66 Echantillons



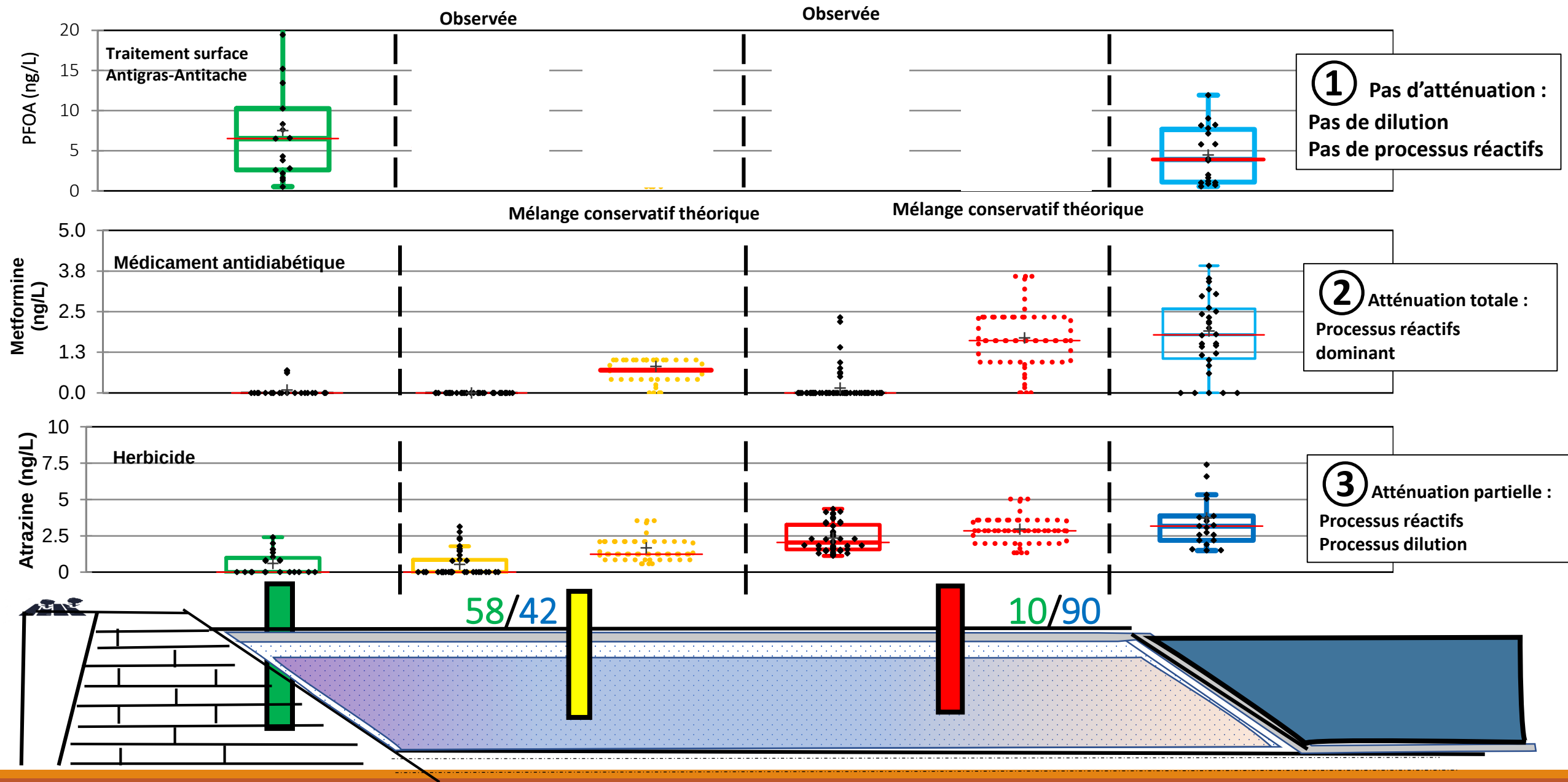
Signatures des contaminants sur l'année 2017-2018



Signatures des contaminants sur l'année 2017-2018



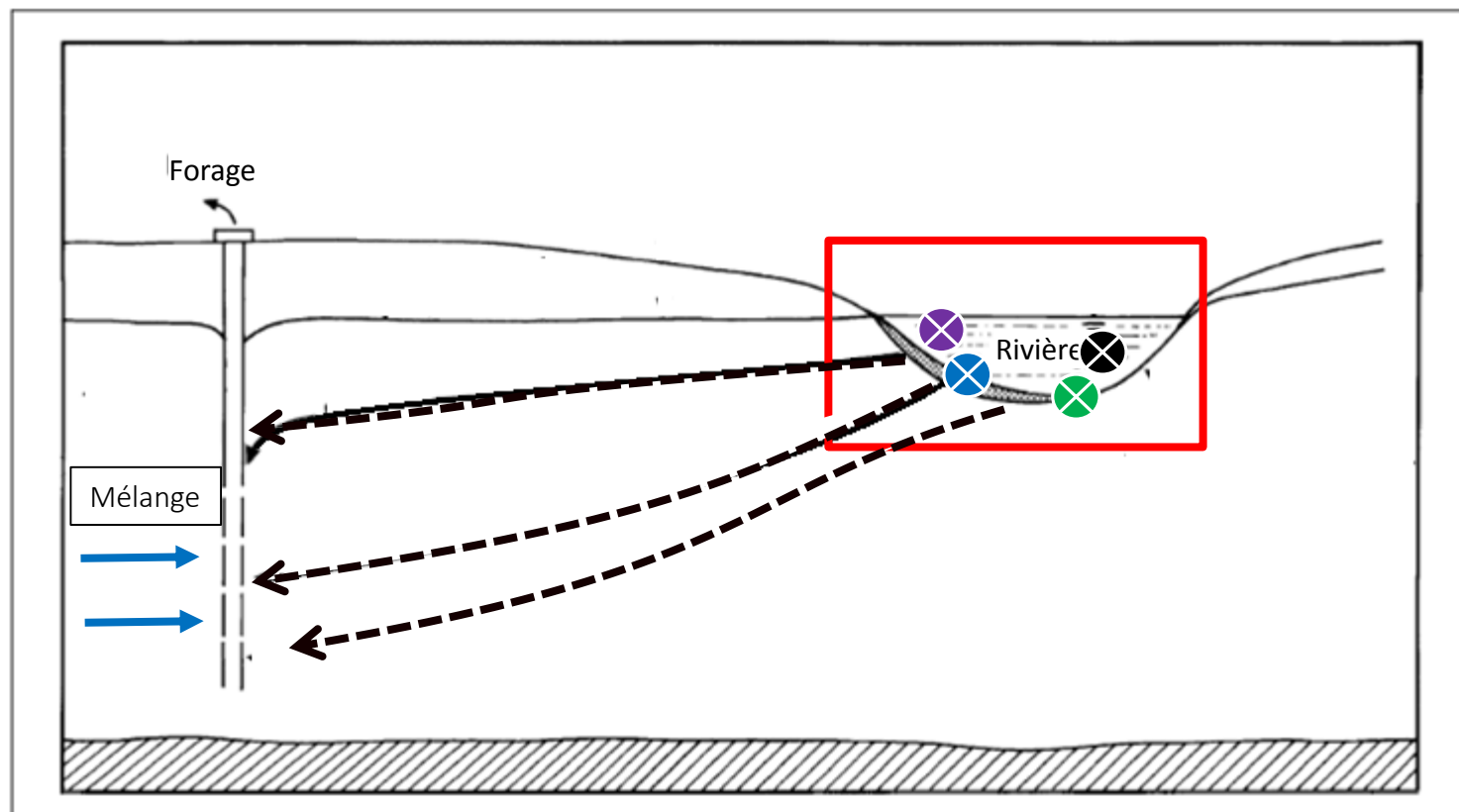
Signatures des contaminants sur l'année 2017-2018



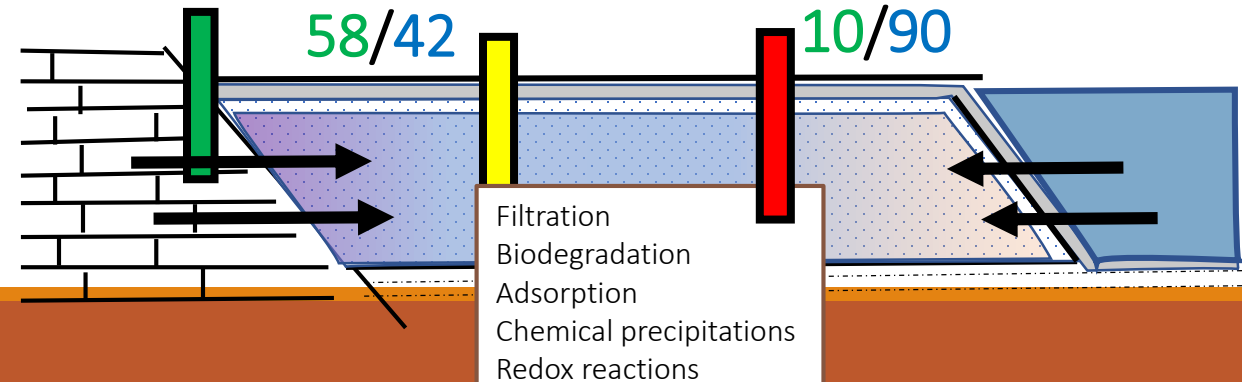
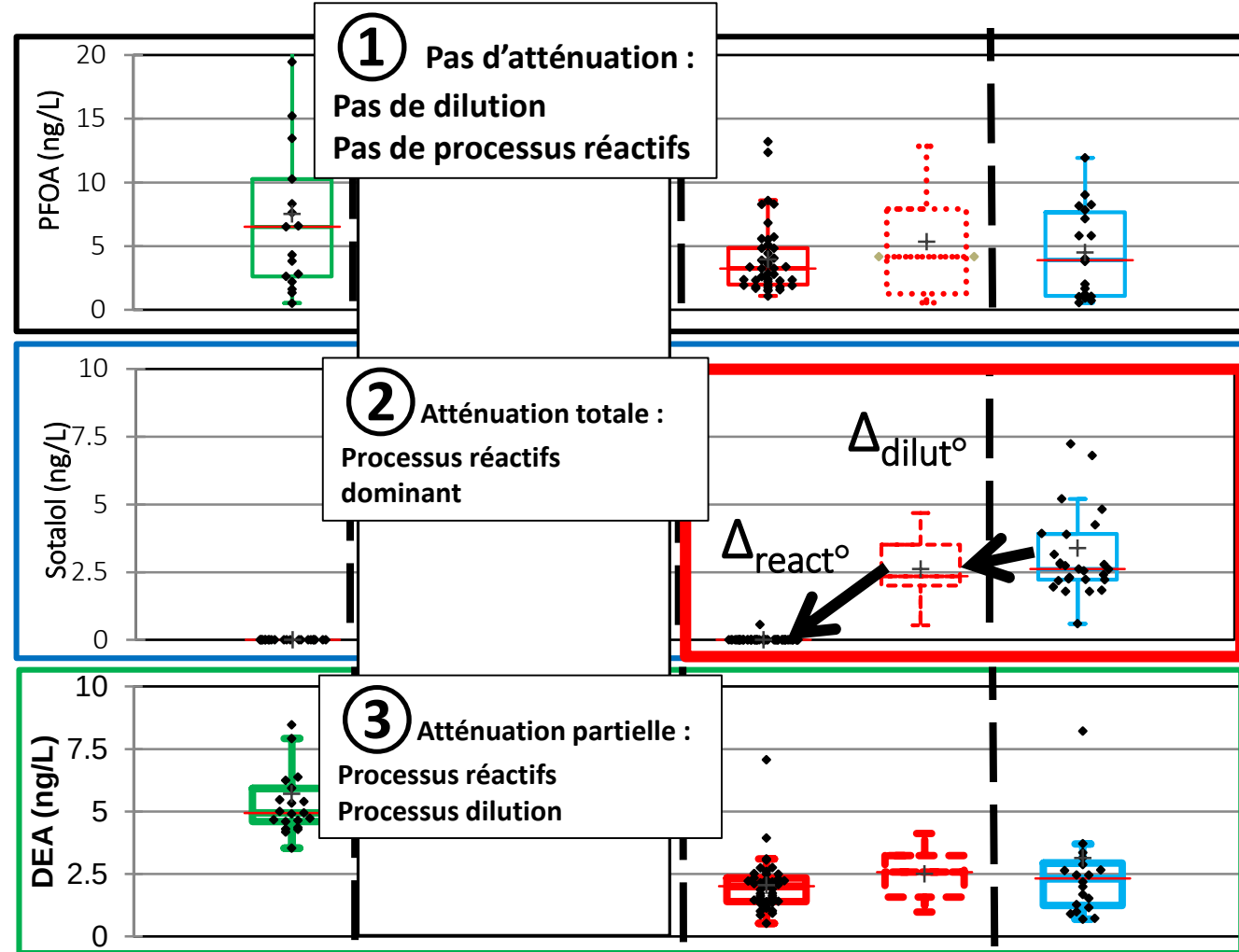
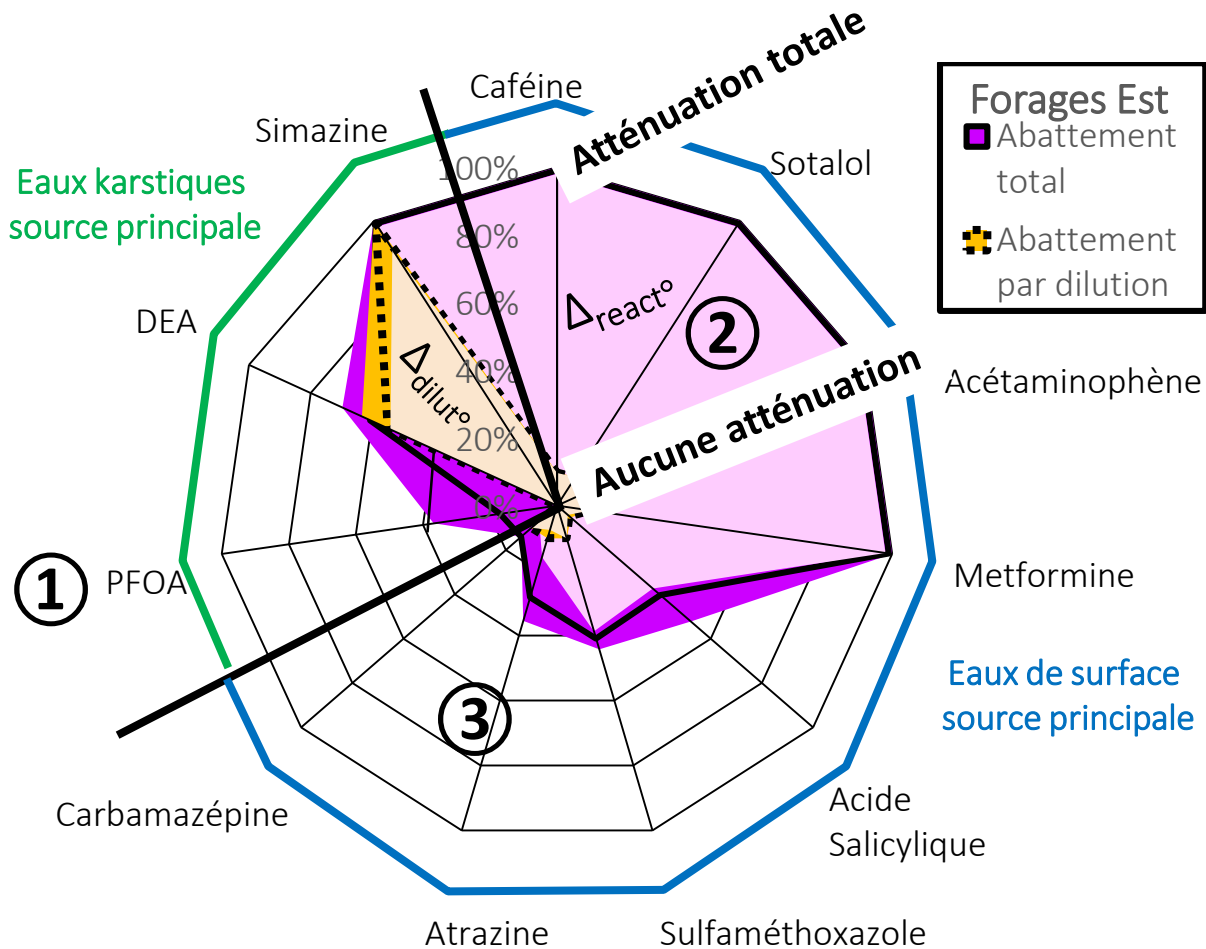
- Axes de recherche :
Pollution & biodiversité



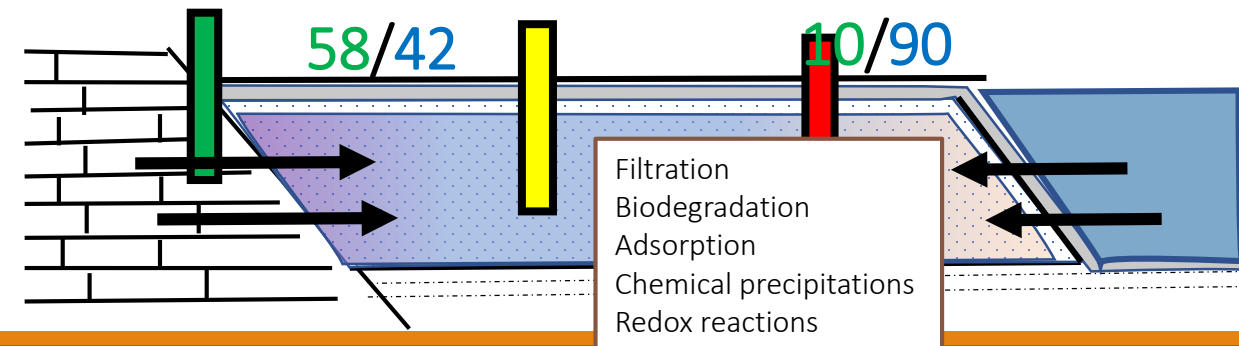
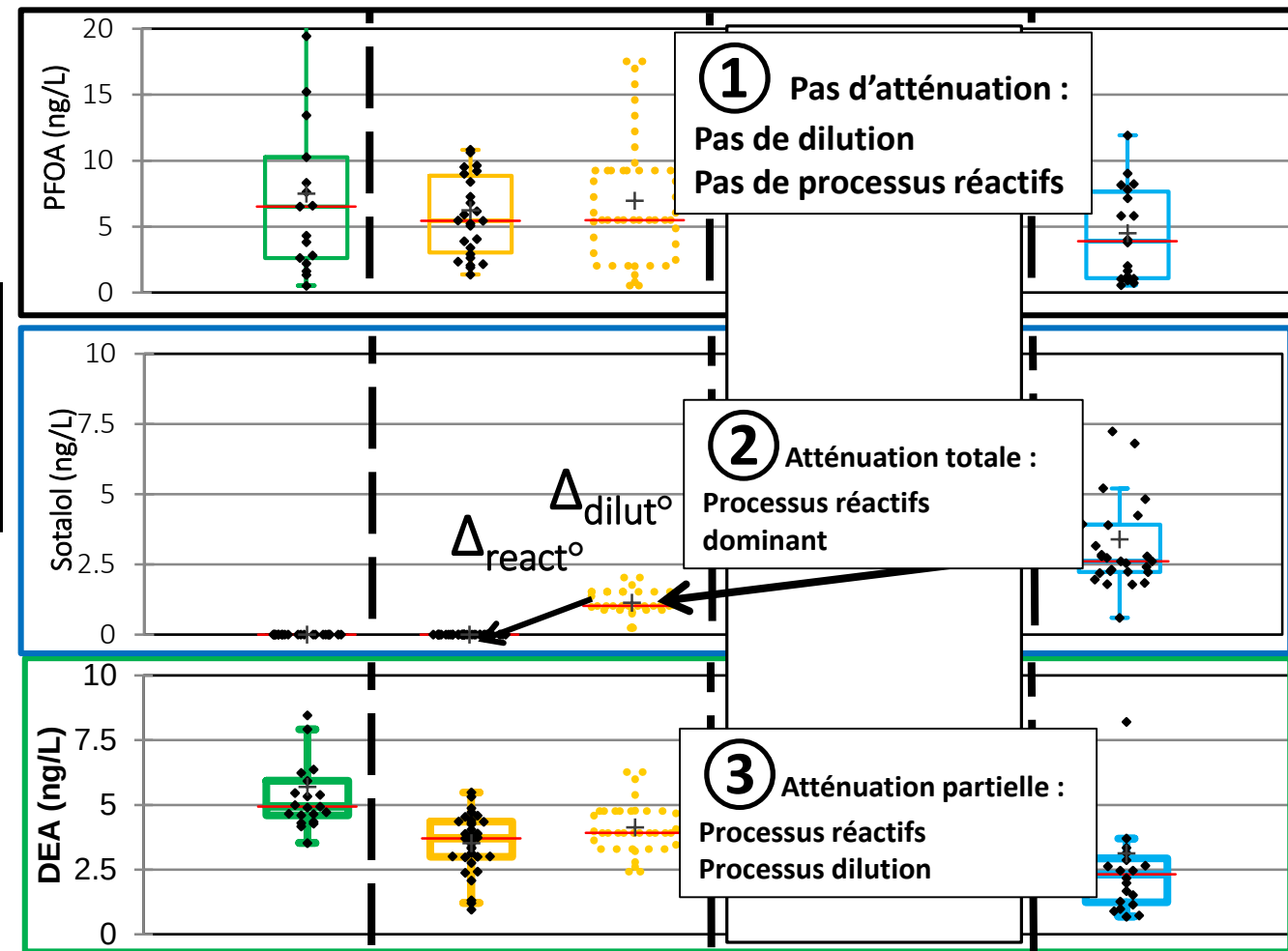
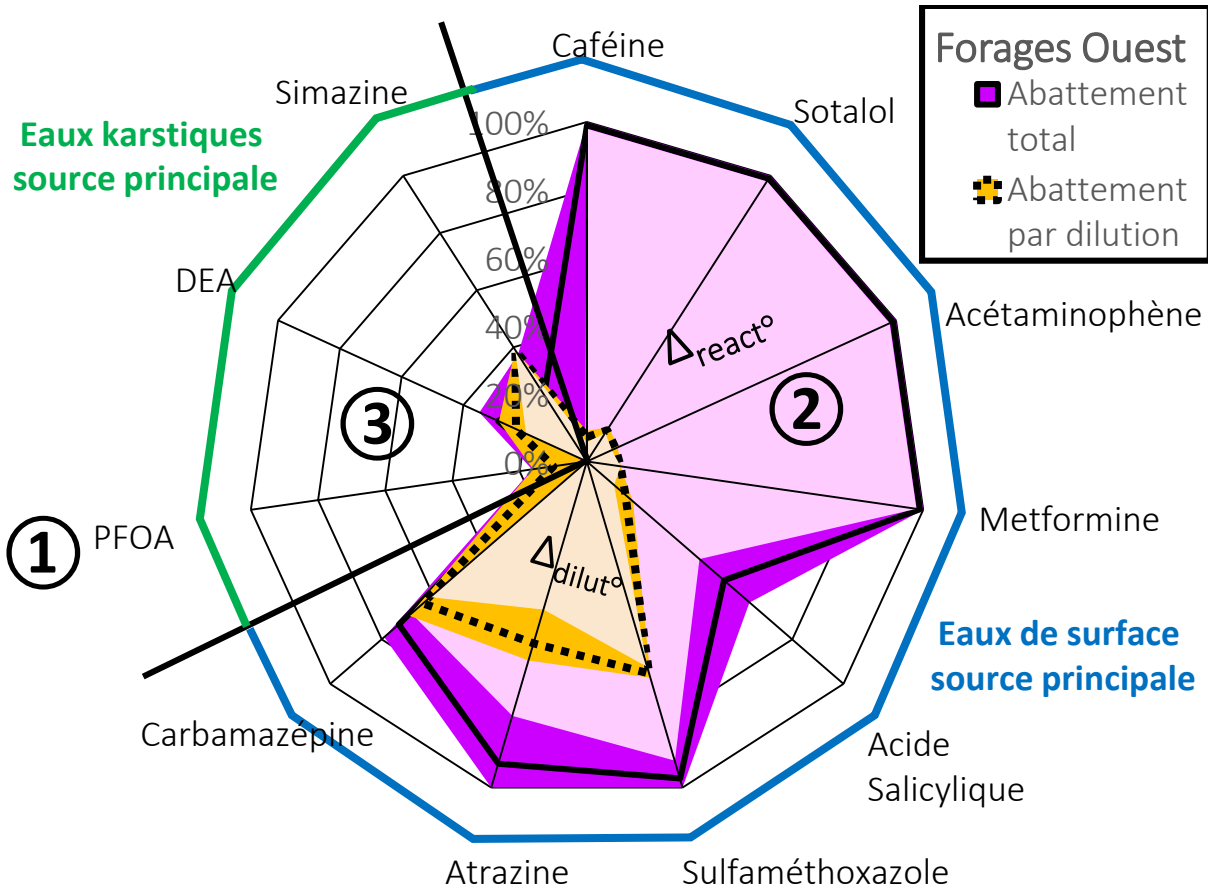
III. Mécanismes d'atténuation



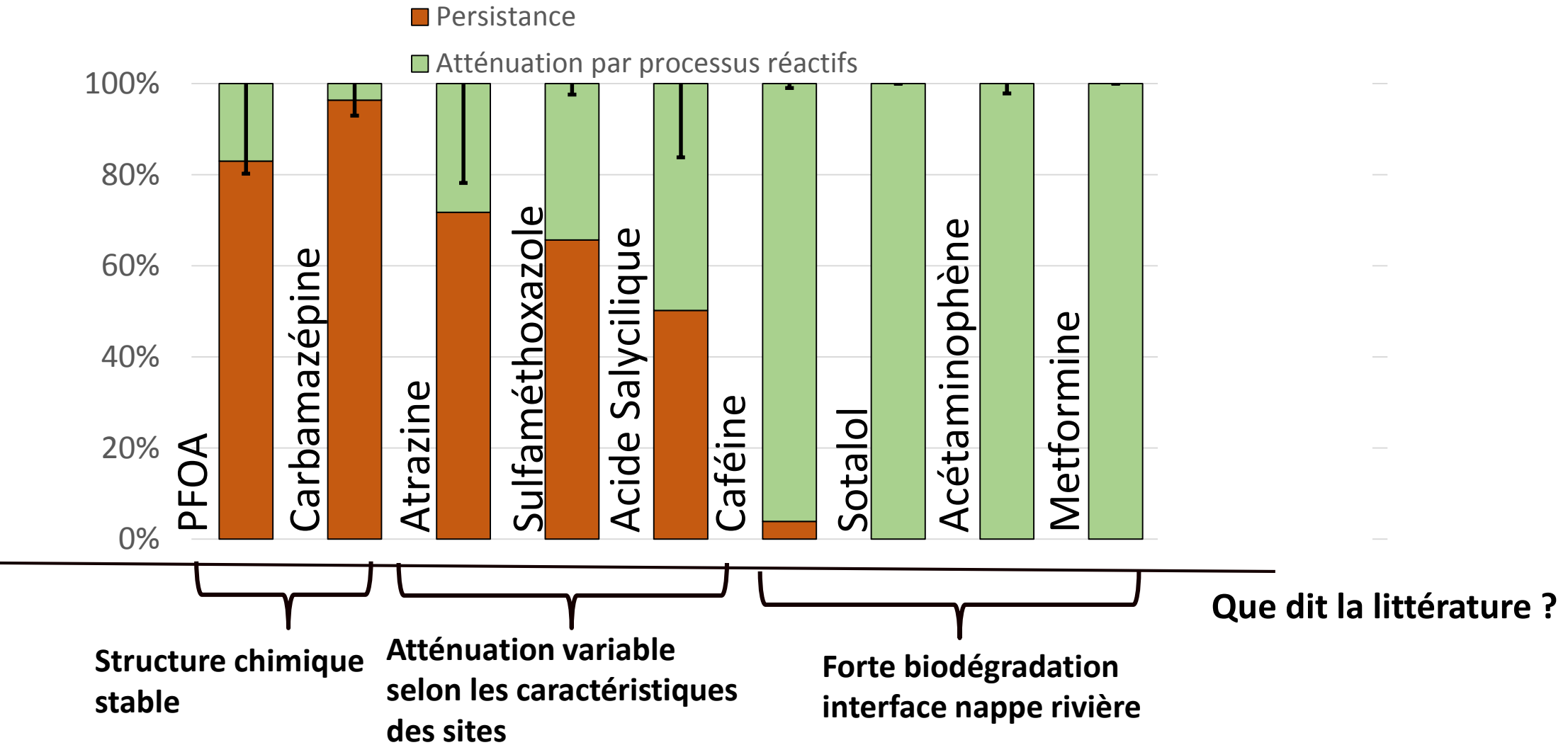
Atténuation du signal source



Atténuation du signal source

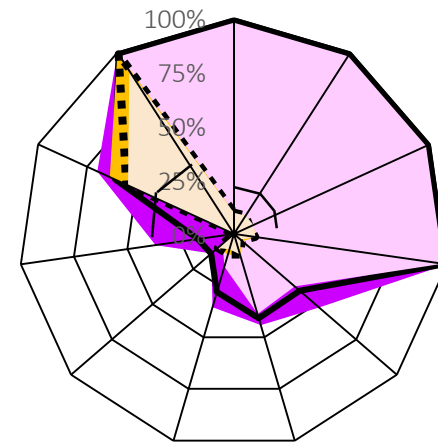
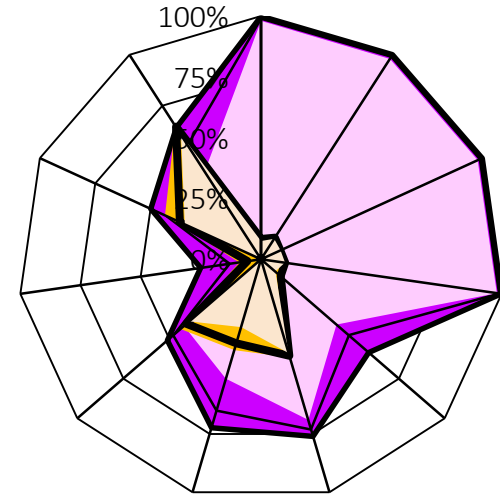
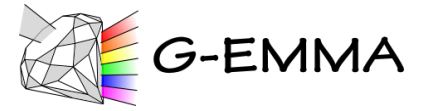
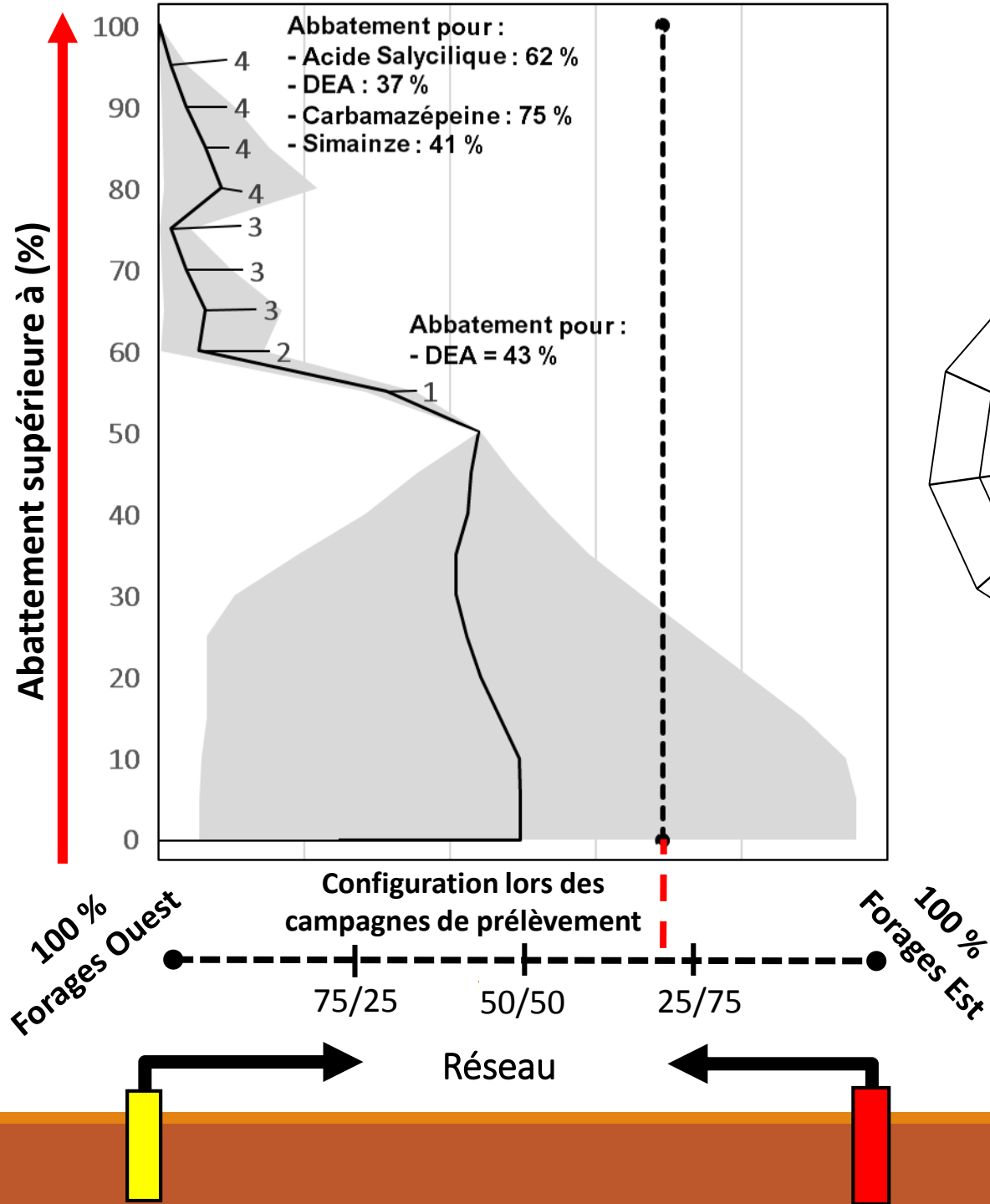
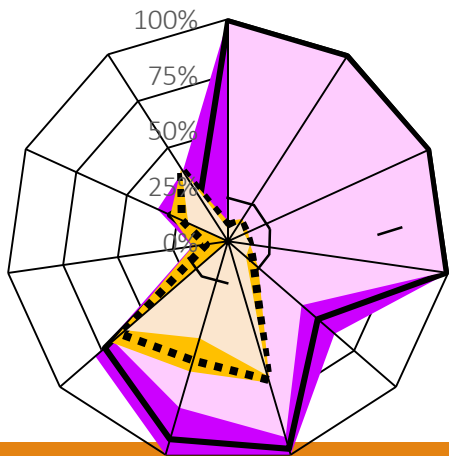


Synthèse du comportement des composés



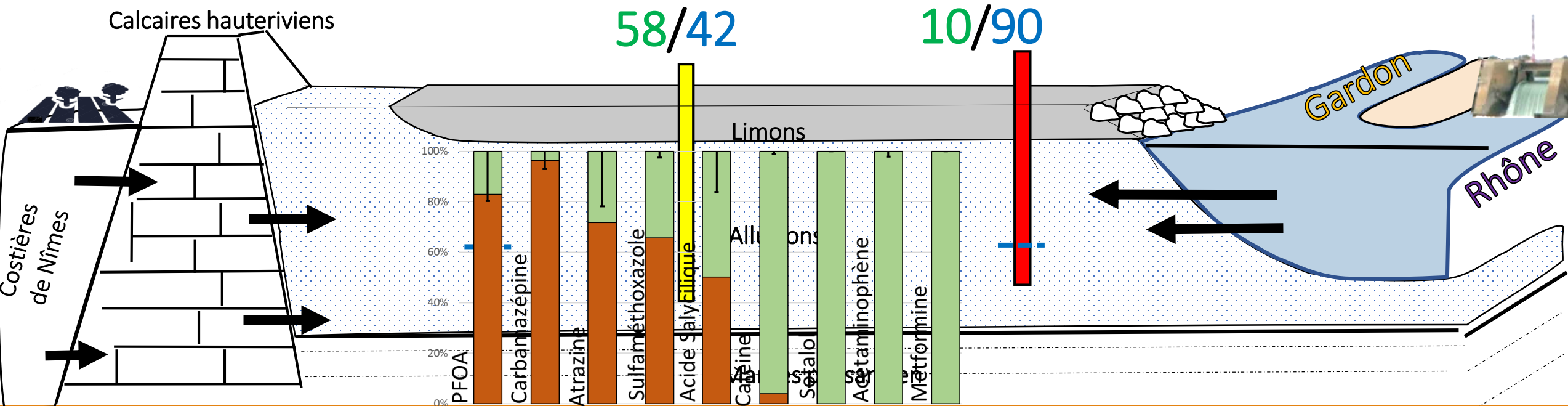
Optimisation des abattements par mélange

- Adapter composition du mélange distribuée dans le réseau
- Garantir pour les 10 composés étudiés un abattement maximal (hors PFOA)
 - Contaminants en priorité ?
 - Capacité du champ captant ?



Bilan du couplage des outils géochimiques et du suivi de contaminants

- Permet de discriminer les comportements persistants et les comportements réactifs sur site
- Valoriser les processus de dilution pour :
 - optimiser la qualité des eaux distribuées au quotidien,
 - adapter la configuration du champ captant en situation accidentelle





Merci de votre attention