

Contamination littorale du lac d'Annecy par les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les éléments traces métalliques (ETM) :

Origines, risques et transfert biologique

Victor Frossard¹, Nathalie Lécrivain², Antoine Duparc³, Bernard Clément², Emmanuel Naffrechoux⁴

Partenaires :



Annecy Lac Pêche



Affiliations :

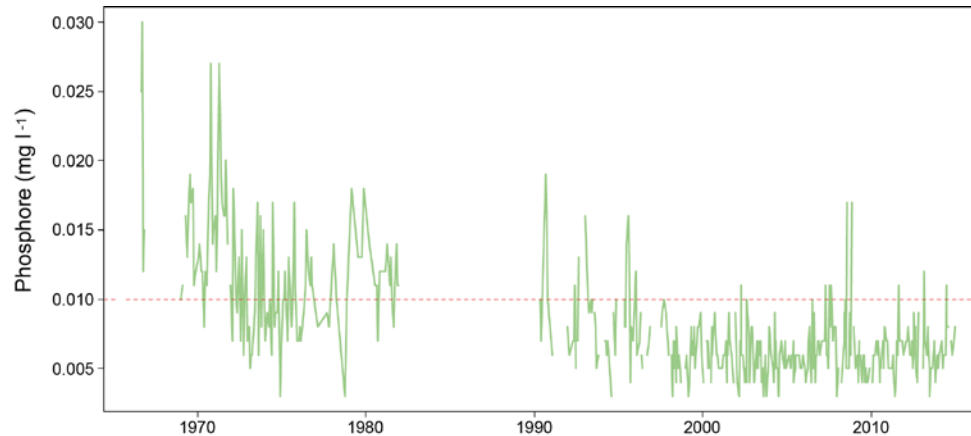
¹ UMR 42 CARTEL, Université Savoie Mont-Blanc, 73376 Le Bourget du Lac, France

² UMR 5023 LEHNA, ENTPE, 69120 Vaulx-en-Velin, France

³ UMR 5553 LECA, Université Savoie Mont-Blanc, 73376 Le Bourget du Lac, France

⁴ LCME, Université Savoie Mont-Blanc, 73376 Le Bourget du Lac, France

Réoligotrophisation du lac → très bonne qualité écologique pélagique



Importance écologique des zones littorales → Pressions anthropiques fortes



SYNDICAT MIXTE DU LAC D'ANNECY

DOSSIER DE PRESSE
Roselières aquatiques et herbiers littoraux du lac d'Annecy : un ambitieux programme de restauration

LA COMPÉTENCE "AMÉNAGEMENT ET PROTECTION DU LAC D'ANNECY" DU SILA ET LA GESTION DES ESPACES NATURELS DE LA ZONE LITTORALE

DAGUET Julien
MUNCH Laetitia

CHRONO ENVIRONNEMENT
UNIFC
UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ

ONEMA
Office national de l'eau et des milieux aquatiques

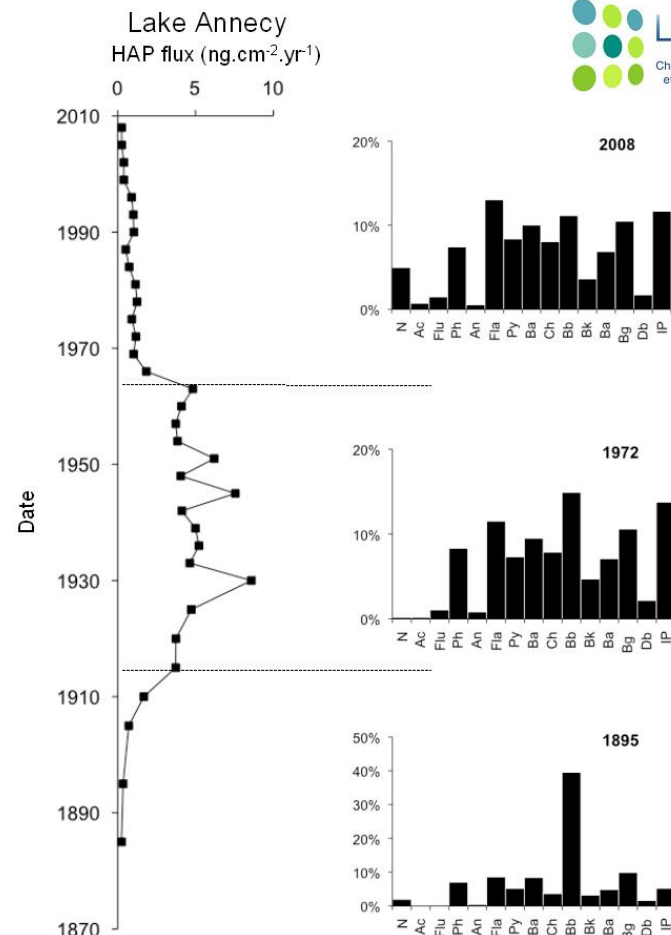
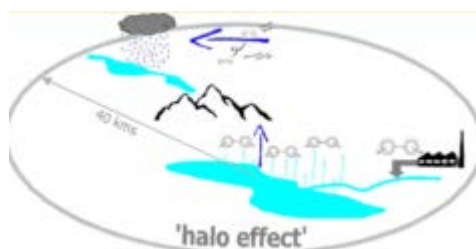
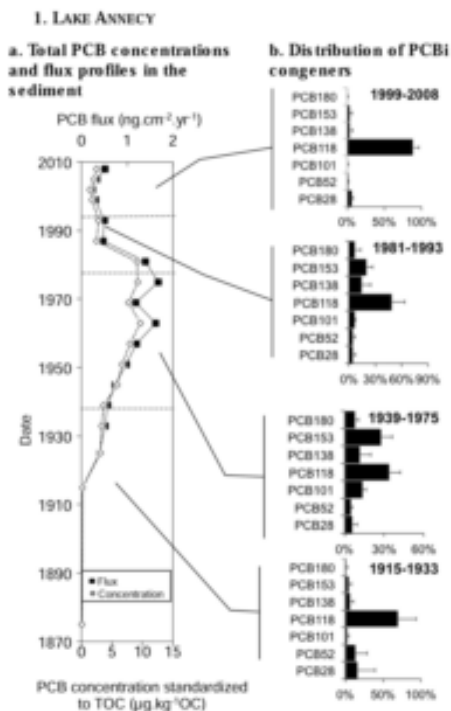
Évolution de la qualité biologique et piscicole de zones littorales lacustres
- Restauration de la roselière du Bout du Lac d'Annecy et remodelage des berges d'une station lémanique -

© Perspectives environnementales

Peu de connaissances sur les contaminants

Historical Profiles of PCB in Dated Sediment Cores Suggest Recent Lake Contamination through the "Halo Effect"

Emmanuel Naffrechoux,^{*,†} Nathalie Cottin,[†] Cécile Pignol,[‡] Fabien Arnaud,[‡] Jean-Philippe Jenny,[§] and Marie-Elodie Perga[§]

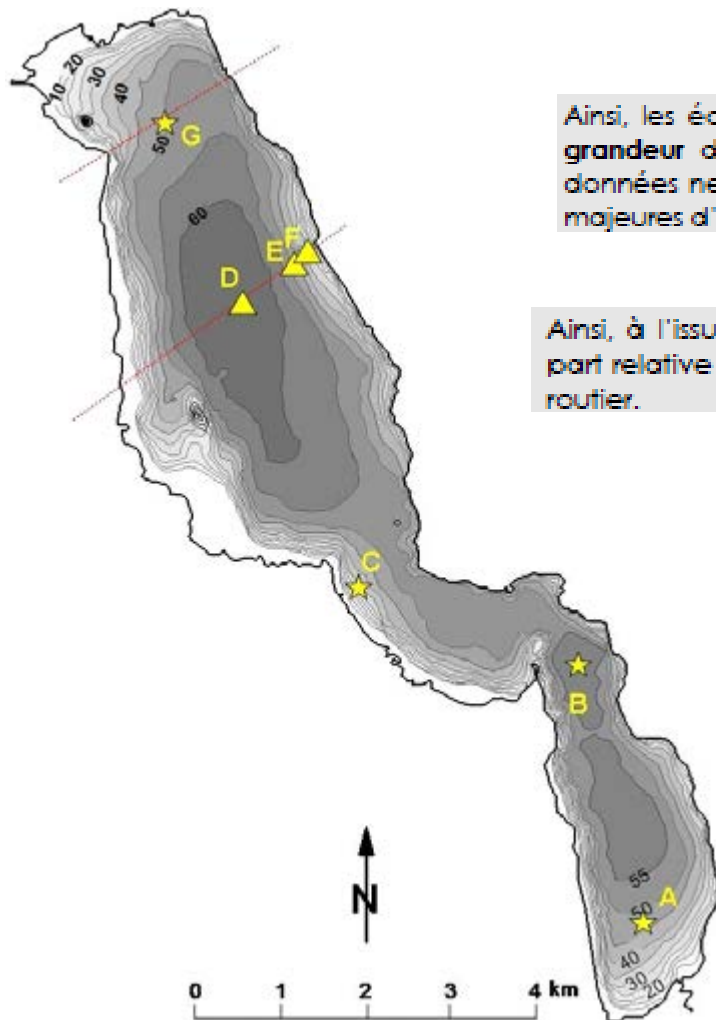


Peu de connaissances sur les contaminants

Ainsi, les échantillonnages réalisés sur le lac d'Annecy ont permis de donner un **ordre de grandeur** de la contamination, mais concernant les sédiments proches des berges, les données ne sont pas suffisantes pour pouvoir mener une approche d'évaluation des zones majeures d'apport, ou discriminer précisément les sources.

Ainsi, à l'issue de cette recherche, aucune réponse ne peut être apportée concernant la part relative des apports de HAP au lac d'Annecy par les bateaux à moteurs ou par le trafic routier.

(SILA 2009)



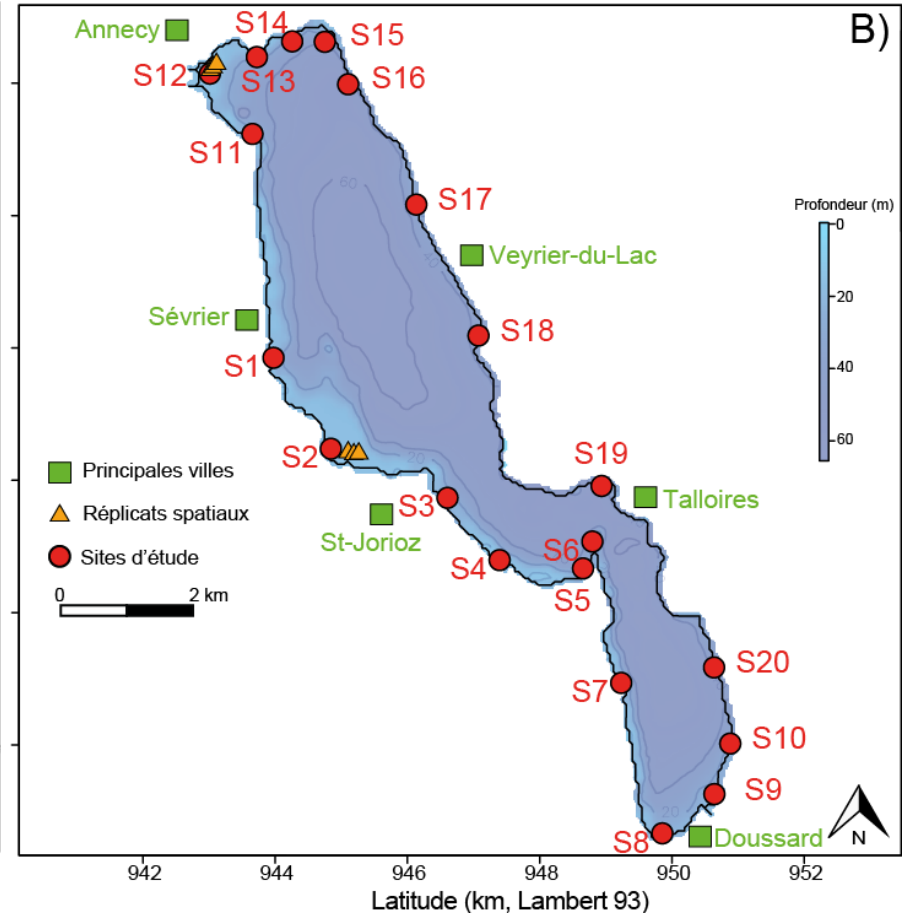
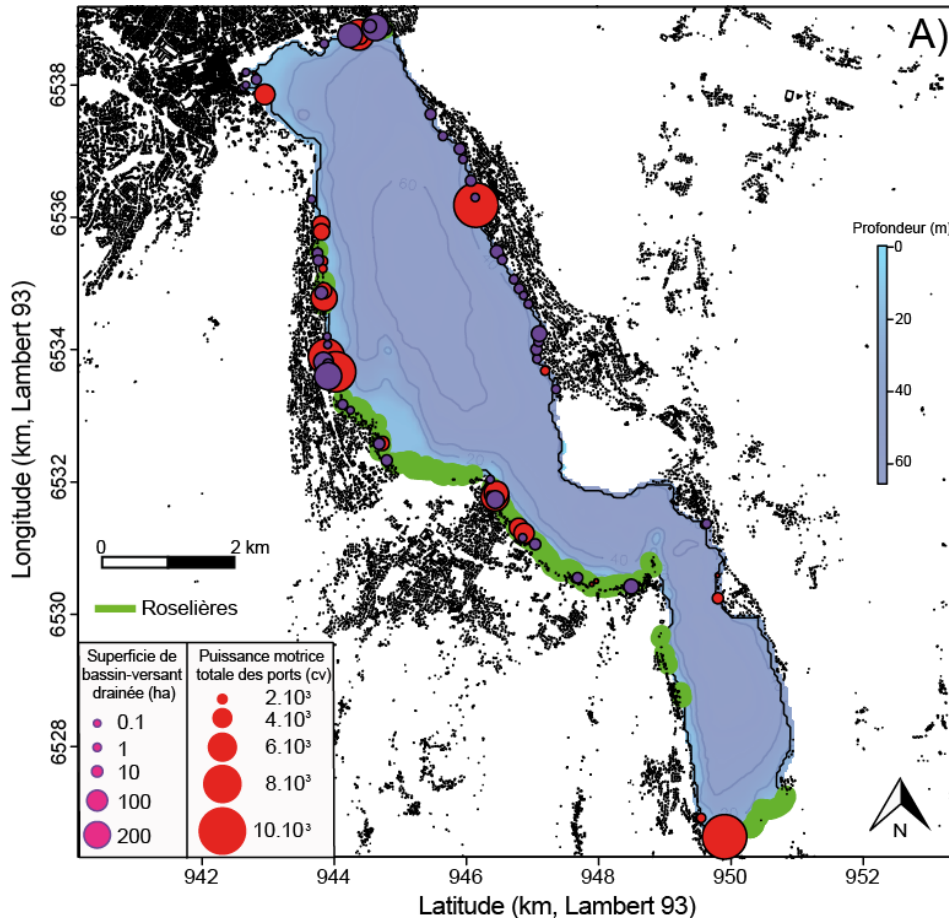
7 points du lac à des profondeurs variées (-68 à -34 m) (SILA, 2009).

Objectifs

- Quelle est l'intensité de la contamination littorale en HAP et ETM dans le lac d'Annecy?
- Y-a-t-il une structure spatiale de la contamination du littorale?
- Y-a-t-il un risque écologique?
- Se transfert-elle dans le réseau trophique du lac?
- Quelles sont les origines de cette contamination?

Prélèvements et analyses
de HAP et ETM sédiment = 20 sites

Evaluation de la variabilité spatiale
stationnelle = représentativité
2 sites → triplicats



Choix stratégiques

Prise en compte des différents contextes littoraux

Ajustement des données HAP → Contam Sediment corrigé %MO
→ Contam Corbicule corrigé %lipides

Risque écologique → méthodologie McDonald (2000)

Comparaison contamination sédiment / contamination considérées comme étant « prédites pour avoir un effet écologique » (PEC)

$$\text{Moyenne des Ratios PEC sédiment} = \frac{\text{Concentration du contaminant}}{\text{PEC contaminant}}$$

Adapté dans un contexte de multicontamination

Classement des sites :

Mean PEC quotient < 0.1	0.1 < Mean PEC quotient < 0.5	0.5 < Mean PEC quotient
Pas d'effets écologiques	Effets écologiques possibles	Effets écologiques probables

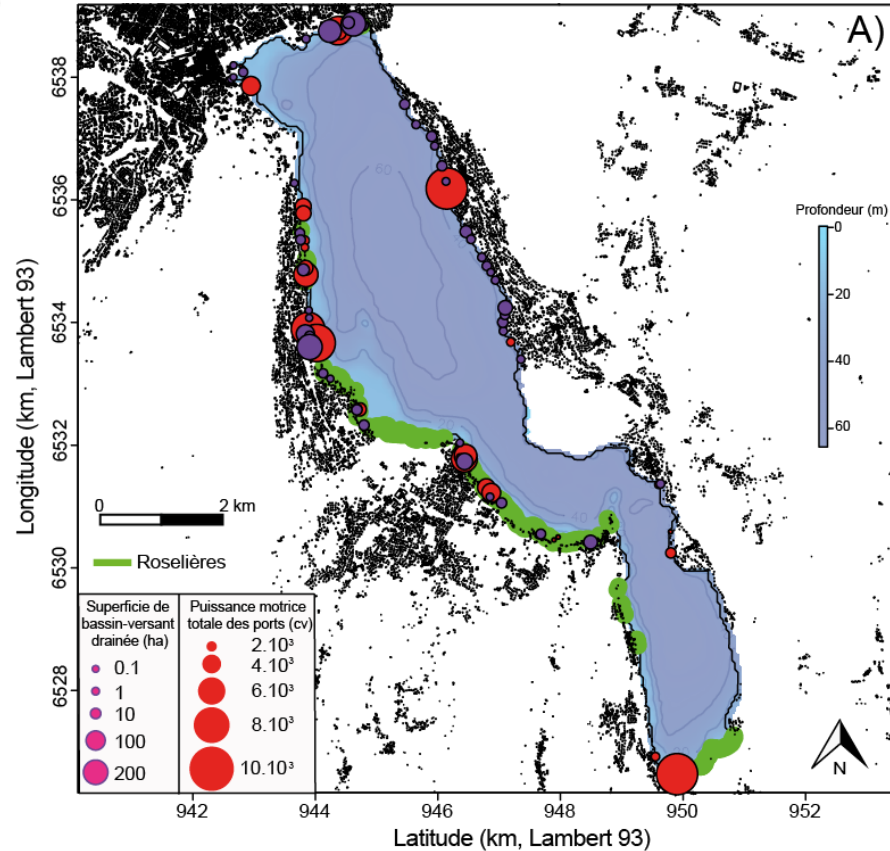
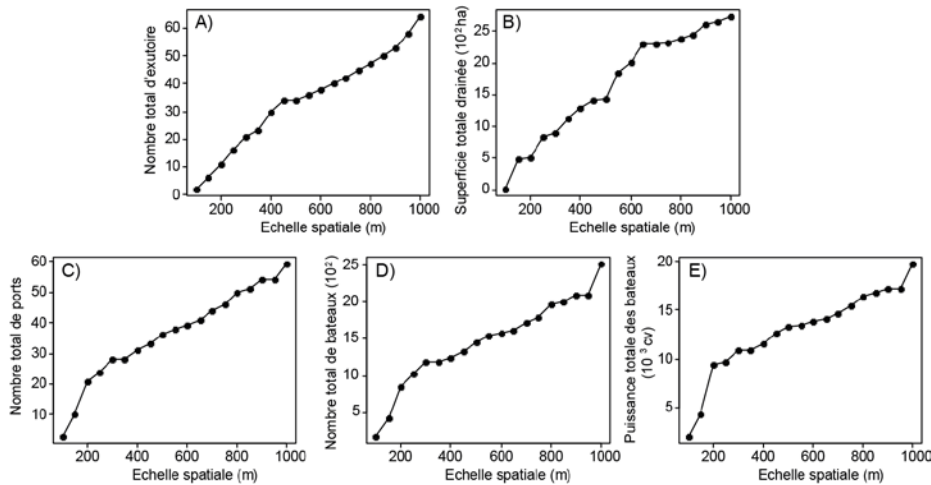
Evaluation du transfert des contaminants :

$$\text{Facteur de bioconcentration (BCF)} = \frac{\text{Contamination corbicules}}{\text{Contamination sédiment}}$$

Origine de la contamination??

- Prise en compte de pressions anthropiques
- au sein du lac (métriques portuaires, ALP)
- du bassin versant (métriques BV, SILA)

Quelle échelle spatiale?



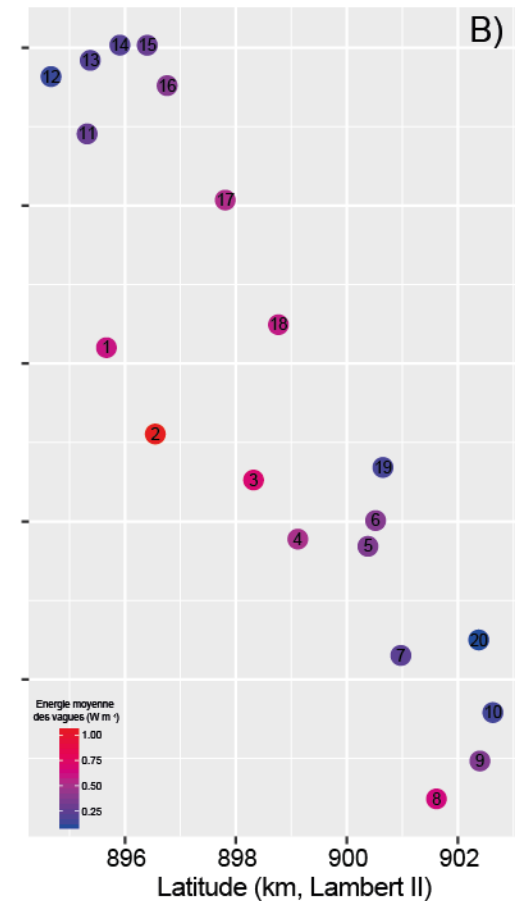
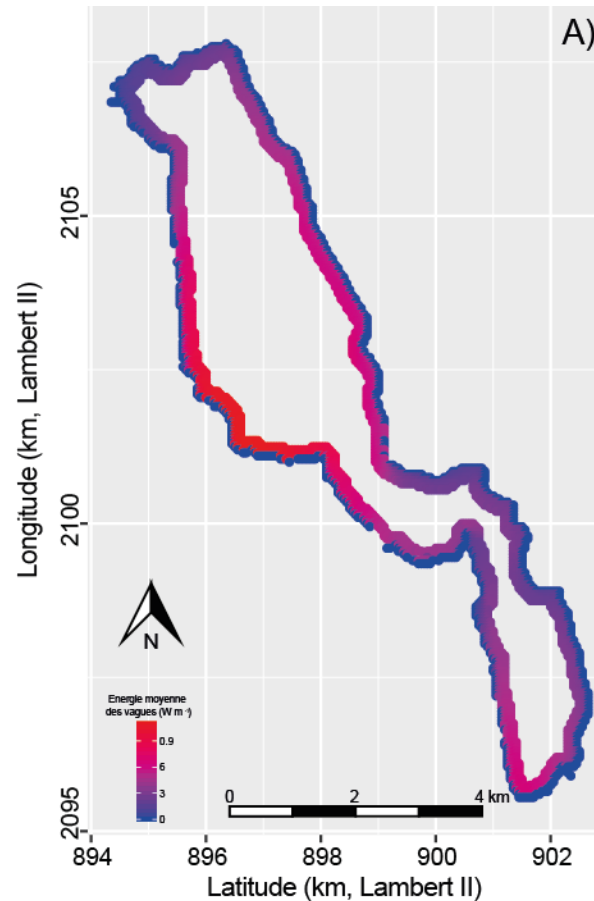
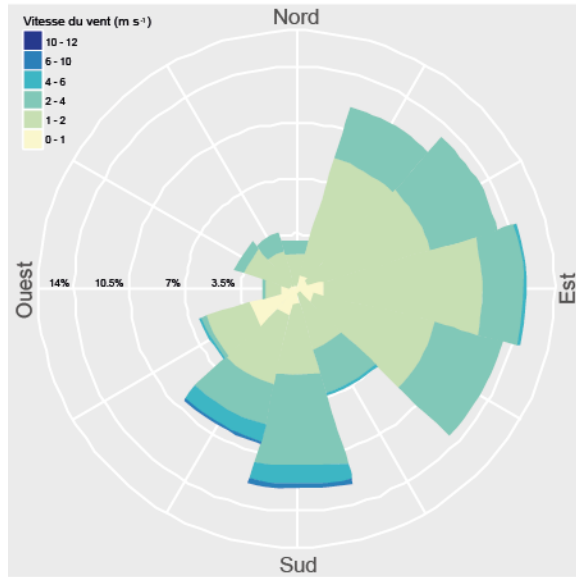
Prise en compte de 2 échelles spatiales :
200 m et 600 m

Variables explicatives

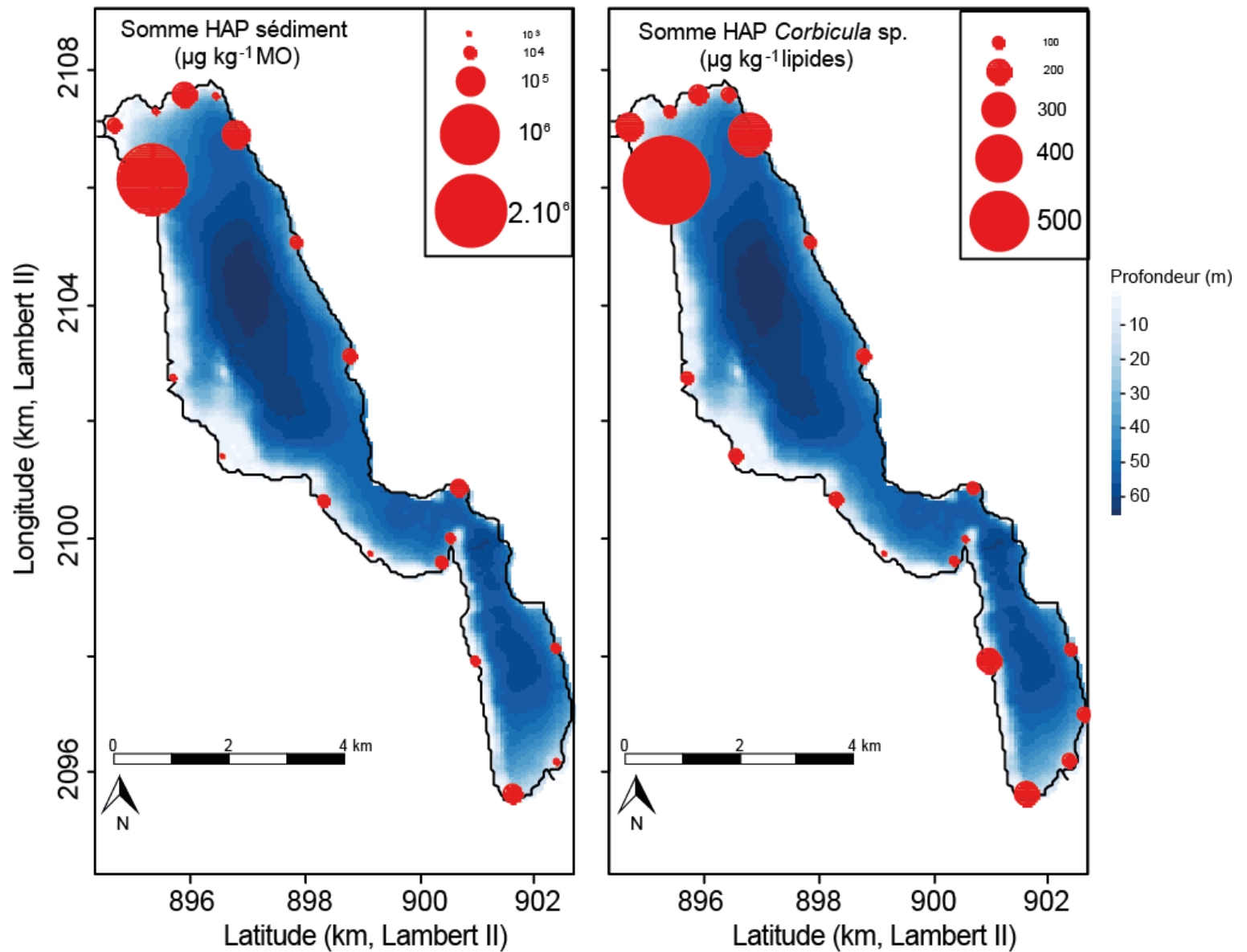
Origine de la contamination??

Prise en compte de pressions anthropiques
du contexte environnemental

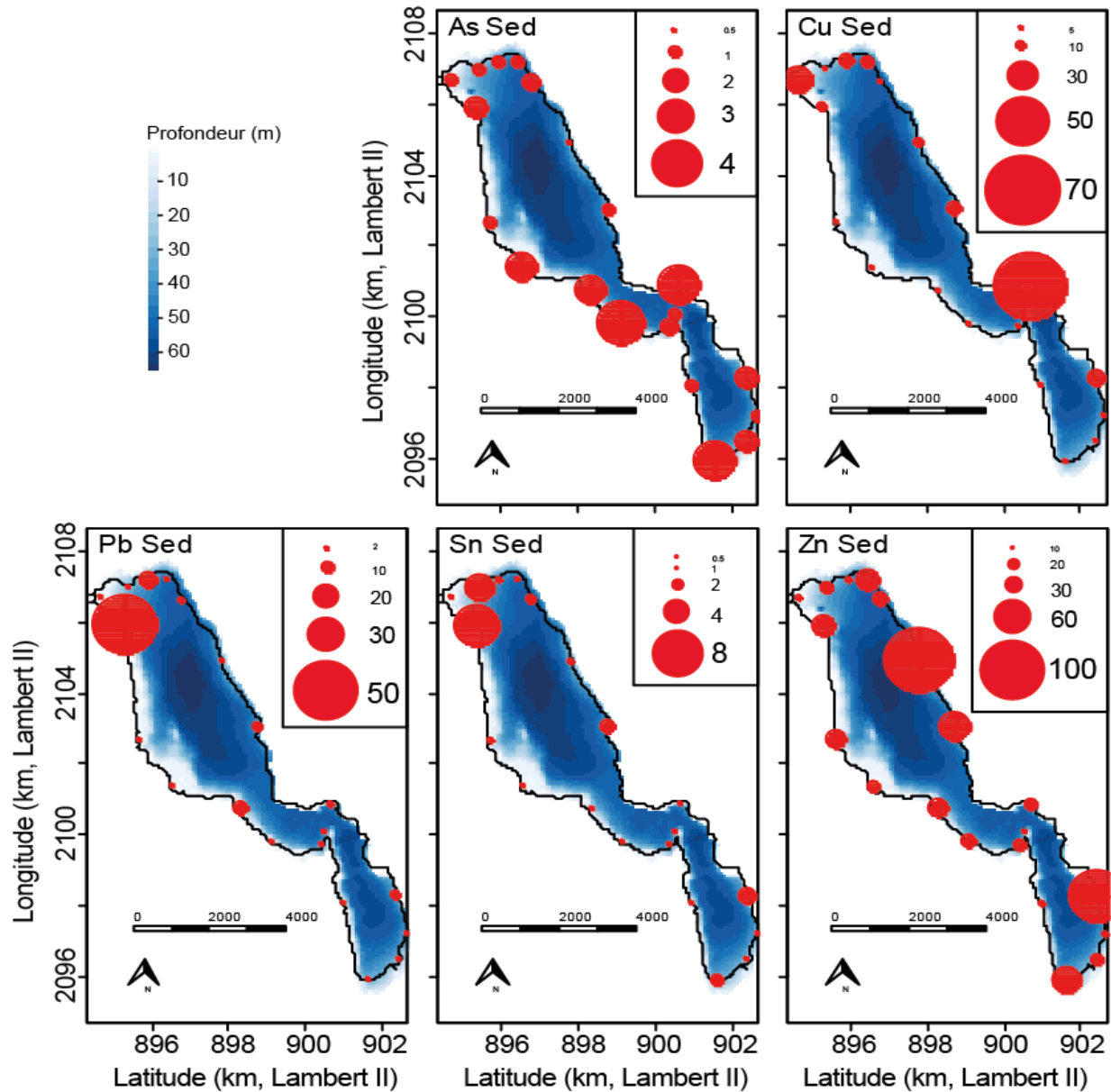
- Énergie des vagues
- Pente moyenne du site
- MO sédiment



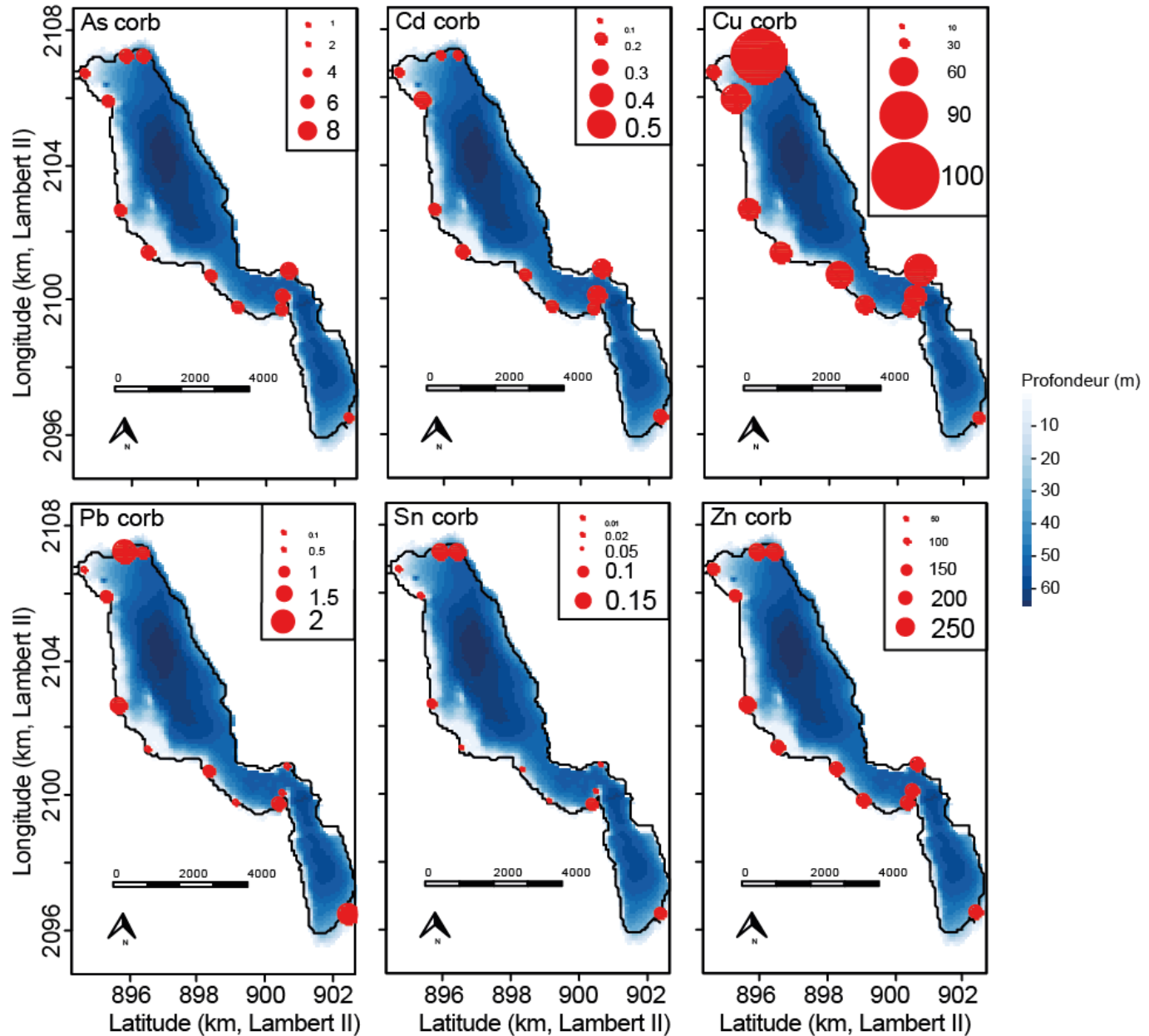
HAP



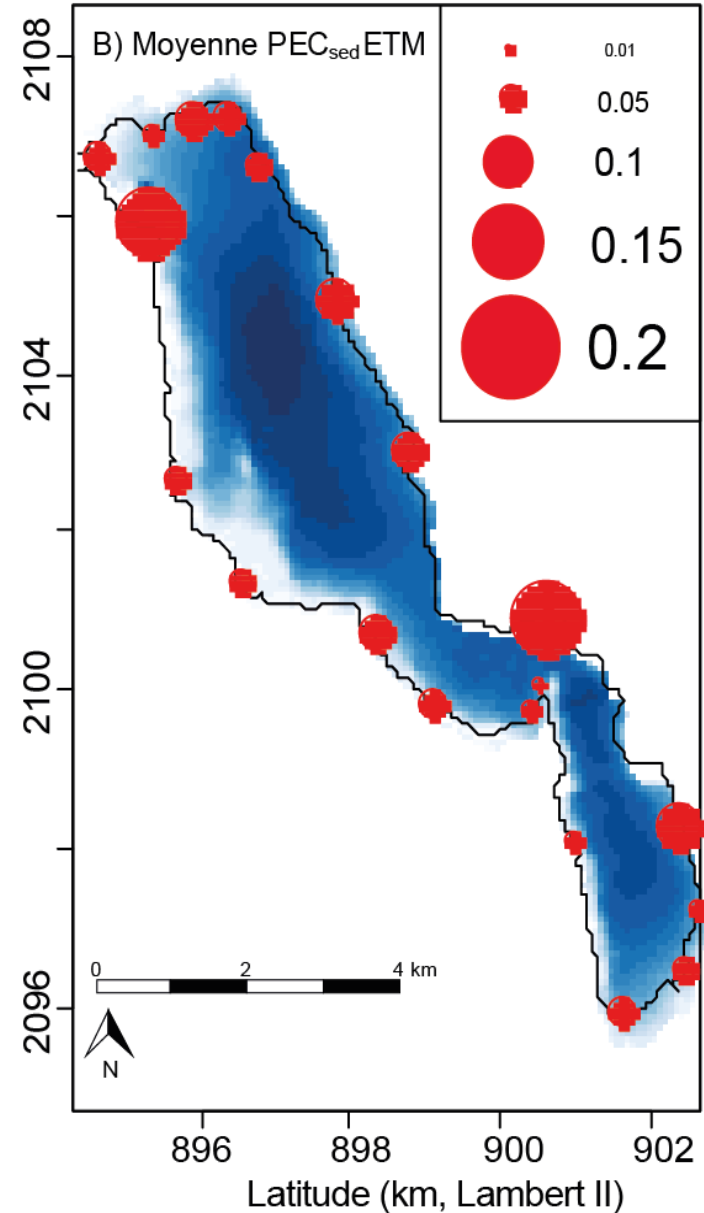
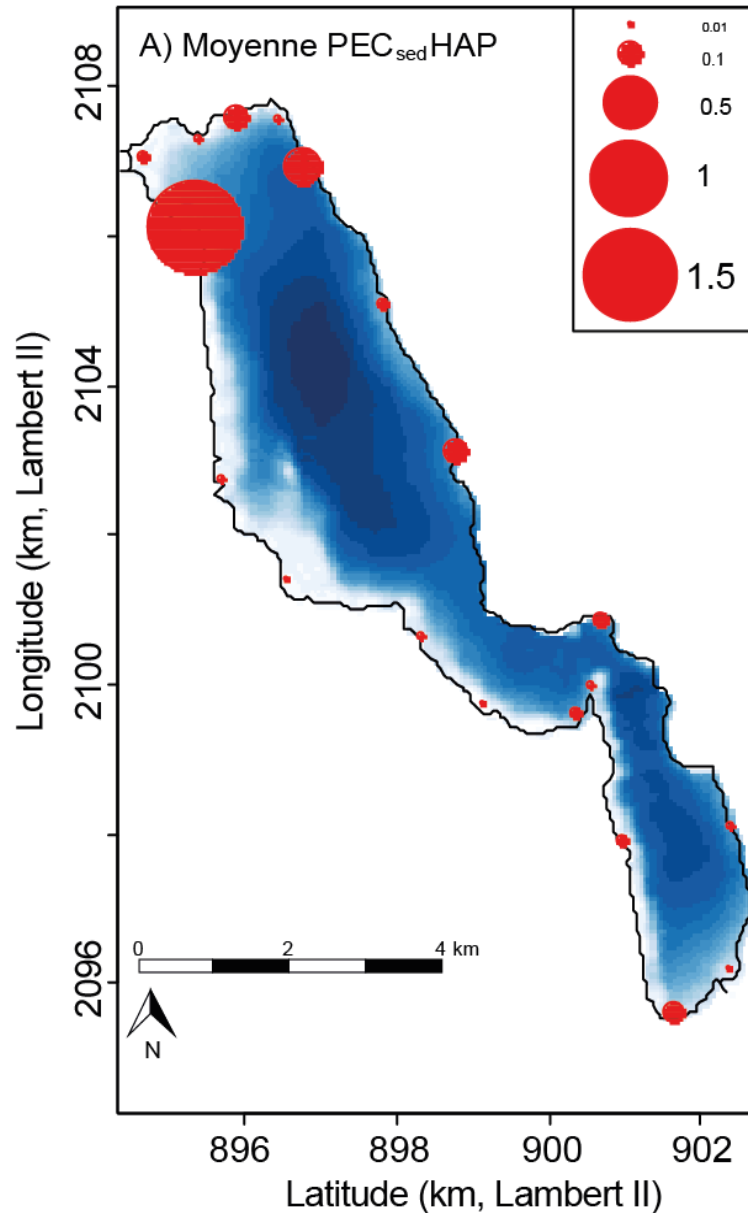
ETM



ETM

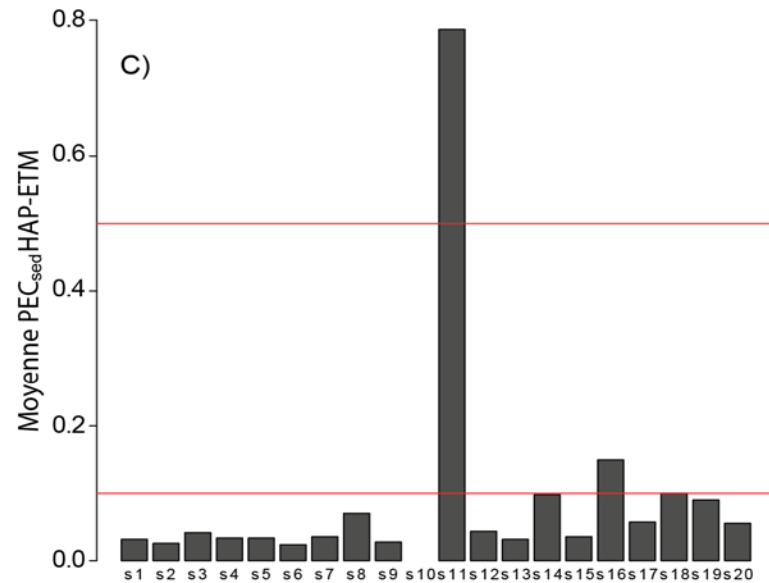
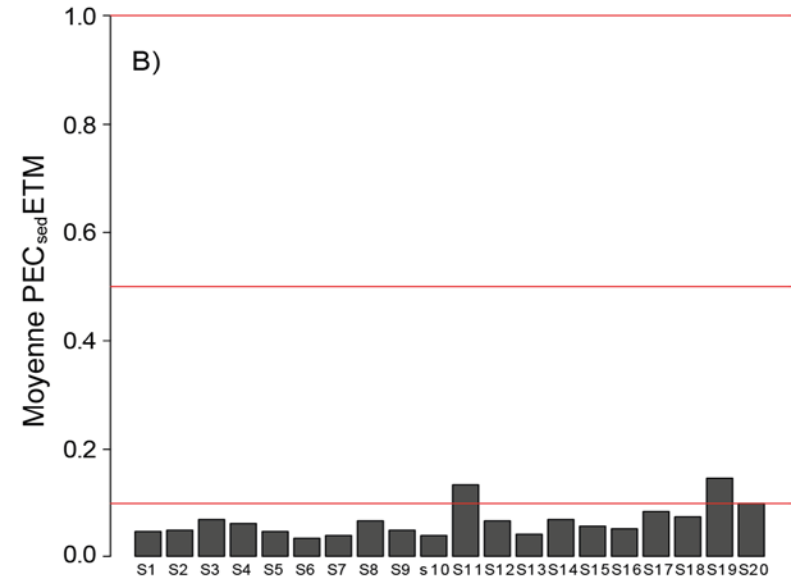
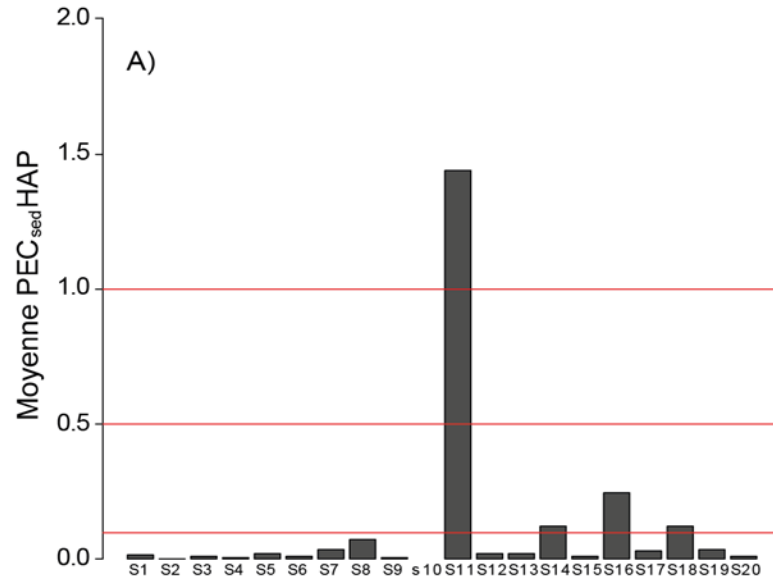


Moyennes PEC sédiment HAP et ETM

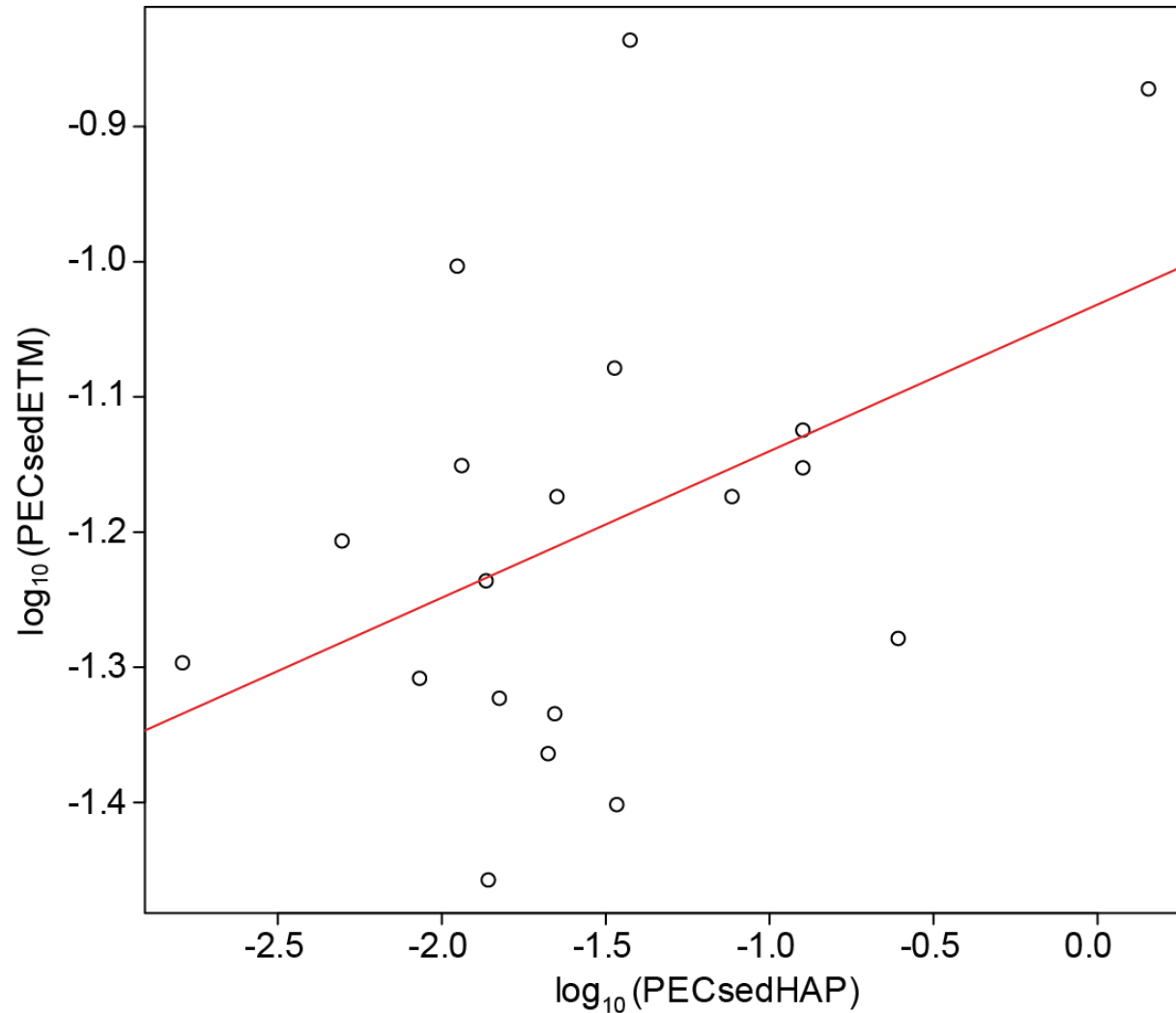


Résultats

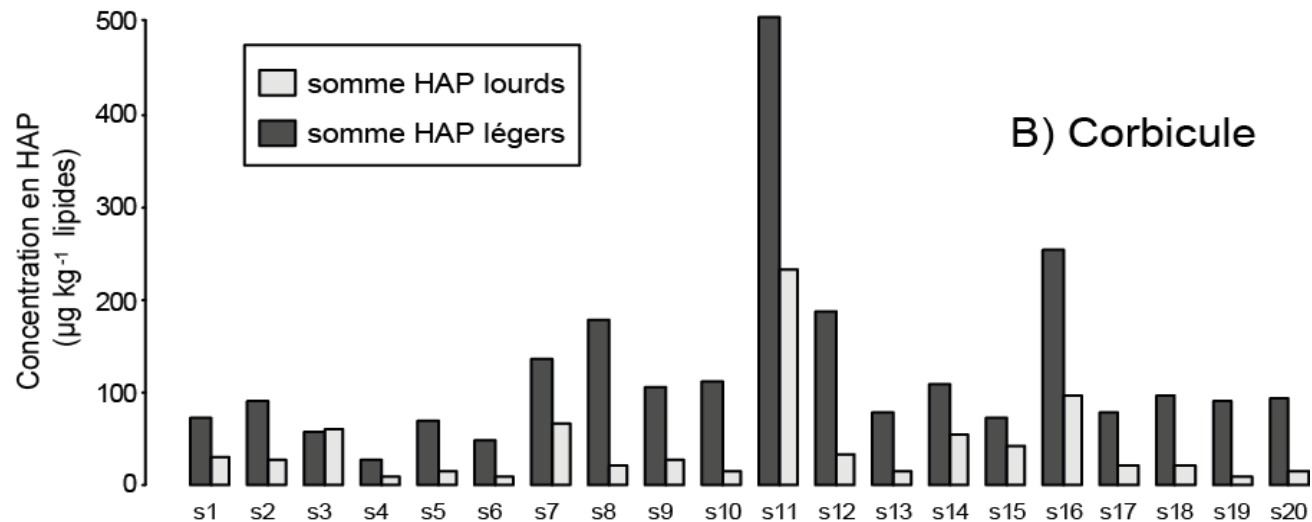
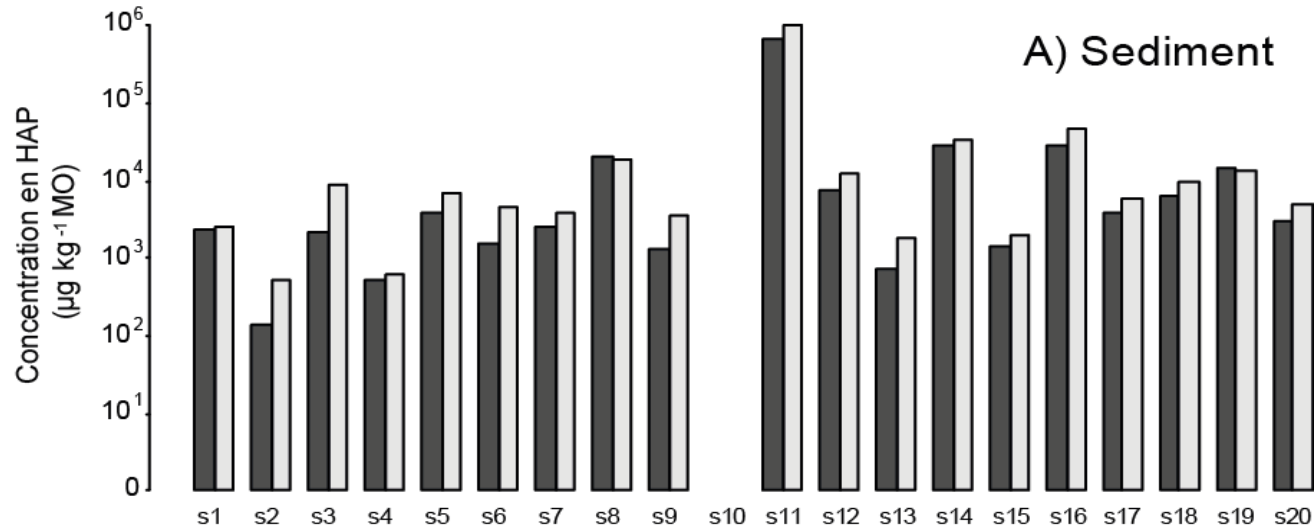
Moyennes PEC sédiment HAP et ETM



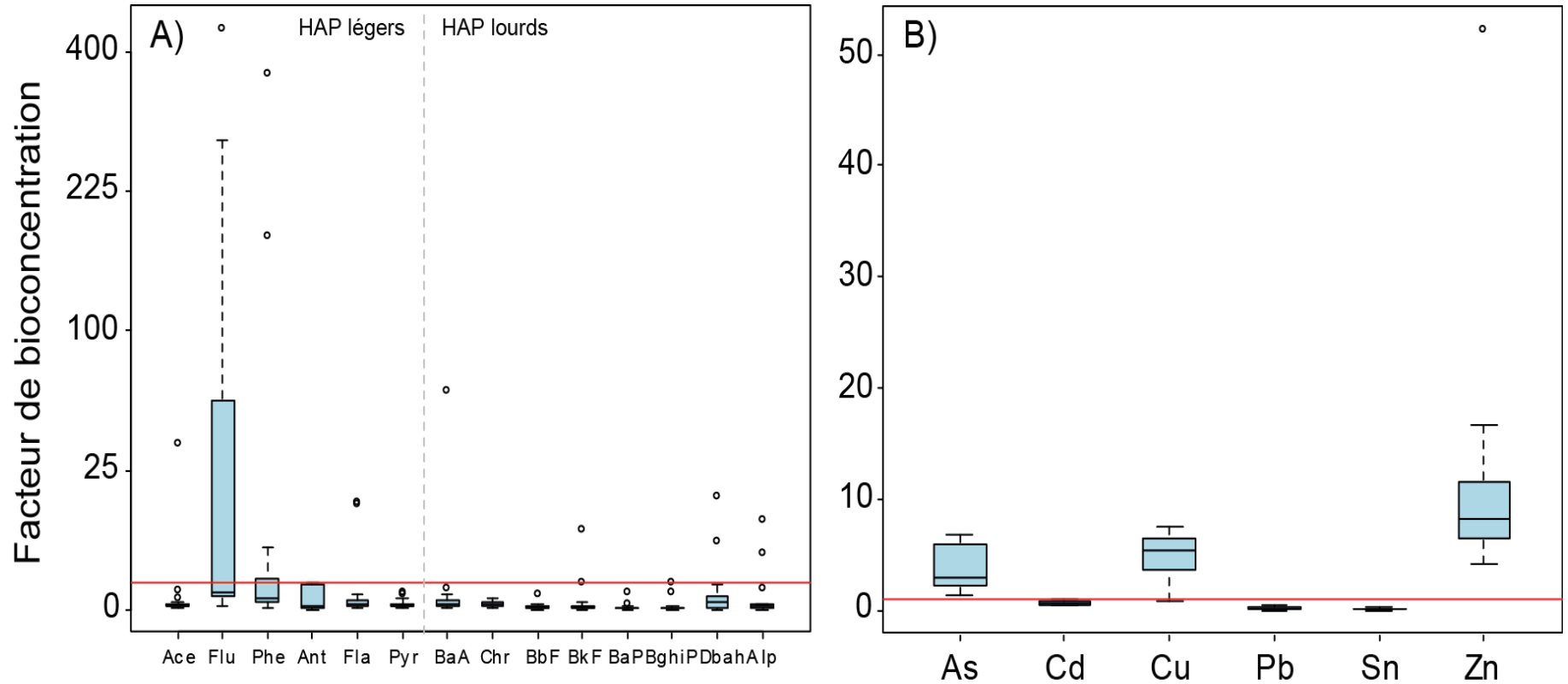
Pas de relation significative entre les PPECsedETM et PECsedHAP
(ANOVA, $r^2_{adj} = 0.13$, $p = 0.06$)



Différences de contamination HAP entre sédiment et cobicules



Bioconcentrations variables entre contaminants



Variables explicatives de la contamination des corbicules

		Somme HAP		As		Cd		Cu		Pb		Sn		Zn	
		200 m	600 m	200 m	600 m	200 m	600 m	200 m	600 m	200 m	600 m	200 m	600 m	200 m	600 m
Variables explicatives	Contaminant sédiment	***+	***+												
	Matière organique sédiment							** ₋				* ₊		***+	
	Nbre exutoires			. ₊	. ₊		** ₋		. ₋		** ₋		. ₋		
	Surface bassin-versant drainée							***+	**+	* ₊	**+	. ₊	**+		* ₊
	Energie moyenne des vagues				. ₊				**+						
	Pente	. ₋	. ₋	**+	**+			* ₊	**+		* ₋				
	Puissance motrice des ports										* ₊			***+	. ₊
	R ² _{adj}	0,59	0,59	0,54	0,63	#	0,53	0,9	0,83	0,28	0,58	0,49	0,57	0,78	0,6

Discussion

- En moyenne, contaminations relativement faibles en ETM et moyennes en HAP

Tableau 5 : Concentrations en HAP des sédiments de surface (0-5 cm) du Lac d'Annecy (moyennes des mesures réalisées sur 7 points du lac en avril 2008).

	[HAP]sédiments de surface (en µg/Kg MS)	
	Moyenne Petit Lac	Moyenne Grand Lac
Benzo(a)pyrène	26 ± 3	73 ± 24
Dibenzo(a,h)anthracène	<10	<10
Acénaphthylène	<10	<10
Acénaphthène	<10	<10
Fluoranthène	25 ± 20	94 ± 60
Benzo(b)fluoranthène	<10	130 ± 34
Benzo(k)fluoranthène	16 ± 1	45 ± 11
Benzo(g,h,i)peryène	50 ± 6	86 ± 57
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	27 ± 3	89 ± 57
Anthracène	<10	<10
Chrysène	31 ± 1	83 ± 26
Fluorène	<10	<10
Naphtalène	<10	<10
Fyrène	13 ± 7	94 ± 27
Phénanthrène	<10	53 ± 15
Benzo(a)anthracène	17 ± 0	47 ± 17
∑16[HAP]	246 ± 29	827 ± 257

Concentrations HAP (2018) = 797 ± 1293 µg kg MS

- 1042 ± 1615 µg kg MS dans le grand lac
- 412 ± 329 µg kg MS dans le petit lac

7 points du lac à des profondeurs variées (-68 à -34 m)
(SILA 2009).

- En moyenne : contamination plus forte dans le grand lac que dans le petit lac
- Forte variabilité spatiale des contaminants
- Forte contamination du site S11

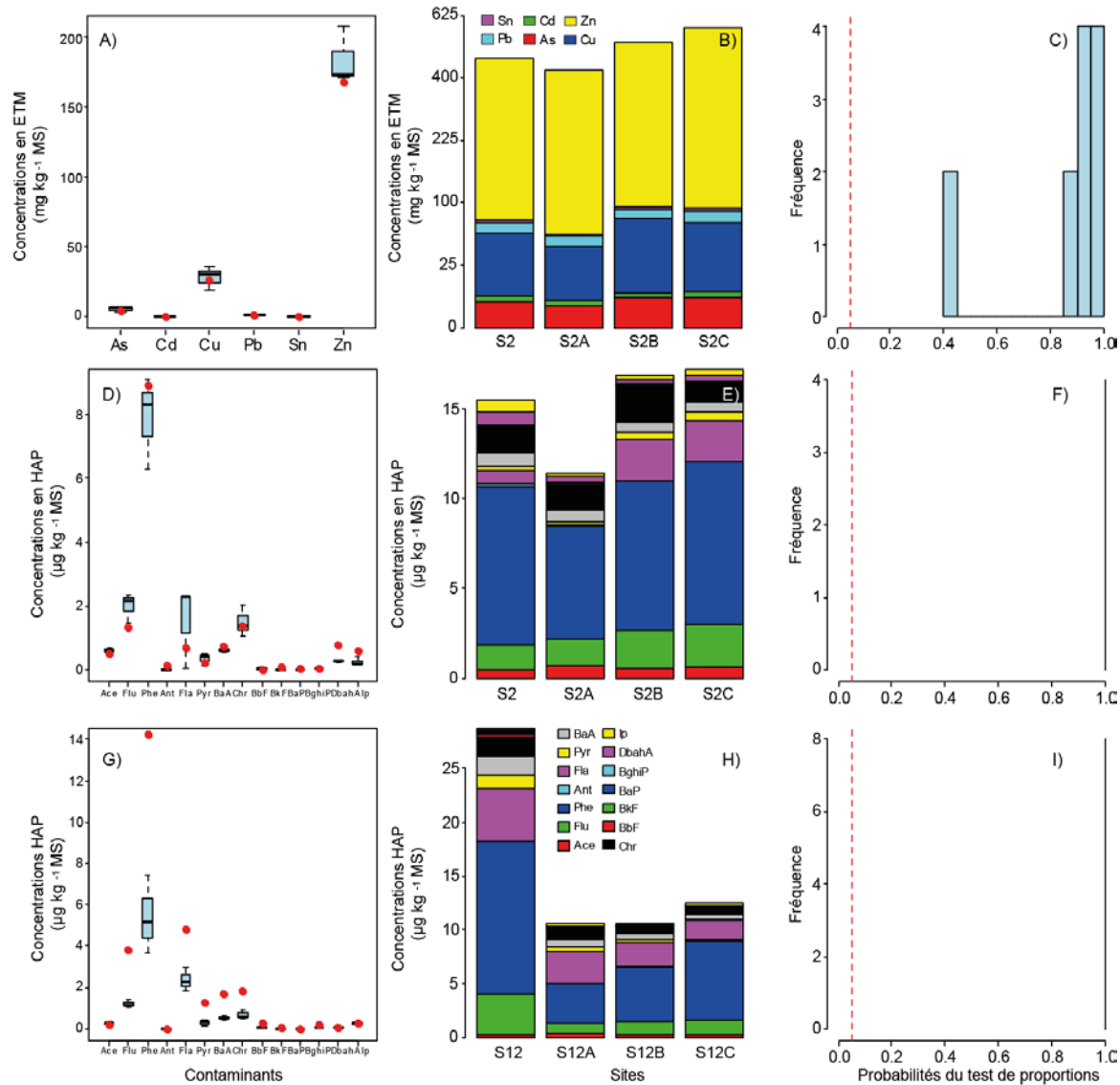
Discussion

- Risque écotoxicologique en moyenne faible mais non négligeable pour différents sites (S11, S14, S16, S18)
- Variabilité dans le transfert des contaminants (BCF)
 - Conséquences sur la contamination de l'ensemble du réseau trophique?
- Sources de contamination :
 - Limites → précision des métriques (BV / nautisme)
 - Implication des apports du bassin-versant
 - Secondairement nautisme
 - Rôle de l'environnement
- Perspectives :
 - Investigations spécifiques : secteurs de fortes contamination localisée → quelle amplitude spatiale
 - Gestions des apports du bassin-versant → amélioration / création
 - Encourager les bonnes pratiques (activités nautiques)

Merci pour votre attention

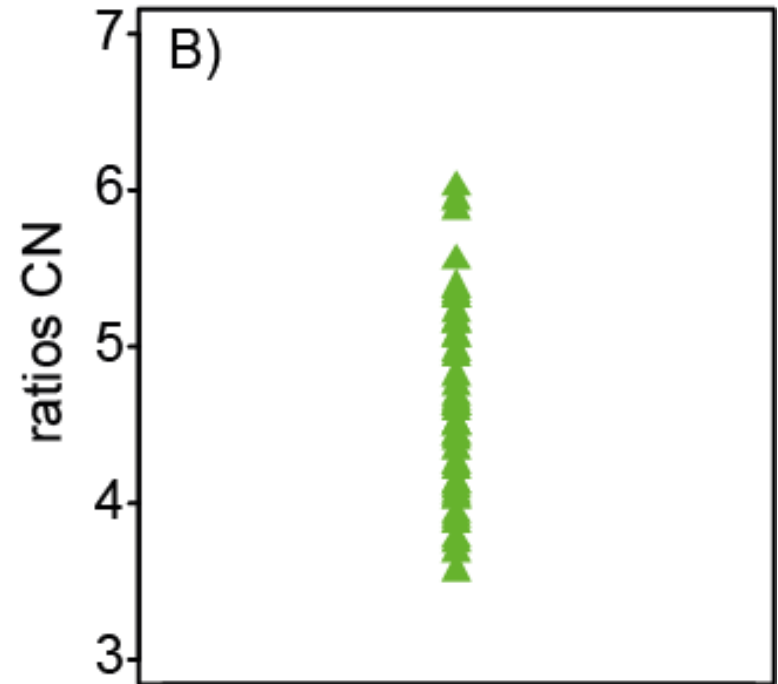
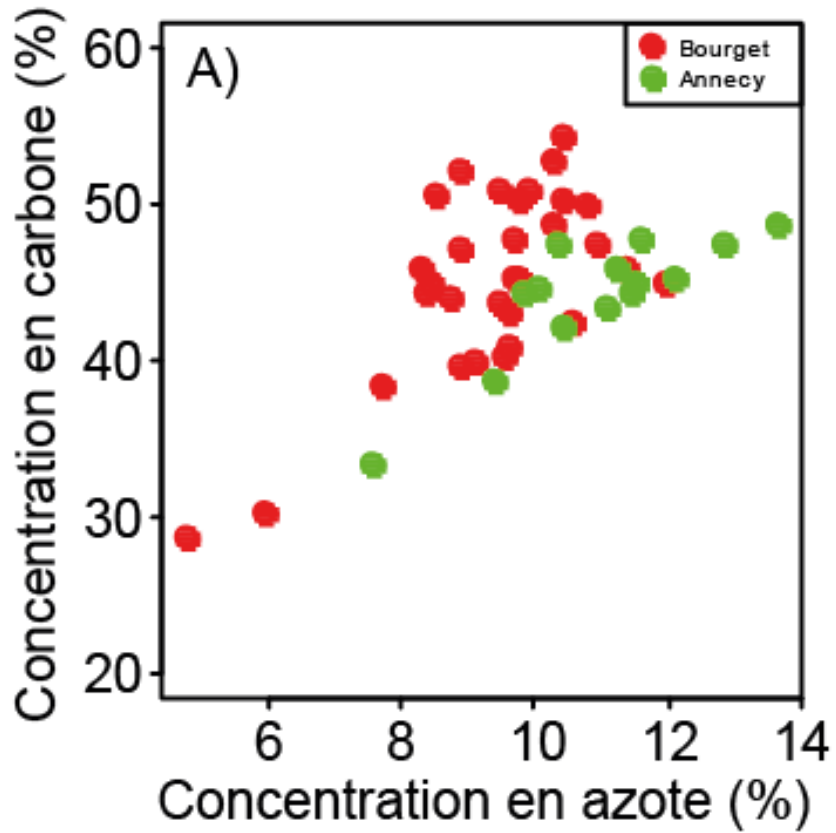


Analyse de la variabilité spatiale intra-site de la contamination



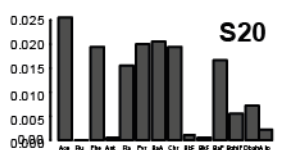
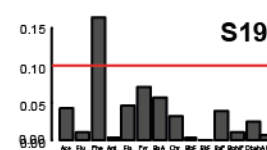
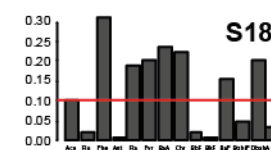
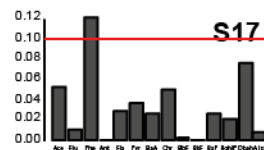
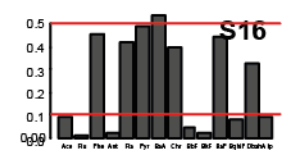
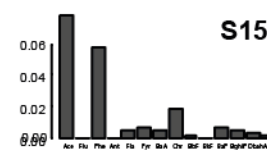
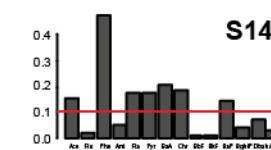
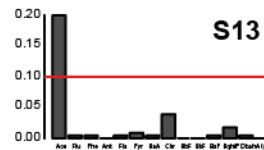
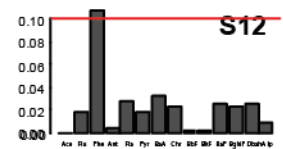
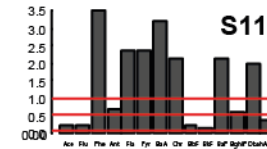
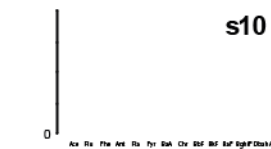
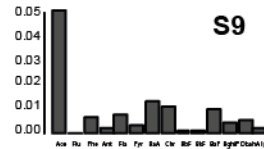
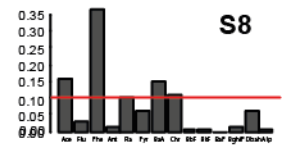
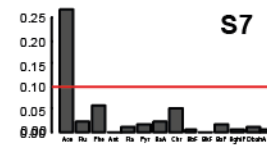
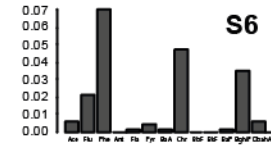
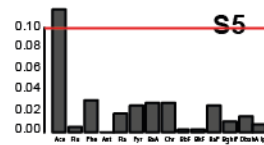
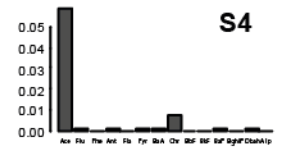
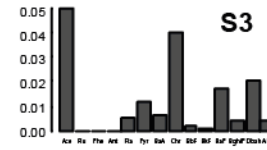
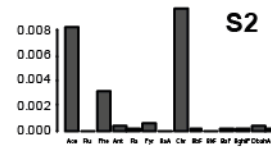
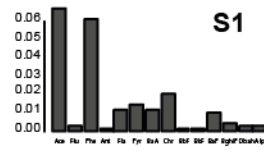
Annexes

Compositions C et N et ratios CN pour les corbicules d'Annecy et du Bourget utilisés pour estimer la concentration moyenne en lipides des corbicules (12.9%)



Annexes

Ratios PECsédiment HAP



Annexes

Ratios PECsédiment ETM

