

Perspectives :

Selon les résultats obtenus, il existe un transfert potentiel de certaines molécules émergentes dans la biocénose (plantes et vers de terre). Il conviendra de mesurer la bioaccumulation *in natura*, et donc de calculer le facteur de bioconcentration dans ces organismes cibles représentatifs des écosystèmes présents sur les marges fluviales.

Plus-value pour les praticiens :

Les données d'évaluation environnementale confrontées aux données de bioaccumulation *in vitro* et *in natura* sont des éléments de prospective dans le cadre de projets d'aménagement ou de réhabilitation des marges, et notamment de leurs démantèlements. Ces analyses devront servir à l'évaluation des risques environnementaux dans les scénarii de gestion et du devenir des casiers. Ils sont un outil et un complément nécessaire aux travaux géophysiques et chimiques de caractérisation des stocks présents.

Références :

AFNOR (1982). *Essai d'inhibition de germination de semences par une substance*. NF X 31-20.

Lebourg, A., 1996. *Etude de L'extraction des Métaux en Traces de Sols Pollués en Vue de la Détermination de leur Biodisponibilité*. Sciences, Spectrochimie, Réactivité, Molécules, Solides. Université des sciences et technologies de Lille, Lille, 148.

ISO 11268-2 (2012). *Soil quality – Effects of pollutants on earthworms – Part 2: Determination of effects on reproduction of Eisenia fetida /Eisenia andrei*.

Biodisponibilité et évaluation du risque environnementale des polluants organiques présents dans les sédiments de casiers Girardon

Résumé :

Nous avons échantillonné 4 zones de dépôt de sédiments aux temporalités de remplissage différentes, sur le secteur de Peyraud (PK 61.5). Nous avons évalué la biodisponibilité en polluants de ces 4 matrices ainsi que leur toxicité sur des organismes terrestres via des tests de reproduction sur *Eisenia* sp. Les résultats de caractérisation chimique des différents sols/sédiments montrent une diversité en termes de concentration en matière organique (MO) et des teneurs variables en éléments traces métalliques (ETMs) et certains polluants organiques. On note une diminution des ETMs et des PCDD/DF et PCBs avec le temps, correspondant aux différentes fenêtres temporelles de remplissage du casier. Pour les essais *in vitro* avec les vers de terre adultes, on note peu d'effet à l'exception du sol/sédiment II.b qui induit une grande variabilité de la mortalité des adultes. Enfin, concernant le nombre de juvéniles issus de la reproduction dans les différents sols/sédiments, on note aussi une variabilité plus affirmée pour le sol/sédiment II.b et un nombre plus important de juvéniles pour le sol IV.a.

Objectifs du projet et mise en contexte :

Les sédiments sont riches en substances organiques et inorganiques héritées du drainage des sols du bassin versant. Certaines de ces substances sont naturellement introduites dans le milieu par les processus d'érosion et de biodégradation des sols, d'autres sont uniquement d'origine anthropique et ont été disséminées dans l'environnement au cours du temps. Le lit majeur du Rhône a fait l'objet de nombreux aménagements au cours du 20^{ème} siècle avec notamment la construction des casiers Girardon. Ces aménagements ont conduit à une modification significative de la sédimentation lors des débordements. Ce projet a pour objectif de caractériser la mobilité des contaminants organiques et inorganiques de les marges fluviales du Rhône, en couplant à la fois la caractérisation des contaminants présents dans les matrices sol/sédiment et leurs niveaux de concentration, mais également d'aborder le potentiel de ces polluants en termes de mobilité environnementale via des approches par extractions chimiques (Lebourg, 1986), la mesure d'effets écotoxicologiques (croissance et reproduction) et de transferts vers la biocénose via des mesures de bioaccumulation pour des organismes représentatifs du milieu terrestre (plantes et vers de terre).

Contacts :

Jean-Philippe BEDELL – LEHNA-IPE, UMR 5023, ENTPE, LYON 1
bedell@entpe.fr

Méthodologies :

Nous avons choisi des sites déjà étudiés dans le cadre de l'OSR4 (2015-2017) permettant de cibler des marges fluviales (casier Girardon, lînes...) où une caractérisation de la subsurface a été réalisée d'un point de vue ETM et physiques (structure sur profil géophysique, granulométrie, susceptibilité magnétique...). Ces sites ont été caractérisés pour des polluants organiques (PCDD/F, PCBs, RFBs), des valeurs agronomiques et quelques éléments nécessaires à la compréhension des phases porteuses des polluants (teneur en COT, N, P, CEC...). Ainsi, nous avons pu affiner le choix de la typologie de marges et donc de sédiments à échantillonner pour les essais de mobilité, d'écotoxicité et *in fine* de bioaccumulation dans les organismes cibles.

Grâce à ces travaux, nous avons sélectionné 4 zones déposées avec des temporalités différentes en lien avec le remplissage dans le casier PEY N°6 du secteur de Peyraud (PK 61.5). Sur ces 4 matrices nous avons réalisé une évaluation de la biodisponibilité par des extractions chimiques simples (CaCl₂, NaOAc, DTPA...). La mise en culture de plantes a été réalisée avec 3 espèces végétales selon la norme AFNOR X31-201 (1982), afin de mesurer l'effet des sols/sédiments sur la germination et la croissance. Enfin, les organismes terrestres retenus sont les annélides oligochètes (communément nommé les vers de terre) utilisés pour l'évaluation de la toxicité et/ou de l'écotoxicité de polluants. Il existe des tests normalisés s'appuyant sur *Eisenia* sp. dont la norme ISO-DIS 11 268-2 (2012) qui permet de déterminer les effets de polluants sur la reproduction.

Principaux résultats :

Les résultats obtenus montrent une diversité de zones/sols en termes de concentration en matière organique (MO) et des teneurs variables en éléments traces métalliques (ETMs) et certains polluants organiques (Tableau ci-dessous).

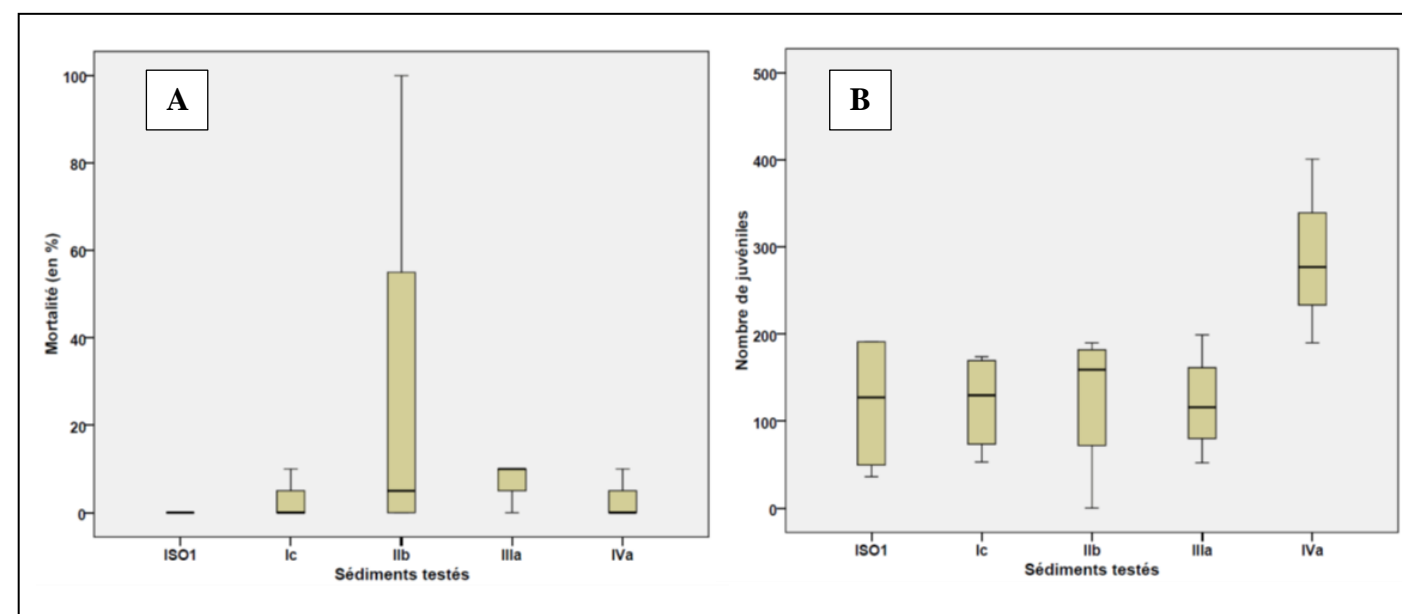
Les teneurs « historiques » en PCB et PCDD/DF sont bien présentes et ce malgré des dépôts d'âges différents. On observe également la présence de certains retardateurs de flamme bromés (RFBs) comme les PBDE ou les HBCD.

	pH	EC	MO	NT Dumas	P Olsen	Zn	Cu	Cr	Cd	Hg
	(KCl)	EC (µS/cm)	g/Kg DW	g/Kg DW	g/Kg DW	mg/Kg DW	mg/Kg DW	mg/Kg DW	mg/Kg DW	mg/Kg DW
SOL I c	7,49	59,73	32,59	1,59	0,108	46,96	54,31	75,51	1,59	0,99
SOL II b	7,55	65,33	29,84	1,39	0,14	24,69	23,95	43,38	0,81	0,16
SOL III a	7,74	43,1	26,33	1,33	0,013	36,29	24,70	43,67	0,59	0,46
SOL IV a	7,48	68,97	41,49	1,88	0,114	22,54	24,74	47,05	0,52	0,09
	Somme des PCDDs	Somme des PCDFs	somme 6 PCB NDL	Somme 8 PBDE Indicateurs	Somme des 3 HBCD	[TBBPA]	nRFB [TBBPA-bDiBPrE]	Période de remplissage		
	(ng/kg DW)	(ng/kg DW)	(µg/kg DW)	(ng/g DW)	(µg/kg DW)	(µg/kg DW)	(ng/g DW)			
SOL I c	756,19	101,90	46,63	74,10	3,990	0,102	0,17	Entre 1911 et 1958		
SOL II b	335,58	34,31	28,69	70,67	0,910	0,011	0,17	Entre 1958 et 1972		
SOL III a	95,31	54,14	5,57	4,10	0,066	0,071	0,16	Entre 1972 et 1986		
SOL IV a	153,86	25,45	14,69	50,93	2,390	0,421	0,16	Entre 1986 et 2009		

On note une diminution avec le temps des ETMs (illustrée notamment par une diminution des teneurs en mercure) et des PCDD/DF et PCBs, correspondant aux différentes fenêtres temporelles de remplissage du casier. En revanche, certains RFBs, comme les PBDE et HBCD montrent une accumulation à la fois ancienne et plus récente, ne suivant pas la chronologie de remplissage.

Les extractions chimiques miment des pouvoirs plus ou moins forts d'extraction des contaminants des matrices testées. Ainsi, elles montrent un potentiel de mobilité plus important avec le DTPA, ce qui est à mettre sans doute en relation avec la teneur en MO de ces différentes zones. De plus, avec l'extraction au NaOAc, certains éléments comme le Cu et le Zn sont aussi potentiellement mobilisables.

Concernant les essais *in vitro* avec les vers de terre adultes, on note peu d'effet à l'exception des adultes mis en présence du sol/sédiment II.b qui induit une grande variabilité de la mortalité des individus, avec une moyenne de 50% (Figure A ci-dessous). Enfin concernant le nombre de juvénile issu de la reproduction dans les différents sols/sédiments (Figure B ci-dessous), on note aussi une variabilité plus affirmée pour le substrat II.b et un nombre plus important de juvénile pour le substrat IV.a.



Les effets sur les vers de terre peuvent être rapprochés aux éléments de texture (teneur en sable, en argile) mais aussi pour le sol/sédiment IV.a à sa teneur en MO plus importante que les autres. En effet, les vers de terre se nourrissent notamment de cet élément et participe à sa minéralisation. Il faudra attendre les teneurs de bioaccumulation pour voir le transfert potentiel de certains polluants dans les tissus de cet organisme, et ainsi évaluer les facteurs de bioconcentration.