

Stratigraphie, flux et inventaires des métaux traces



C. Gobeil¹, A. Tessier¹, A. Mucci² et B. Sundby³

¹Centre Eau, Terre et Environnement, INRS

²Earth and Planetary Sciences, McGill

³Institut des Sciences de la Mer, UQAR

Motivation de la recherche

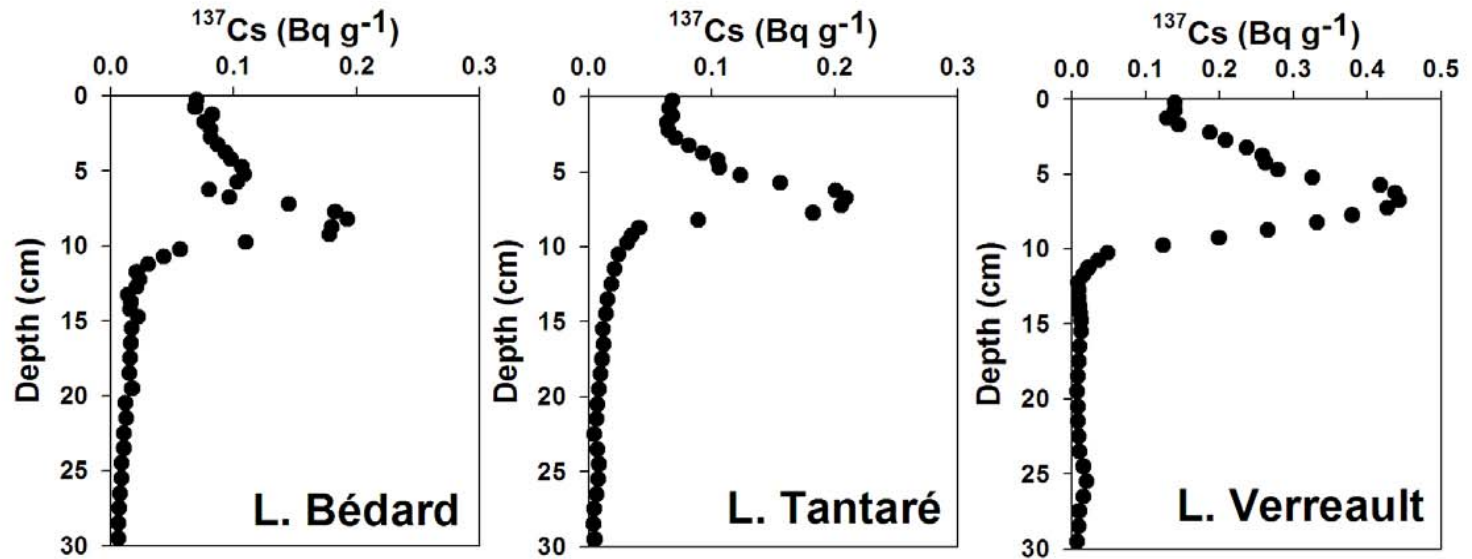
L'élaboration de politiques environnementales acceptables au plan **économique et social** doit s'appuyer sur des bases scientifiques rigoureuses.

Agir avec discernement dans un contexte de développement durable commande d'identifier les sources de polluants dans l'environnement et de quantifier leur poids relatif.

Il importe particulièrement **i)** de chiffrer les émissions de métaux toxiques, **ii)** de déterminer les zones d'influence des différentes sources d'émissions, **iii)** de vérifier l'efficacité des mesures adoptées pour réduire la pollution et **iv)** de distinguer les pollutions locales et régionales de la pollution transfrontalière.

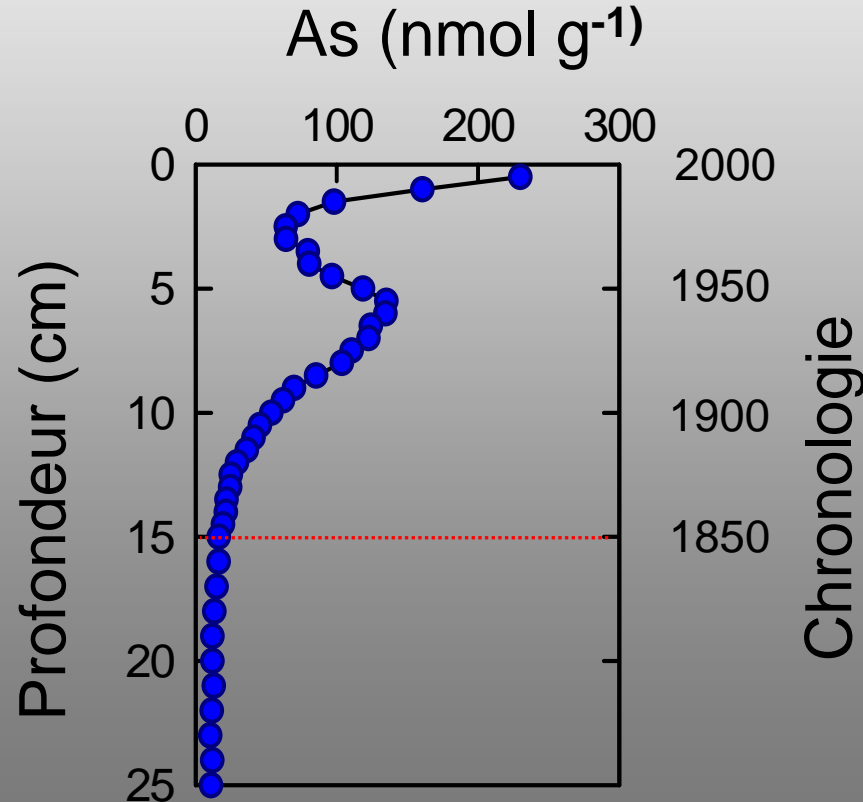
Exemple de contamination planétaire!

Le ^{137}Cs — Vestige des essais nucléaires russes et américains (1962-64) dans les lacs du Québec



Objectifs scientifiques

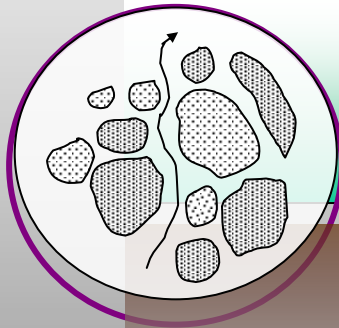
- Déchiffrer les enregistrements des métaux traces dans les sédiments de lacs et de tourbières du Québec et du Saint-Laurent marin.**



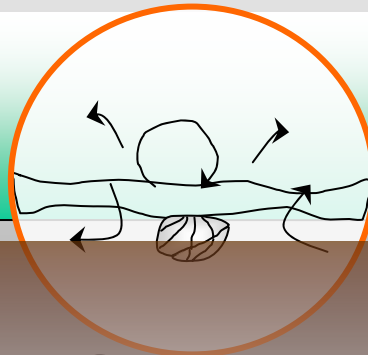
Objectifs scientifiques

2. Comprendre les réactions chimiques et les processus biologiques qui modifient les enregistrements sédimentaires.

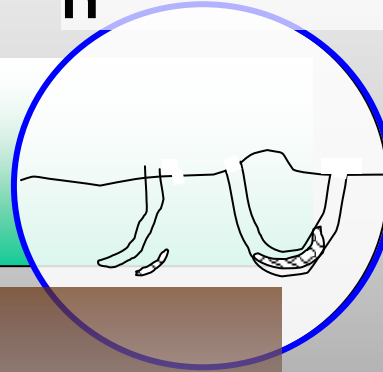
Diffusion



Bioturbation

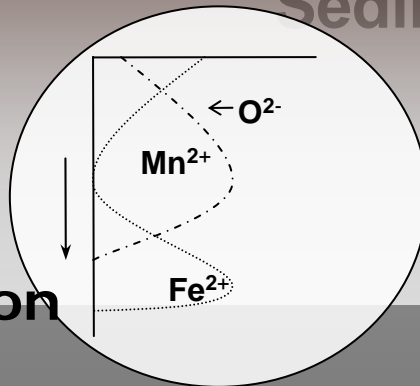


Bioirrigation

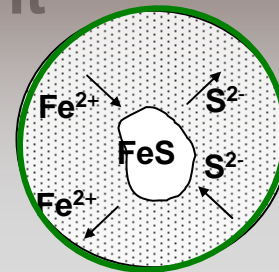


Sédiment

Production
Consommation



Précipitation
Dissolution
Adsorption



Objectifs scientifiques

3. Déterminer les sources spécifiques des métaux traces dans l'atmosphère et circonscrire le panache de dispersion des émissions.

Les isotopes stables de Pb : Un marqueur de l'origine des contaminants

	<u>$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$</u>
•Minerais de Rouyn-Noranda	1.00 ± 0.005
•Essence au Pb au Canada	1.16 ± 0.005
•Essence au Pb aux États-Unis (1965-1975)	1.20 ± 0.005

Formation aux cycles supérieurs

La formation de spécialistes compétents, capables de relever les défis environnementaux auxquels nous sommes collectivement confrontés, représente un élément central de notre démarche.

Étudiant(e)s

Gallon (PhD)

Chappaz (PhD)

Couture (PhD)

Feyte (PhD)

Laforte (MSc)

Bernatchez (MSc)

Bérubé (MSc)

Perron (MSc)

Professionnel(le)s

Rancourt

Rodrigue

Girard

Fournier



Lacs sélectionnés pour mieux y isoler le signal atmosphérique!



Lacs de tête

Bassins versants inhabités
et non perturbés



Sédiments

Datation (^{210}Pb , ^{137}Cs)

Métaux traces (Ag, As, Cd, Cu, Hg, In, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Tl, Zn)

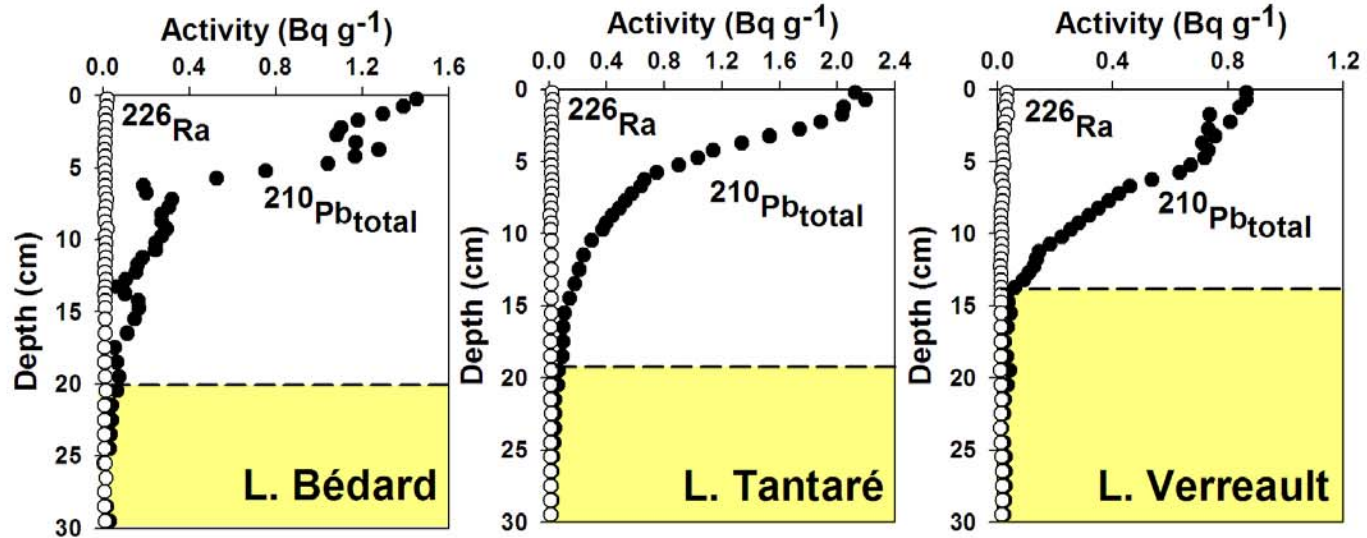
Isotopes stables (Pb)

Éléments majeurs (C_{org} , Fe, Mn, S, Al, Ti)

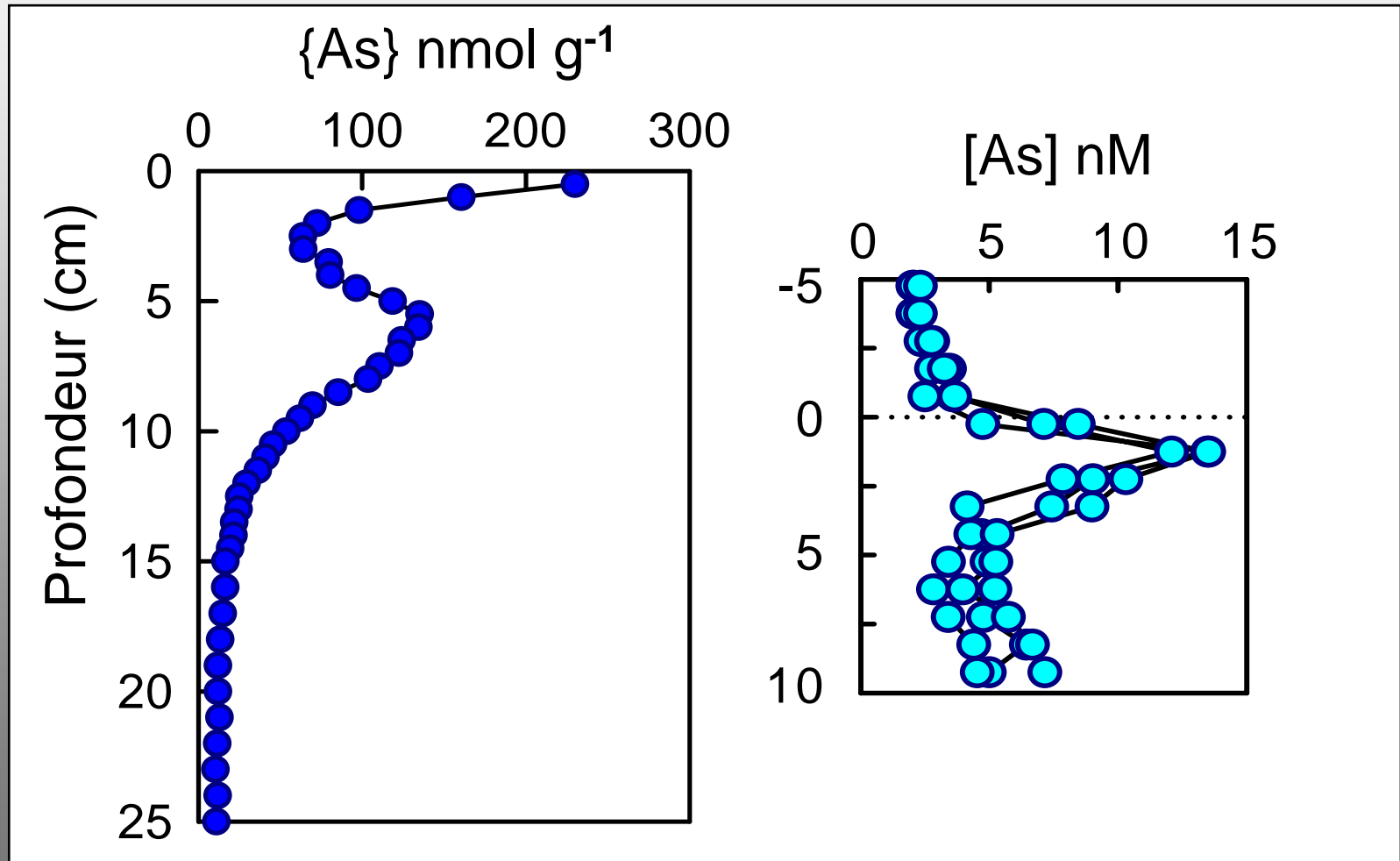
Traceurs organiques
(HAP)



Datation des sédiments



Profil d'arsenic dans les sédiments et dans les eaux porales



Eaux porales

Métaux traces (Ag, As, Cd, Cu, Hg, In, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Tl, Zn)

Ions majeurs (Fe, Mn, Ca, Mg, Na),

Carbone (organique et inorganique)

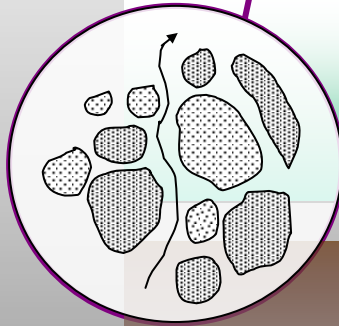
Soufre réduit ($\Sigma S(-II)$, $\Sigma S(0)$)



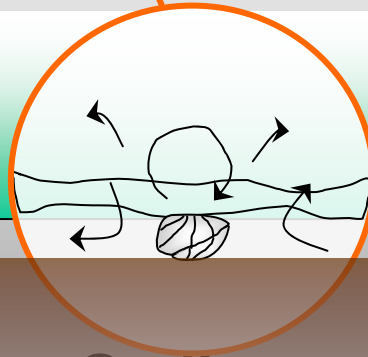
Modélisation diagenétique

$$\left(\frac{\partial \phi [As]}{\partial t} \right)_x = \frac{\partial}{\partial x} \left(\underbrace{\phi D_S}_{\text{Diffusion}} + \underbrace{\phi D_B}_{\text{Bioturbation}} \right) \frac{\partial [As]}{\partial x} + \underbrace{\phi \alpha \left([As]_{\text{irrigation}} - [As] \right)}_{\text{Bioirrigation}} + \underbrace{R_{\text{net}}^{As}}_{\text{Production/Consumption}} = 0$$

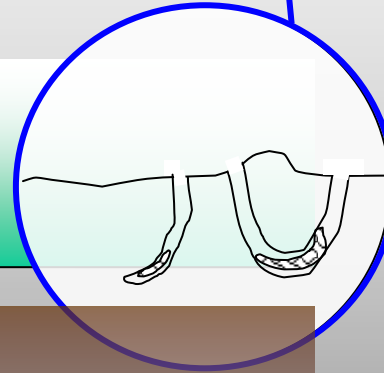
Diffusion



Bioturbation

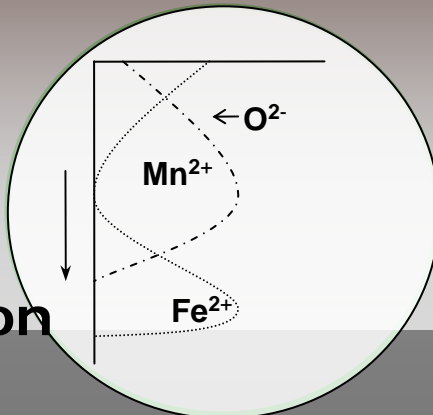


Bioirrigation

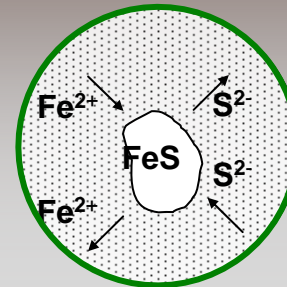


Sediment

**Production
Consommation**

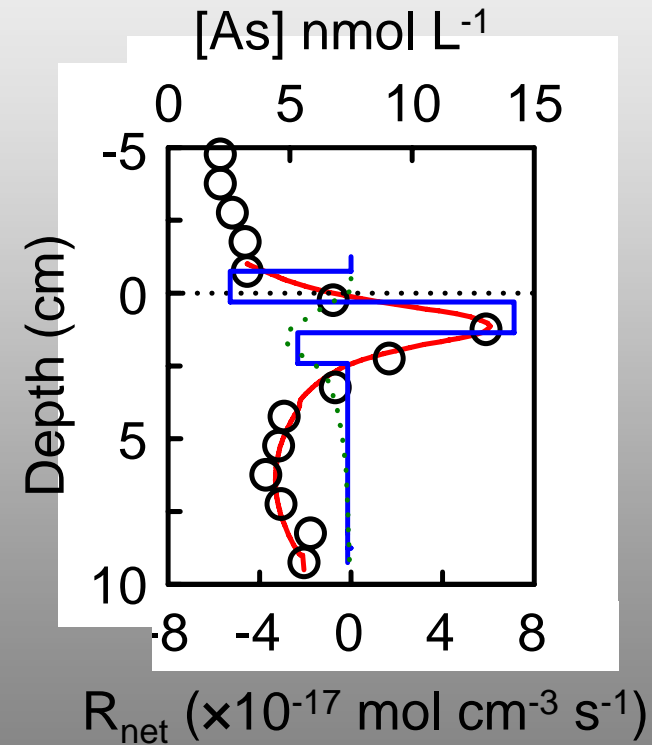
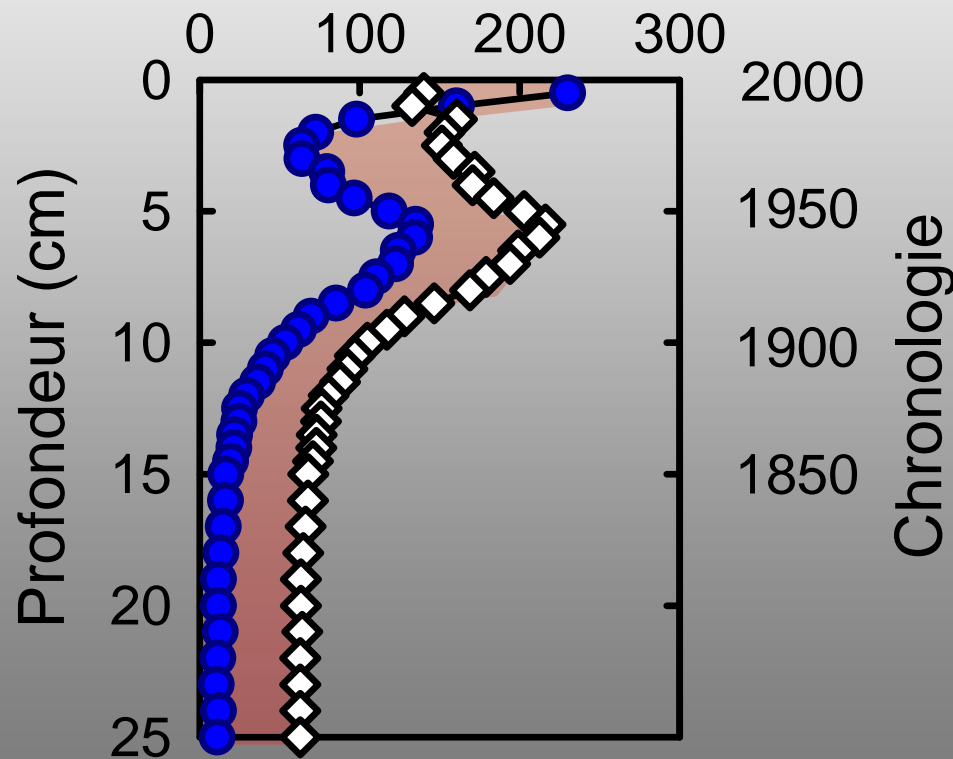


**Précipitation
Dissolution
Adsorption**

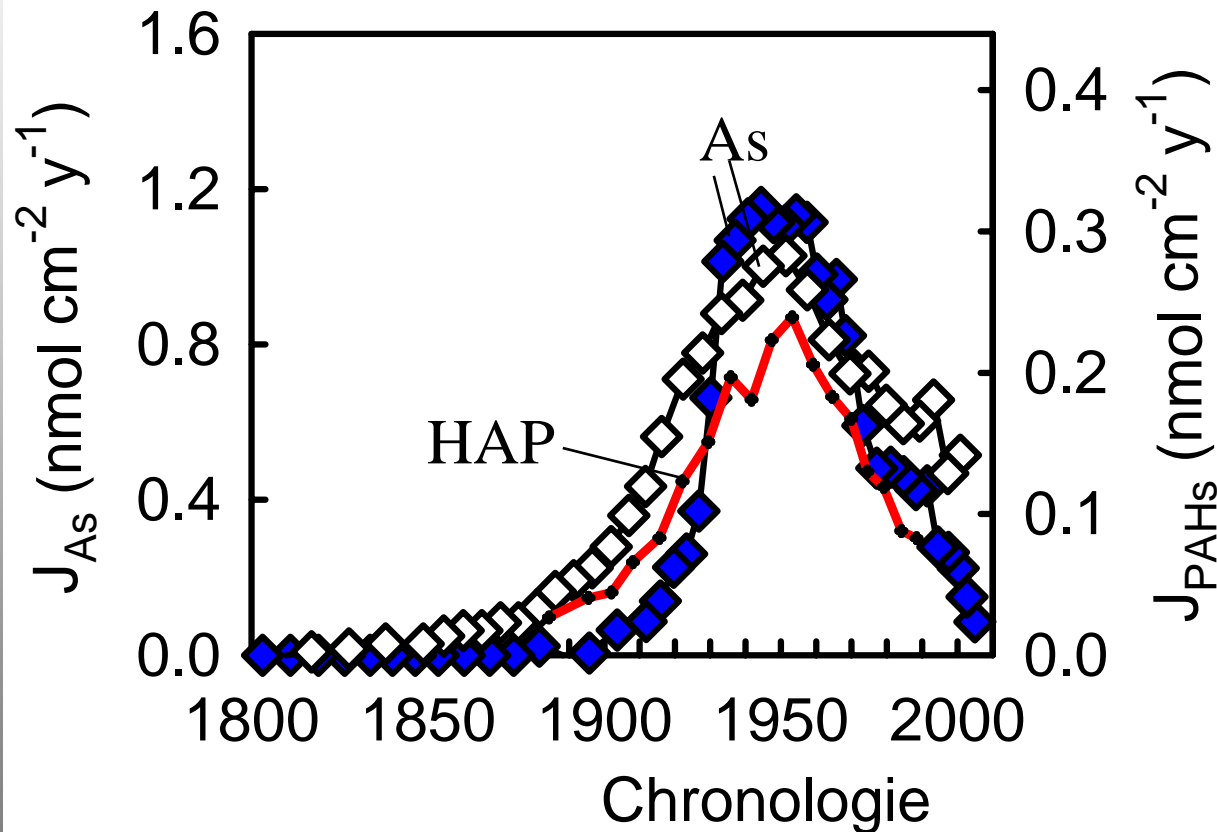


Corrections diagénétiques des enregistrements sédimentaires

$$\{As\}_{\text{historical}} = \{As\}_{\text{measured}} - \{As\}_{\text{diagenetic}}$$



Chronologie du dépôt atmosphérique d'As anthropique près de Québec



Charbon

Autre exemple de monitoring à posteriori

(Gallon et al., Environ. Sci. Technol., 2006.)

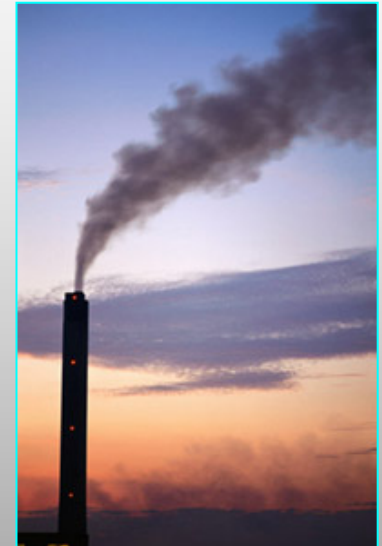
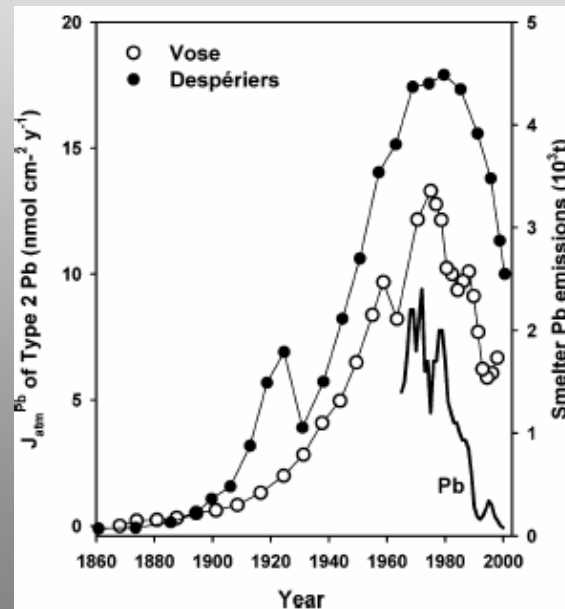
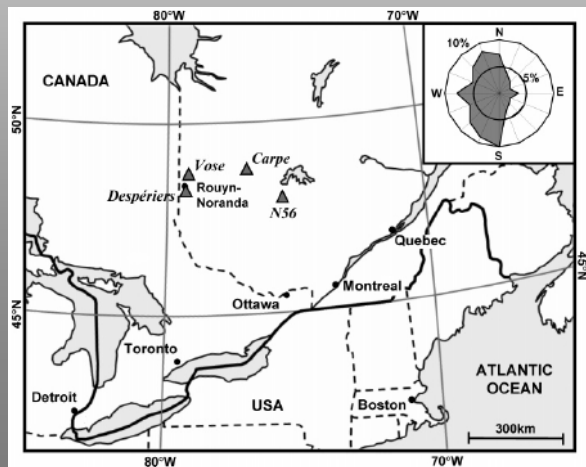
Historical Perspective of Industrial Lead Emissions to the Atmosphere from a Canadian Smelter

CÉLINE GALLON,[†] ANDRÉ TESSIER,^{*} AND CHARLES GOBEIL

Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, 490 rue de la Couronne, Québec, Québec G1K 9A9, Canada

RICHARD CARIGNAN

Département de sciences biologiques, Université de Montréal, C. P. 6128, Montréal, Québec H3C 3J7, Canada



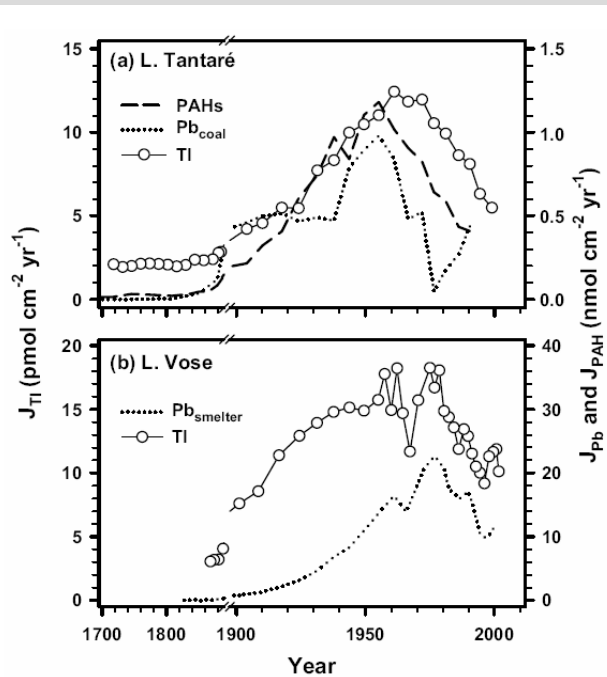
Le thallium : un contaminant moins connu!

(Laforte et al., *Geochim. Cosmochim. Acta*, 2005.)



Thallium diagenesis in lacustrine sediments

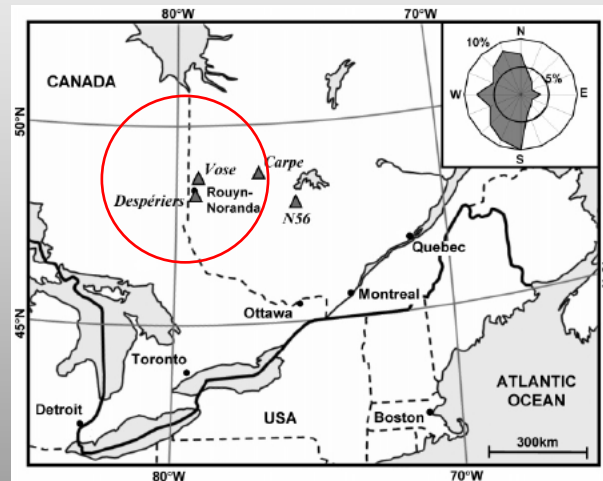
LUCIE LAFORTE,^{1,†} ANDRÉ TESSIER,^{1,*} CHARLES GOBEL,¹ and RICHARD CARIGNAN²



Nous avons établi que le dépôt atmosphérique du thallium a augmenté significativement dans la forêt boréale au cours du 20^{ème} siècle.

Panache de dispersion des émissions de la fonderie Horne

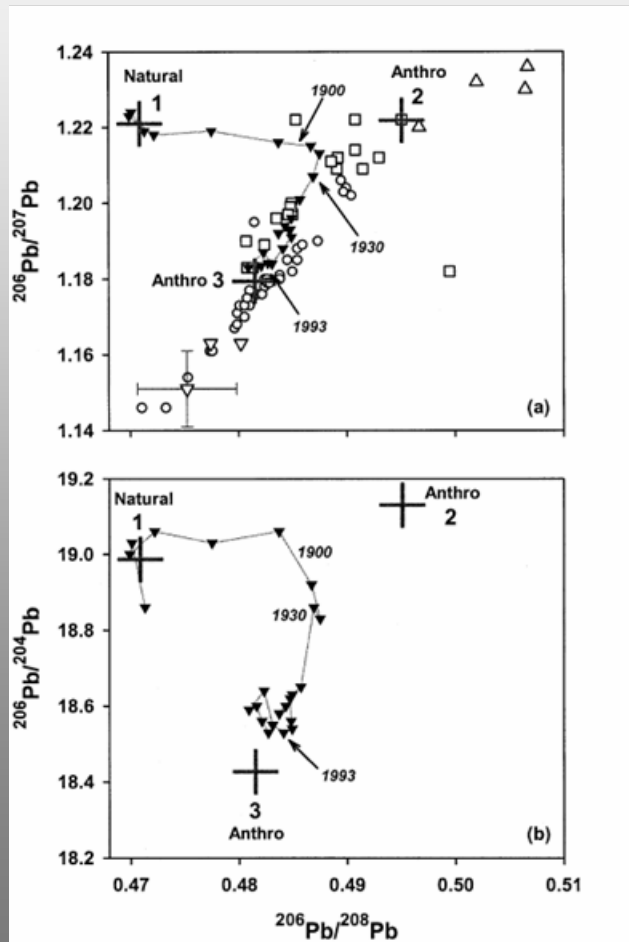
Gallon et al., Environ. Sci. Technol., 2006



Nous avons démontré que la région affectée par les émissions industrielles de Pb de la fonderie de Rouyn-Noranda s'étend jusqu'à 150 km de la source.

Transport transfrontalier de contaminants

(Gallon et al., *Geochim. Cosmochim Acta.*, 2005.)



Les isotopes stables du Pb nous ont permis de conclure qu'environ 50 % de la contamination par le Pb au lac Tantaré provenait des États-Unis entre 1970 et 1985.

Financement

FQRNT – Subvention en équipe (\$210 000/3 ans)

CRSNG – Subvention à la découverte des chercheurs

FCI – Subvention pour une infrastructure de recherche





Merci pour votre attention!

