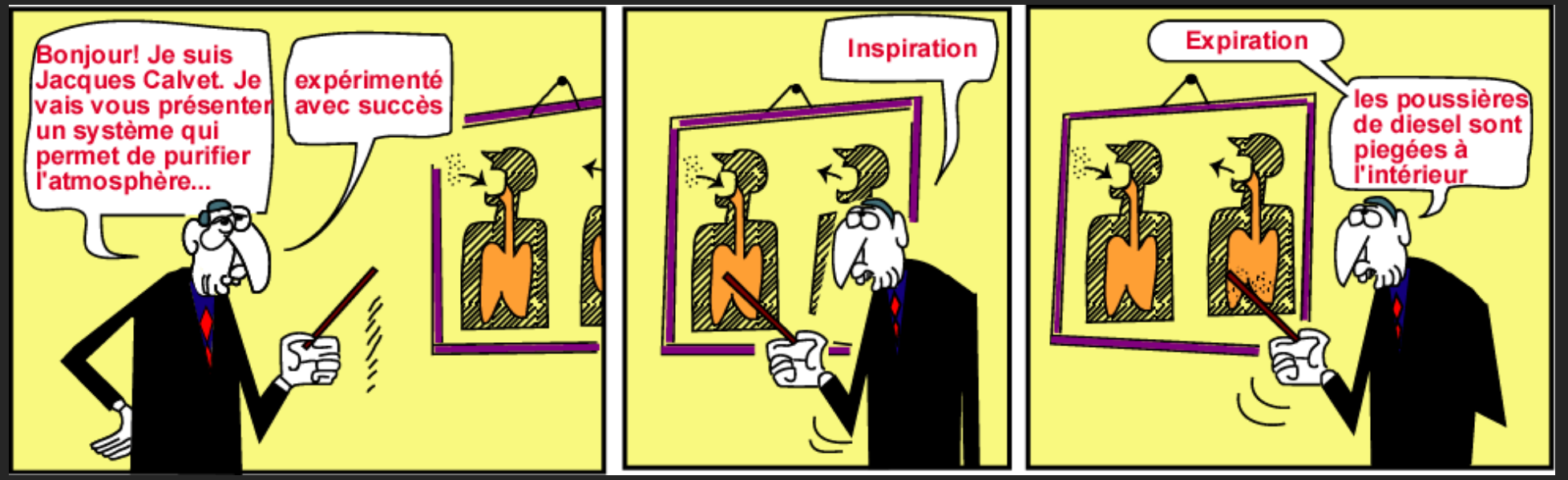
David WIDORY

UQÀM

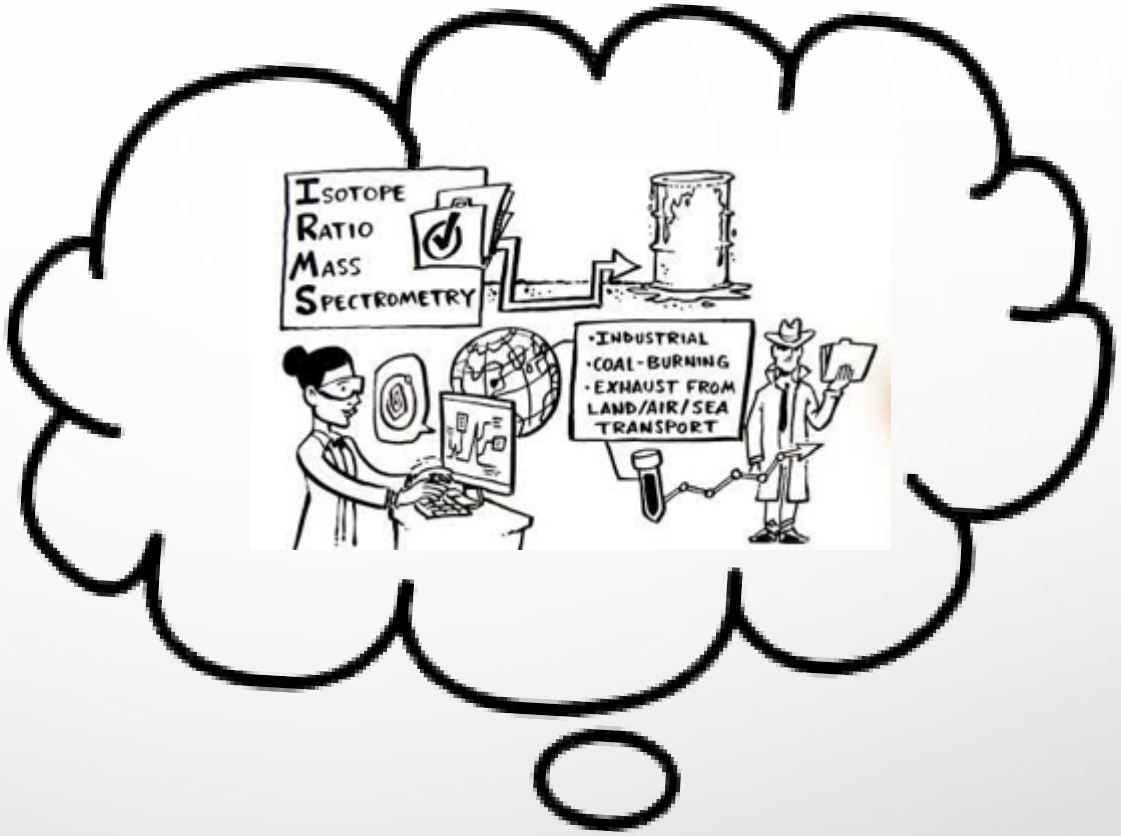
Apport des isotopes à la compréhension des phénomènes de pollution atmosphérique : exemples dans la région de Rouyn-Noranda et le reste du monde



COMMENT DISCRIMINER LES DIFFÉRENTES SOURCES D'AÉROSOLS ?

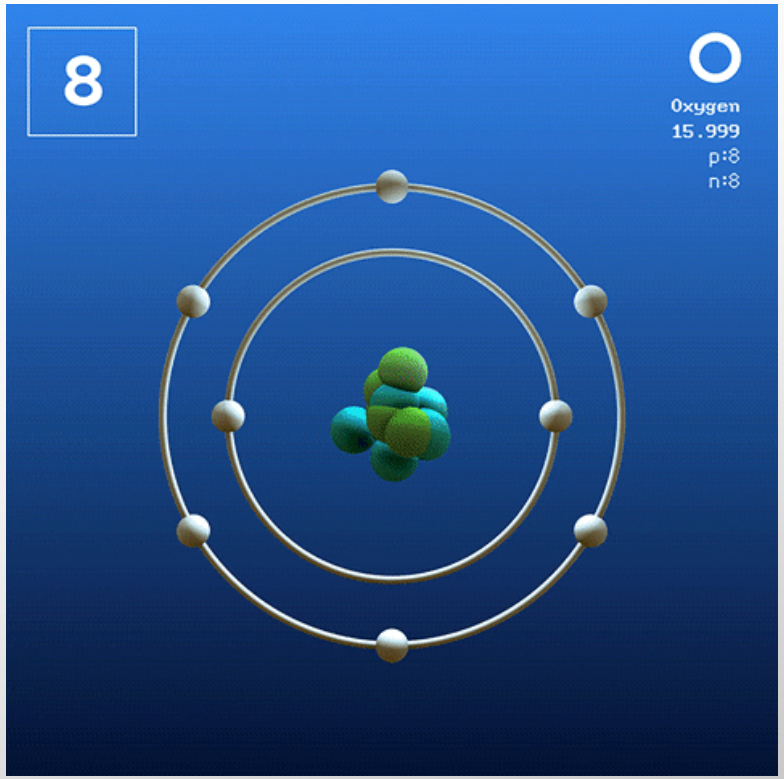
COMMENT DISCRIMINER LES DIFFÉRENTES SOURCES D'AÉROSOLS?

COMMENT DISCRIMINER LES DIFFÉRENTES SOURCES D'AÉROSOLS?



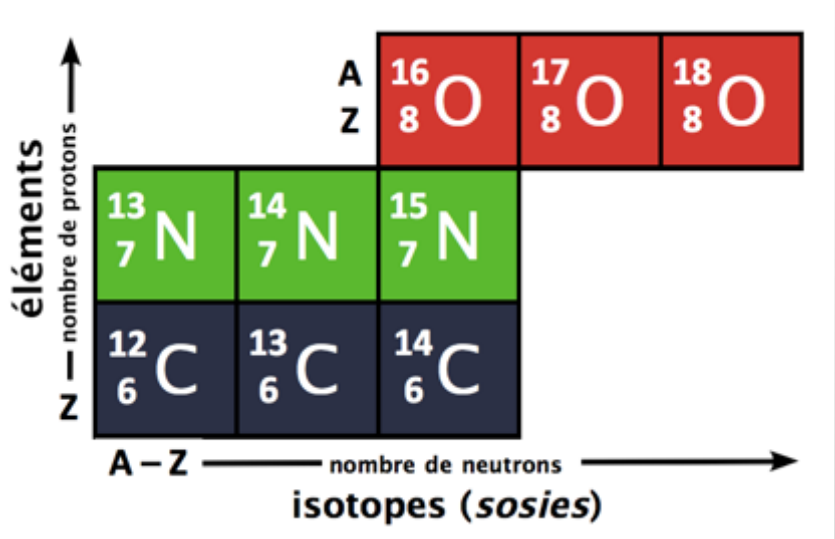
Nous avons besoin de revenir à la notion d'atome

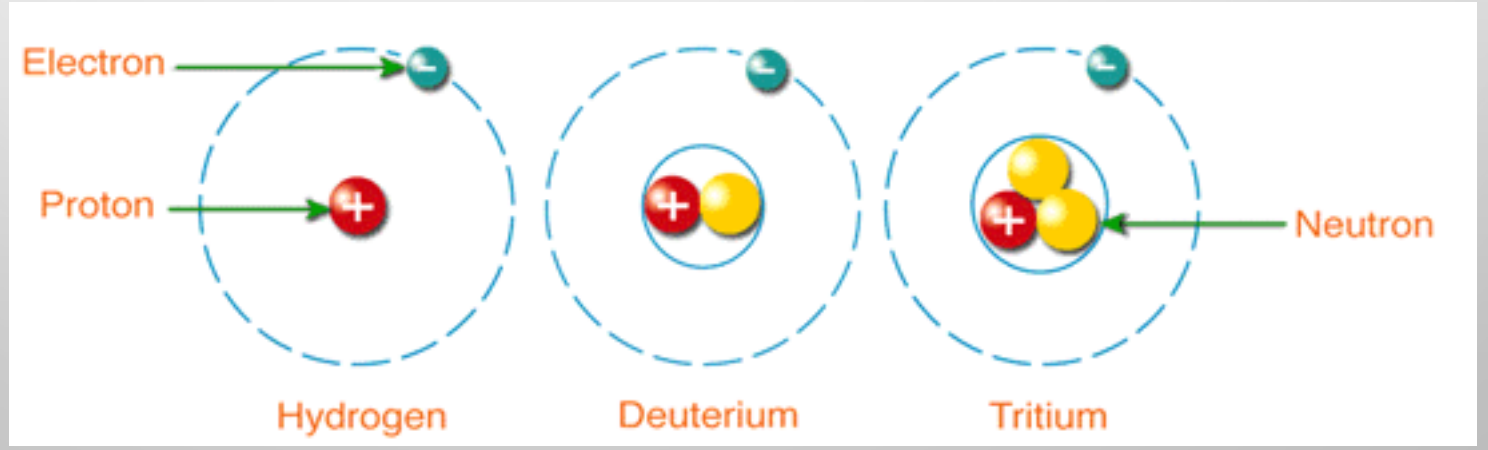
- Du grec ancien ατομος [atomos], « qui ne peut être divisé ».
- Plus petite partie d'un corps simple.
- Contient un noyau situé en son centre et des électrons qui "tournent" autour.
- Le noyau contient des protons et des neutrons.
- Les électrons ont une charge électrique négative.
- Les protons ont une charge électrique positive.
- Les neutrons sont neutres.



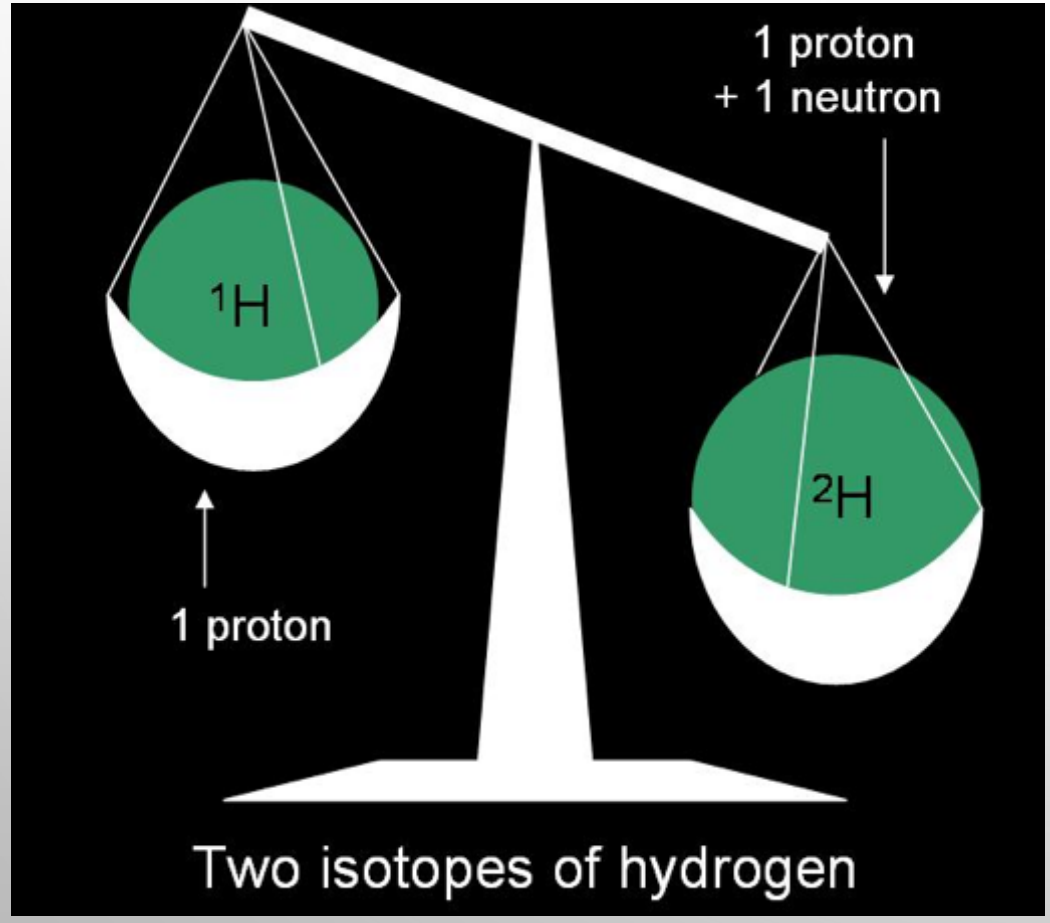
Les éléments possèdent des isotopes

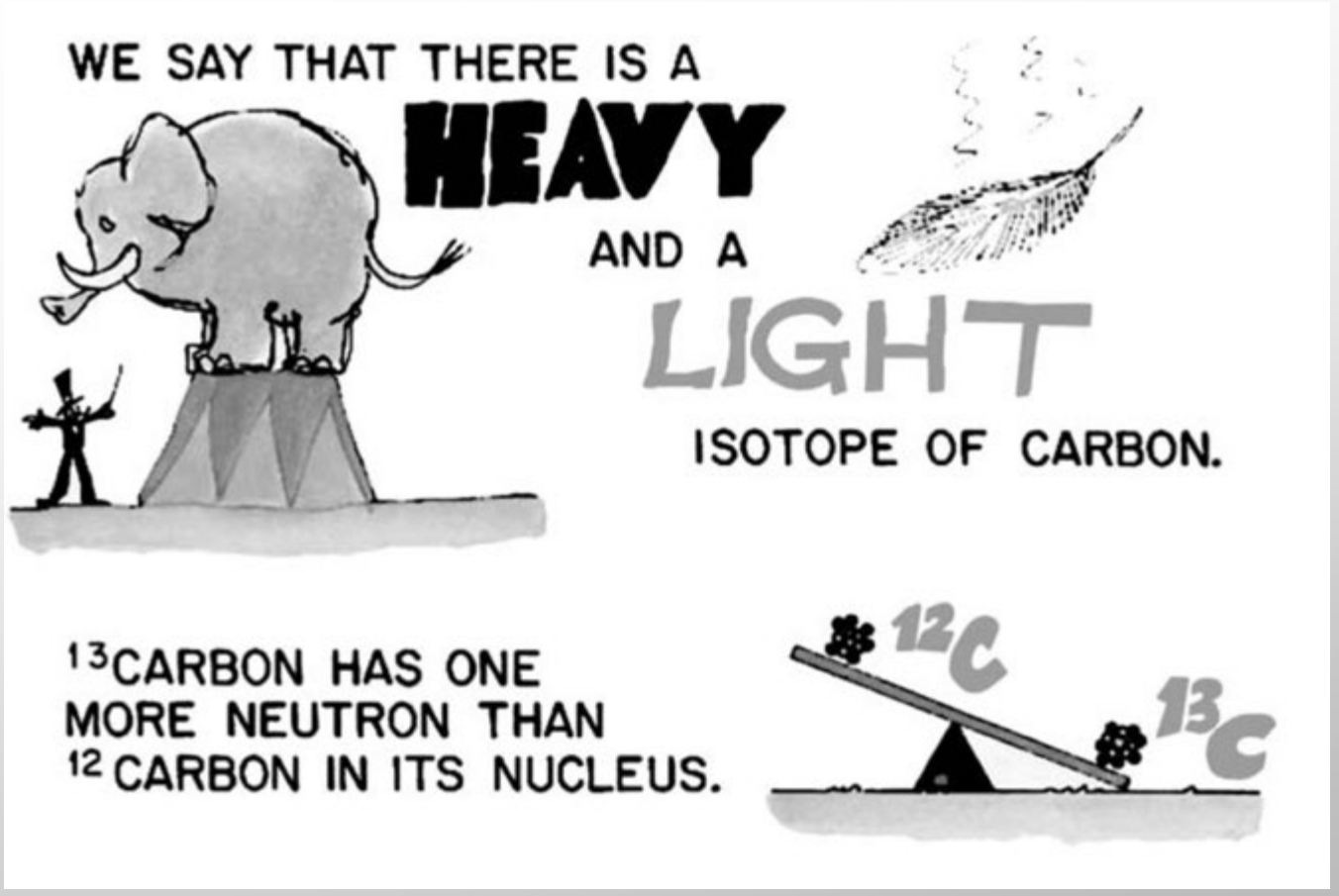
- Chaque élément de la table périodique possède plusieurs isotopes
- Isotopes : atomes possédant le même nombre de protons, le même nombre d'électrons **MAIS** des nombres différents de neutrons.





Qu'implique des nombres de neutrons différents ?

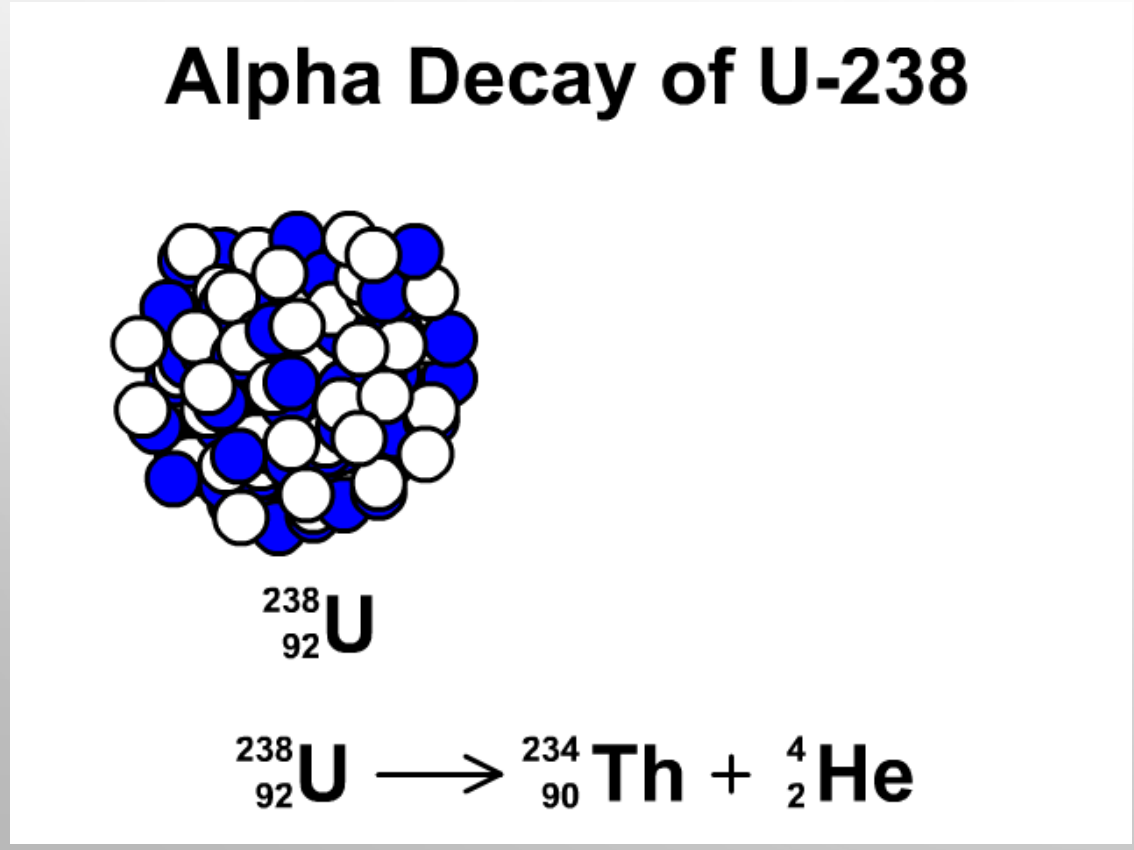


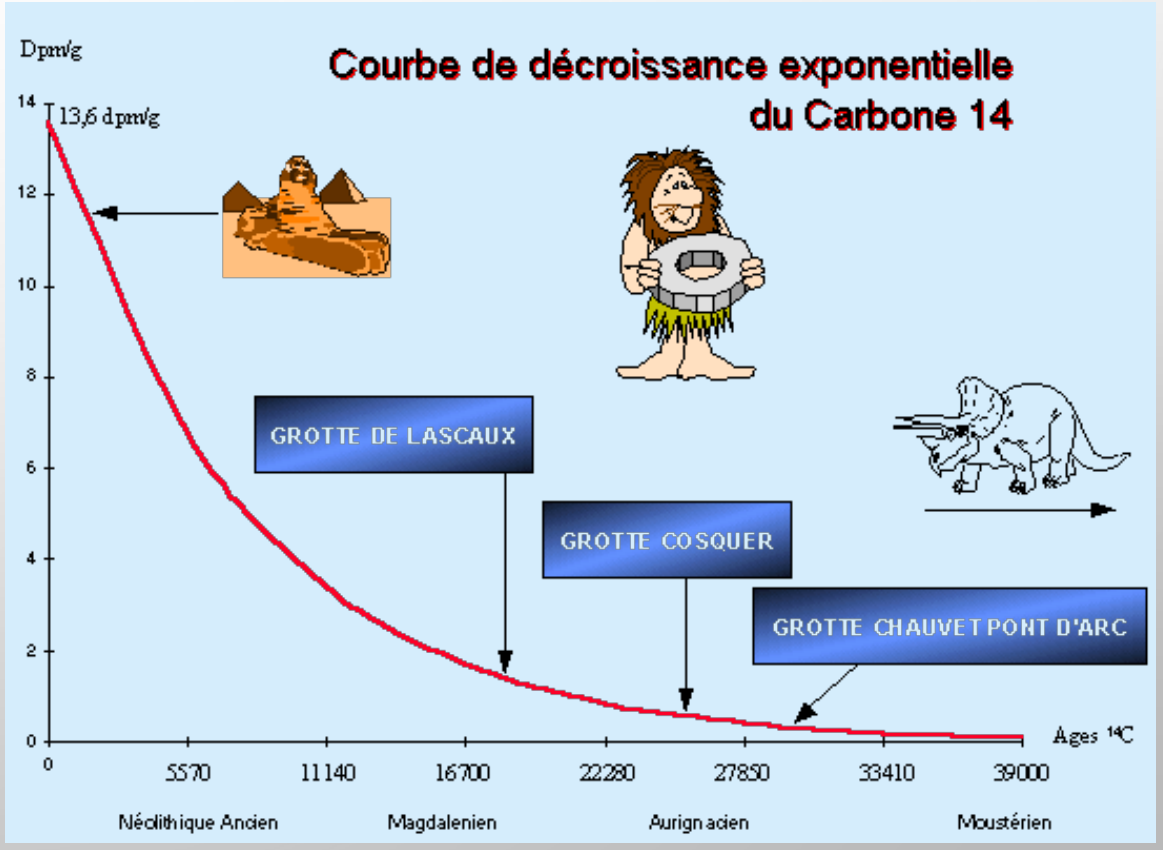


Fry (2008)

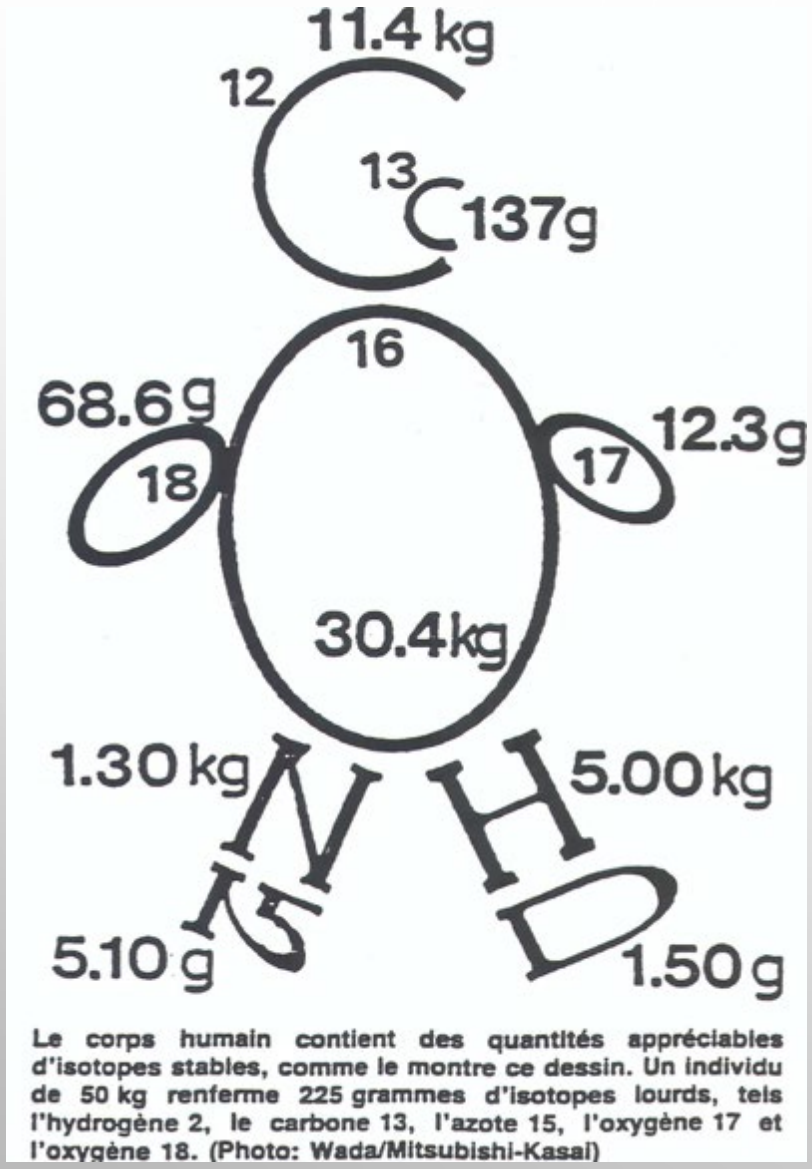
Il existe des isotopes radioactifs

- Ceux-ci vont se désintégrer au cours du temps.
- Ils servent principalement à fabriquer de l'énergie.
- Mais aussi utilisés pour la datation.





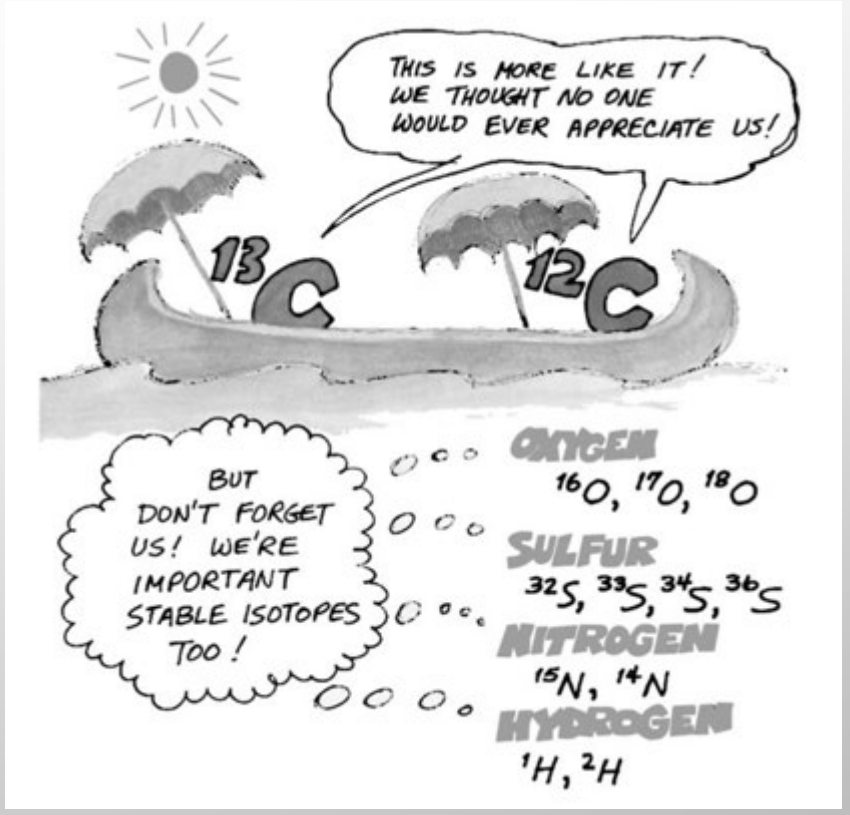
…mais aussi des isotopes stables !



Le corps humain contient des quantités appréciables d'isotopes stables, comme le montre ce dessin. Un individu de 50 kg renferme 225 grammes d'isotopes lourds, tels l'hydrogène 2, le carbone 13, l'azote 15, l'oxygène 17 et l'oxygène 18. (Photo: Wada/Mitsubishi-Kasai)

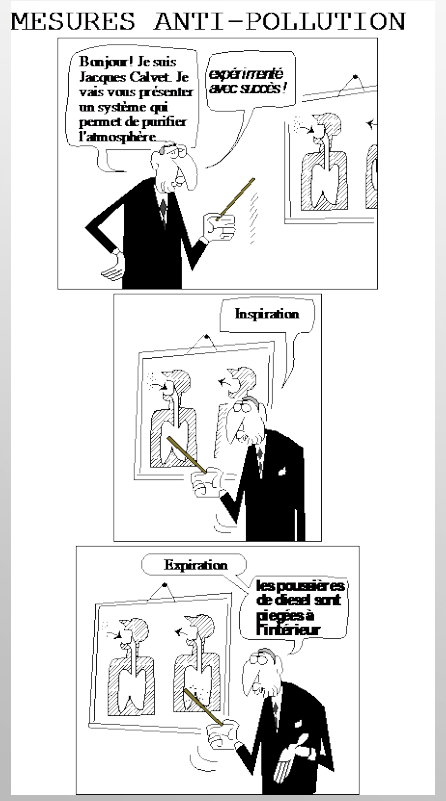
Fry (2008)

- Pas de décroissance radioactive.
- Par contre la *distribution de ces isotopes* peut être *modifiée lors de certains processus*.



Fry (2008)

COMMENT ÉTUDIONS-NOUS LES CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES ?



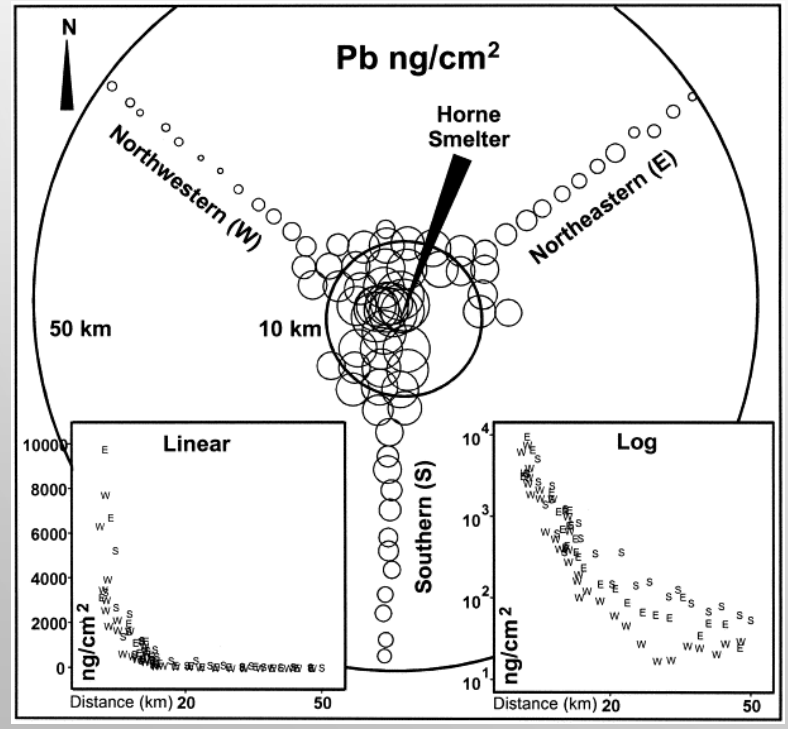
Aérosols

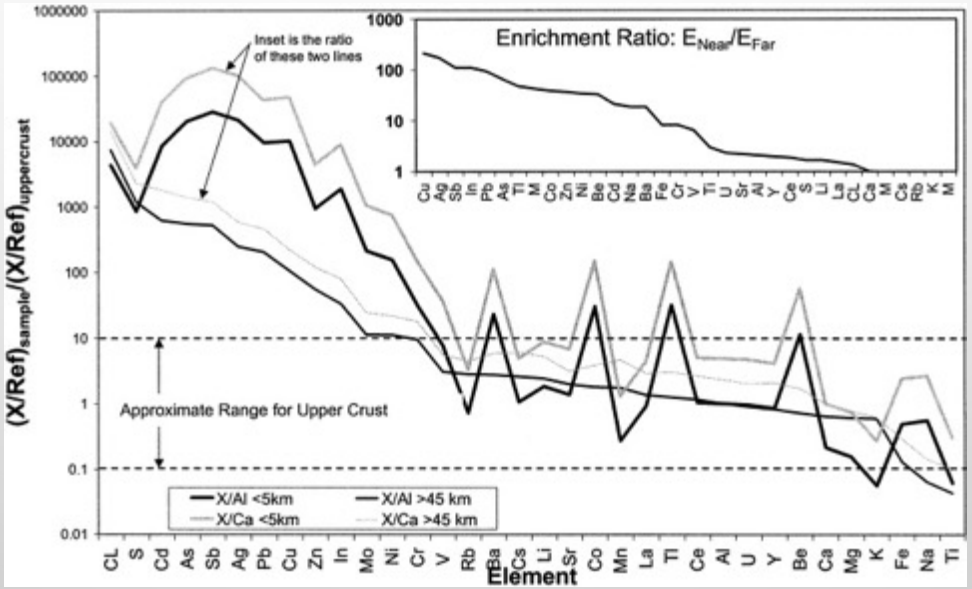
Gaz

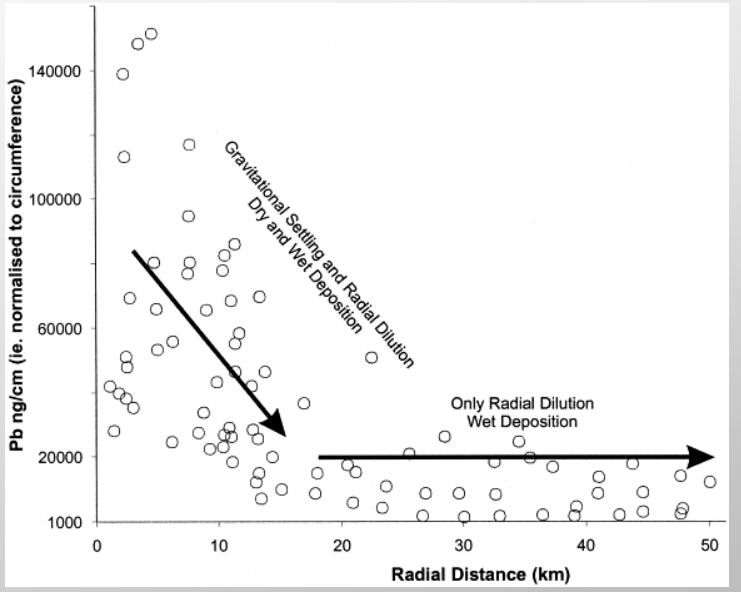
Neige

●●●

IMPACT DE LA FONDERIE HORNE SUR LA CHIMIE DE LA NEIGE



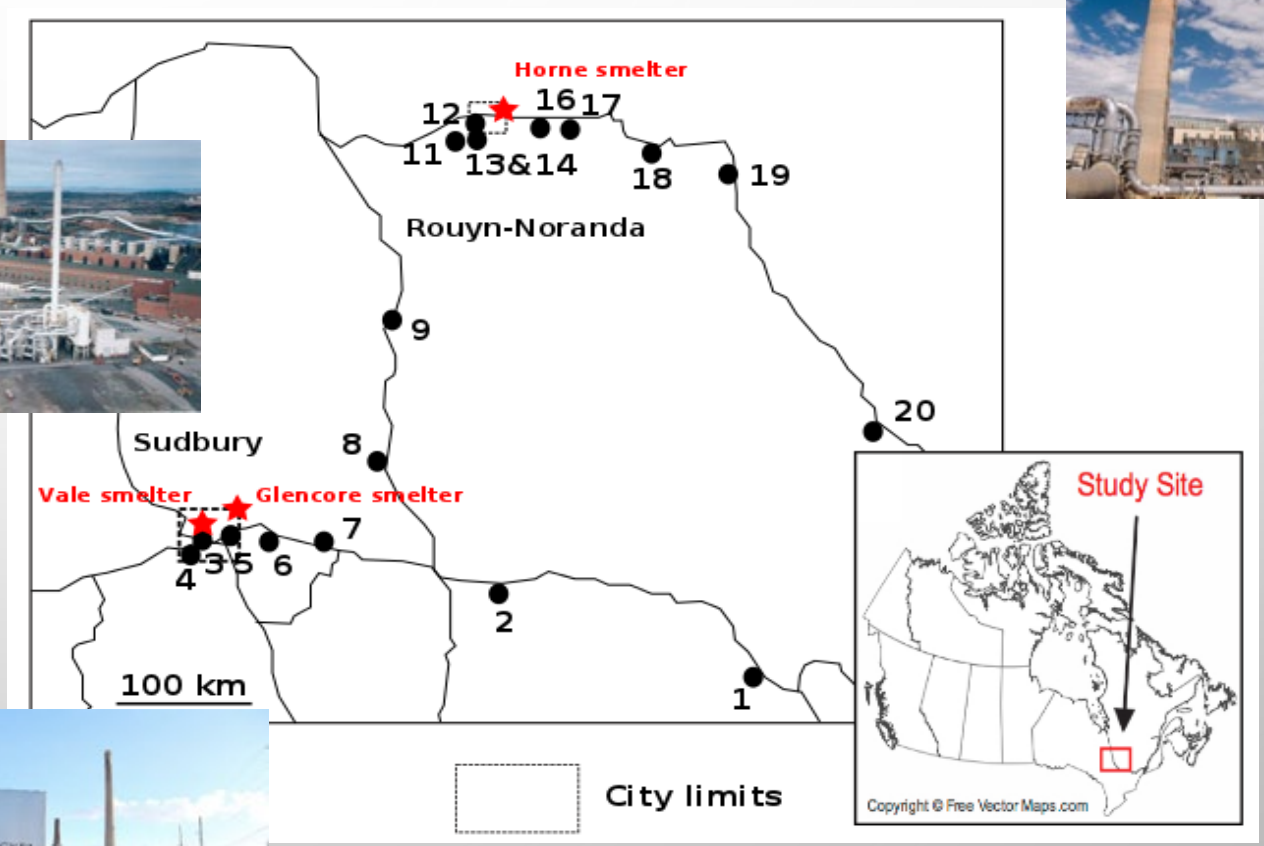




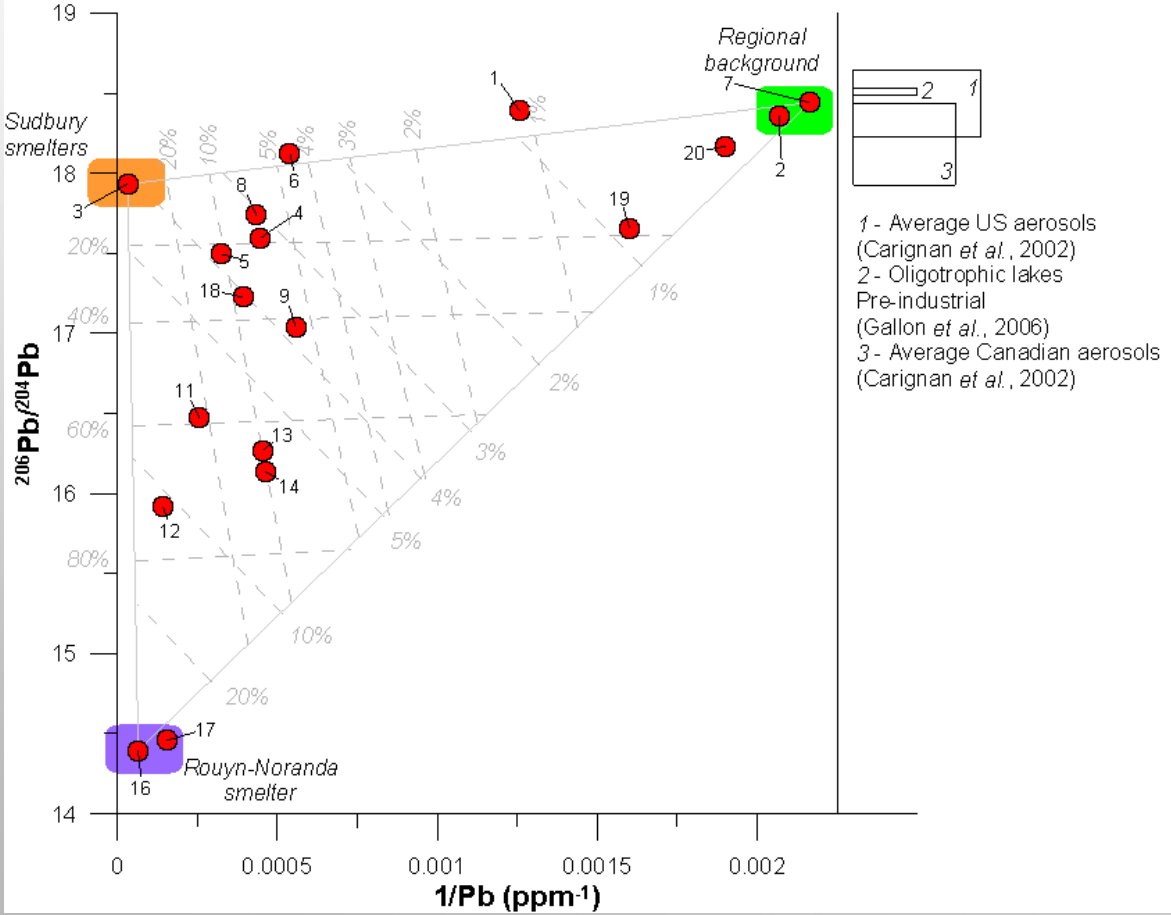
Telmer et al., 2004

LICHENS *CLADONIA RANGIFERINA* EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

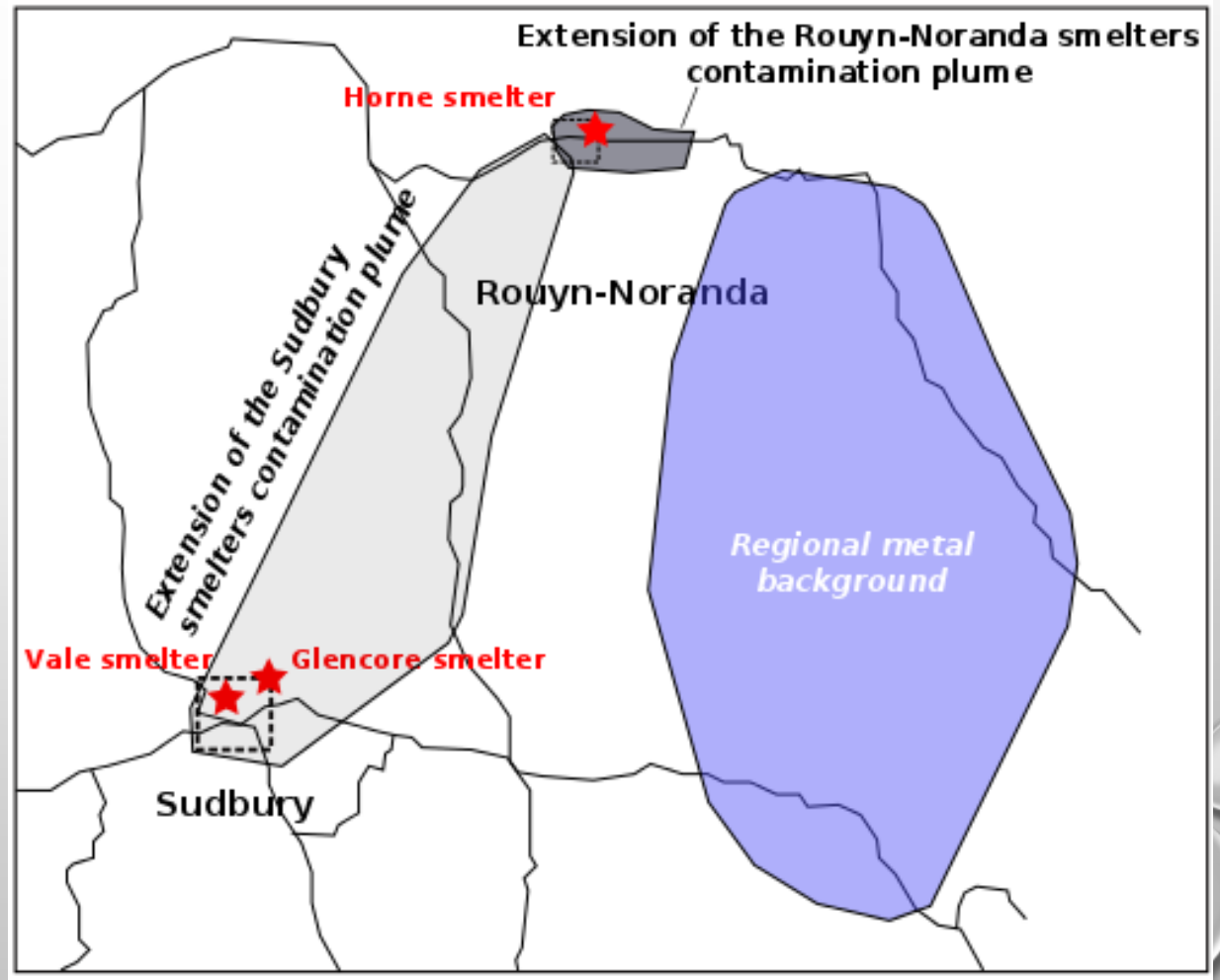
- LICHEN DU CARIBOU.
- ÉTUDE SUR LES LOBES (5 DERNIERS CM; <10 ANS).



LICHENS *CLADONIA RANGIFERINA* EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE



Widory *et al.*, 2018



LA QUALITÉ DE L'AIR À BEIJING

30 km

10 km

2 km

5 km

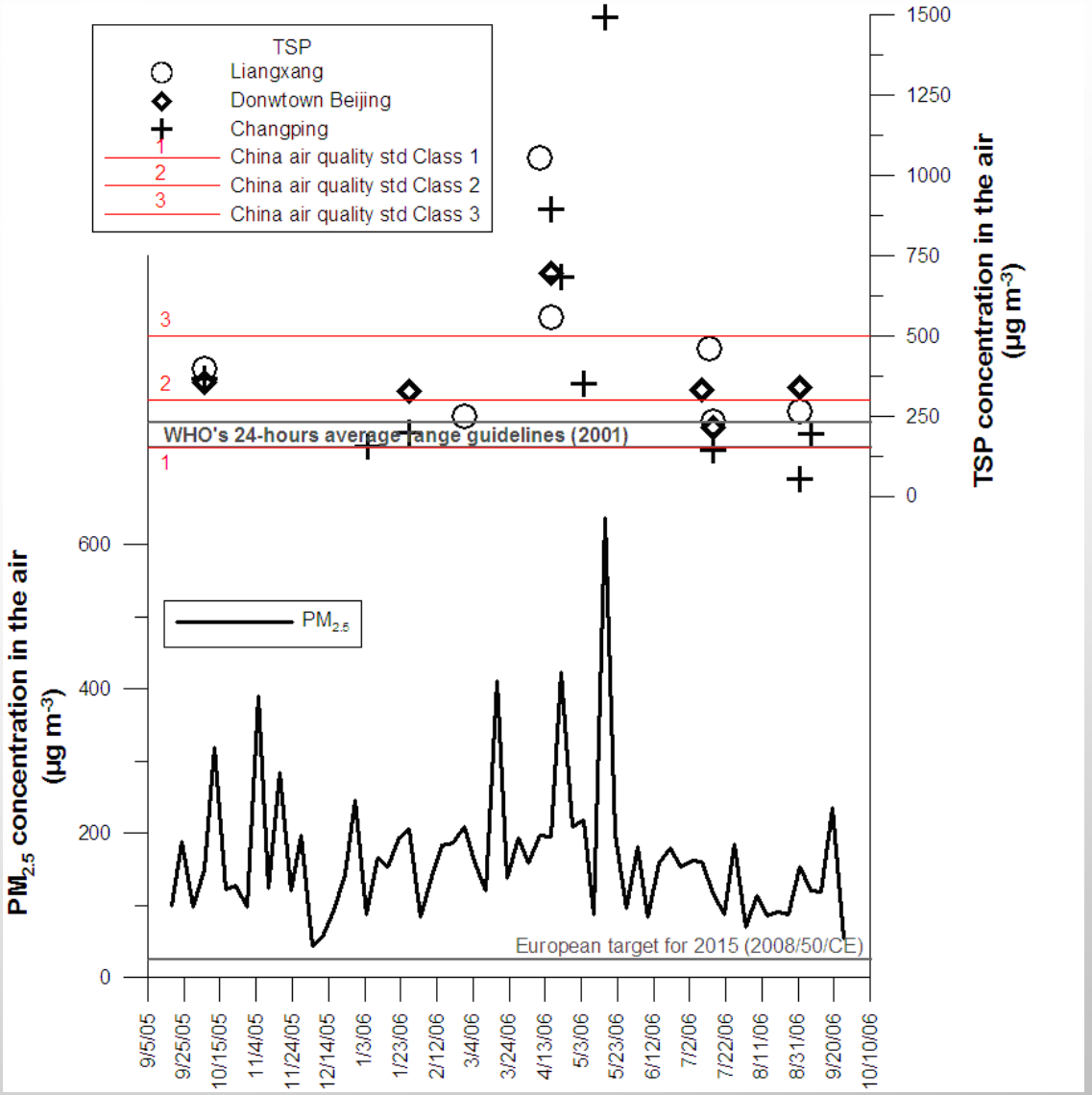
Atmospheric Environment
Volume 44, Issue 30, September 2010, Pages 3679-3687

Isotopes as tracers of sources of lead and strontium in aerosols (TSP & $PM_{2.5}$) in Beijing

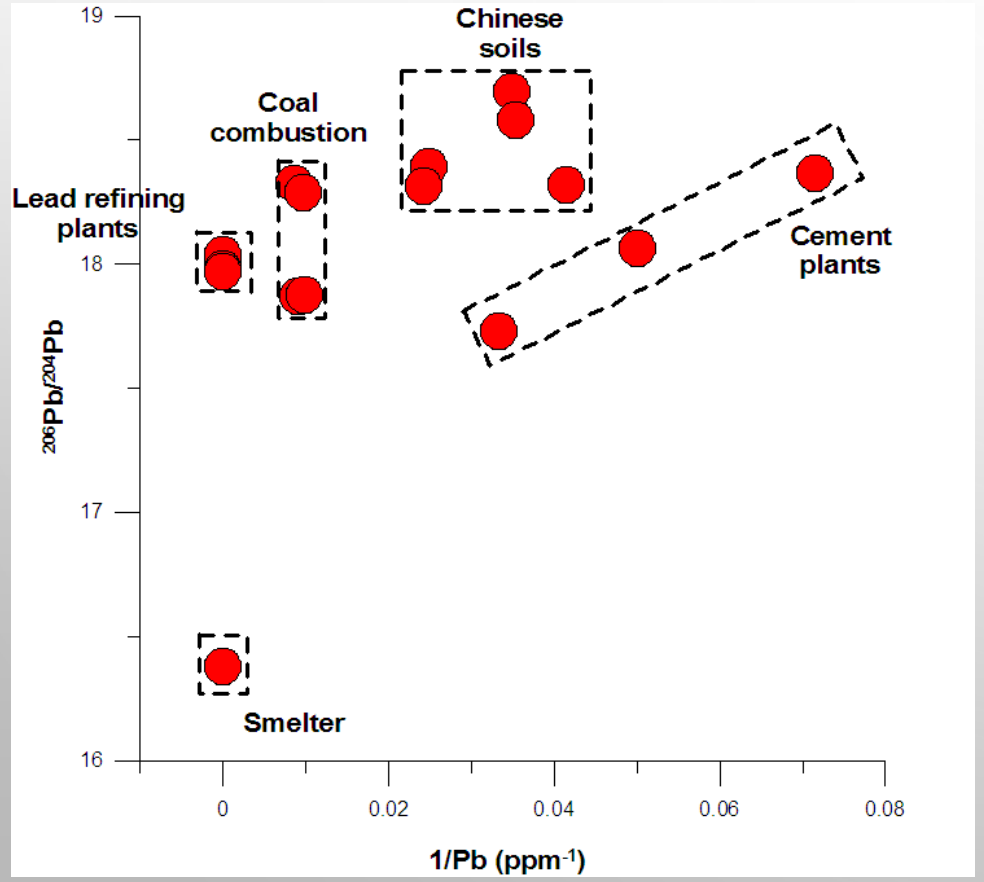
David Widory [a], Xiande Liu [b], Shuping Dong [c]

- LA VILLE DE BEIJING EN VUE DES JO DE 2008, ÉTAIT CONSCIENTE DE LA NÉCESSITÉ D'AMÉLIORER LA QUALITÉ DE SON AIR.
- LES ESSENCES PLOMBÉES AVAIENT ÉTÉ BANNIES À PARTIR DE 1997, MAIS MÊME SI UNE DÉCROISSANCE DES CONCENTRATIONS ATMOSPHÉRIQUES DE PLOMB AVAIT ÉTÉ OBSERVÉE, CES DERNIÈRES POUVAIENT ENCORE ATTEINDRE 0.18 $\mu G.M^{-3}$.
- LES ÉMISSIONS INDUSTRIELLES, PARTICULIÈREMENT L'INDUSTRIE NON-FERREUSE, MAIS AUSSI LA COMBUSTION DE CHARBON ÉTAIENT LES SUSPECTS HABITUELS, MAIS JUSQUE LÀ LES APPROCHES CHIMIQUES « CLASSIQUES » AVAIENT MONTRÉ LEURS LIMITES.

Beijing
Korea
Japan
China
Pacific
Yanqing District
Miyun District
Huairou District
Changping District
Pinggu District
Shunyi District
Haidian District
Mentougou District
Chaoyang District
Fengtai Distrct
Tobfzhou District
Fangshan District
Daxing District
A
B
C
D
Legend
sampling site
boundary
1-Dongcheng district 2-Xicheng district 3-Chongwen district 4-Xuanwu district 5-Shijingshan district
A: Changping; B: Downtown; C: Liangxiang; D: North Fourth Ring
Meters


TSP
Liangxang
Donwtown Beijing
Changping
China air quality std Class 1
China air quality std Class 2
China air quality std Class 3
WHO's 24-hours average range guidelines (2001)
PM2.5
European target for 2015 (2008/50/CE)
PM2.5 concentration in the air (μg m-3)
TSP concentration in the air (μg m-3)
9/5/05
9/25/05
10/15/05
11/4/05
11/24/05
12/14/05
1/3/06
1/23/06
2/12/06
3/4/06
3/24/06
4/13/06
5/3/06
5/23/06
6/12/06
7/2/06
7/22/06
8/11/06
8/31/06
9/20/06
10/10/06

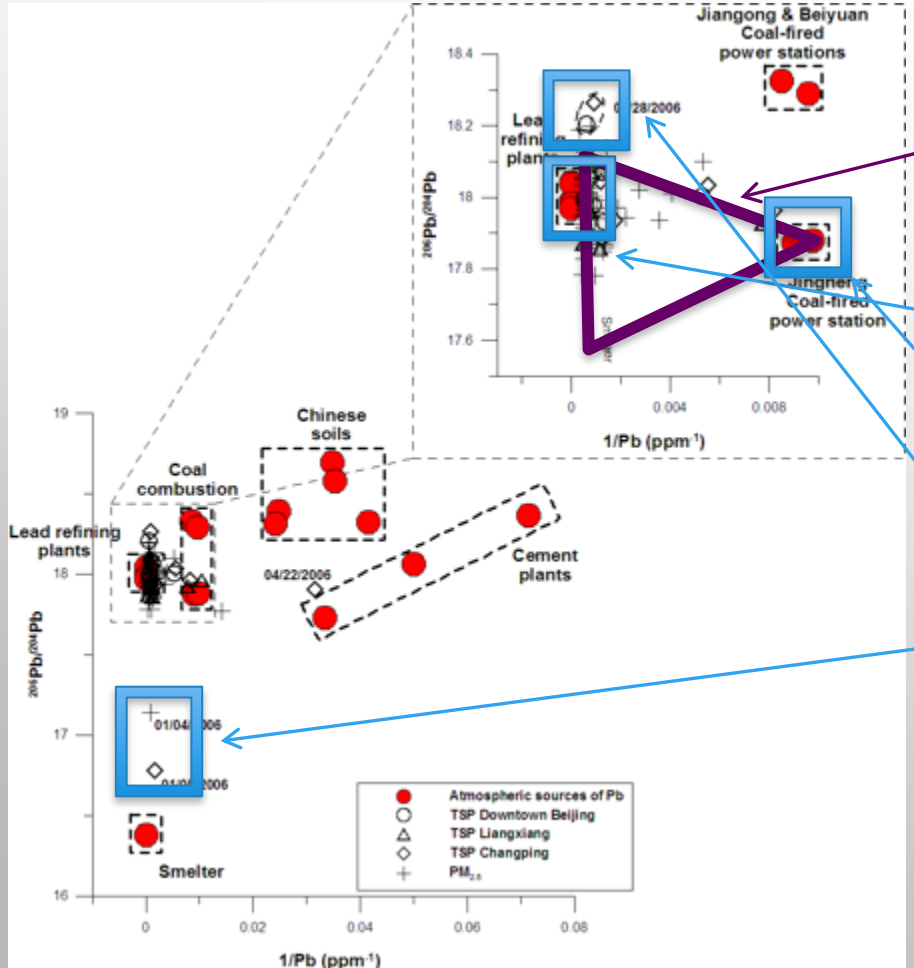
QUELLES SONT LES SOURCES POTENTIELLES DE PB ATMOSPHÉRIQUE ?



- ✓ Usines de raffinage de plomb.
- ✓ Fonderies
- ✓ Cimenteries
- ✓ Centrales thermiques
- ✓ Remise en suspension terrigènes

Encore une fois, nous pouvons discriminer les émissions de ces différentes sources.

D'OÙ PROVIENT LE PB ATMOSPHÉRIQUE À BEIJING ?



- POUR EXPLIQUER LA MAJORITÉ DES AÉROSOLS IL N'Y A BESOIN QUE DE 3 SOURCES DE POLLUTION (=ILS S'INSCRIVENT DANS UN TRIANGLE DE MÉLANGE).
- LE RAFFINAGE DE PB EST LA PRINCIPALE SOURCE DE POLLUTION.
- VIENT ENSUITE LA COMBUSTION DE CHARBON.
- IL EST ENFIN POSSIBLE DE DÉTECTER PONCTUELLEMENT L'IMPACT D'AUTRES SOURCES.

BIOSURVEILLANCE DES MÉTAUX LOURDS À PARIS ET DANS SA BANLIEUE

Grimmia pulvinata

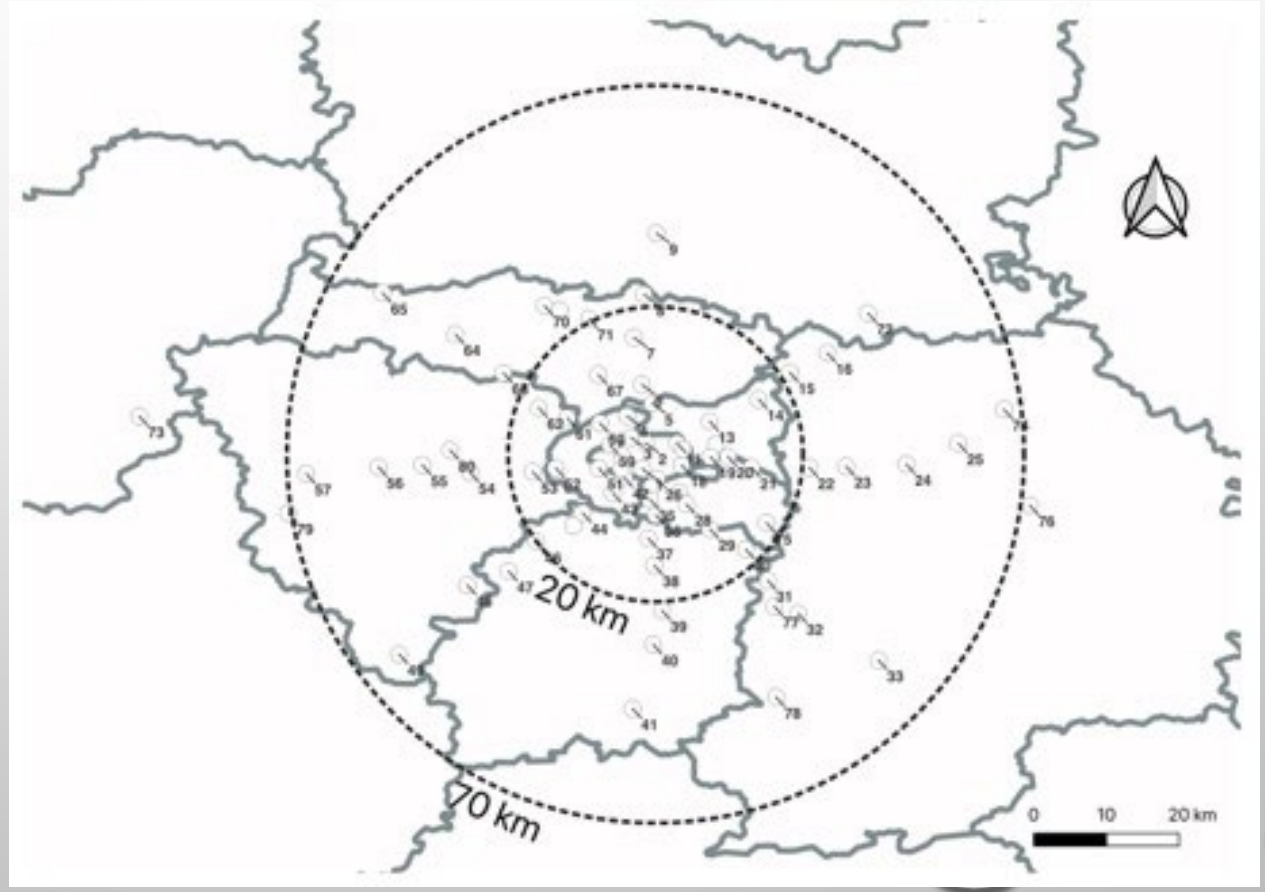
Discover Atmosphere

Research

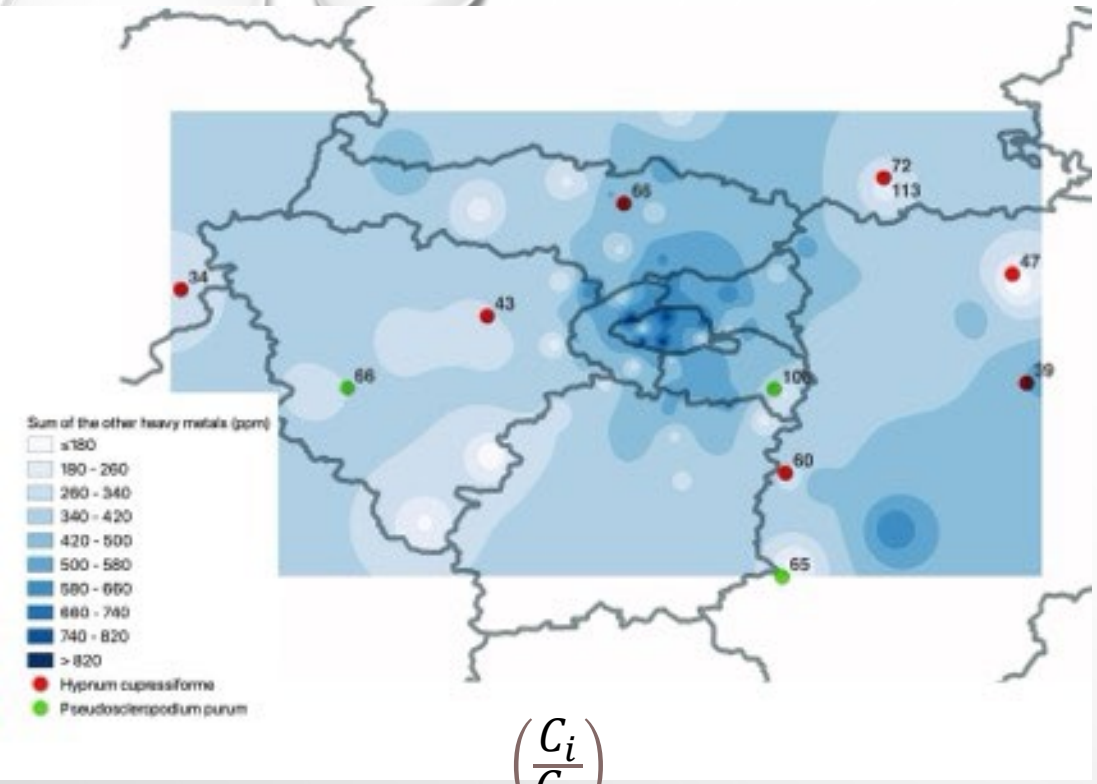
Characterizing and sourcing metal air contamination coupling concentrations and lead isotopes from moss biomonitoring in urban cemeteries

David Widory[1] · Caroline Meyer[2] · Sébastien Leblond[2] · Edson Plasencia Sánchez[3] · Emeline Lequy[4] · Yasser Morera-Gómez[1,5]

Received: 6 September 2024 / Accepted: 21 November 2024
Published online: 02 December 2024

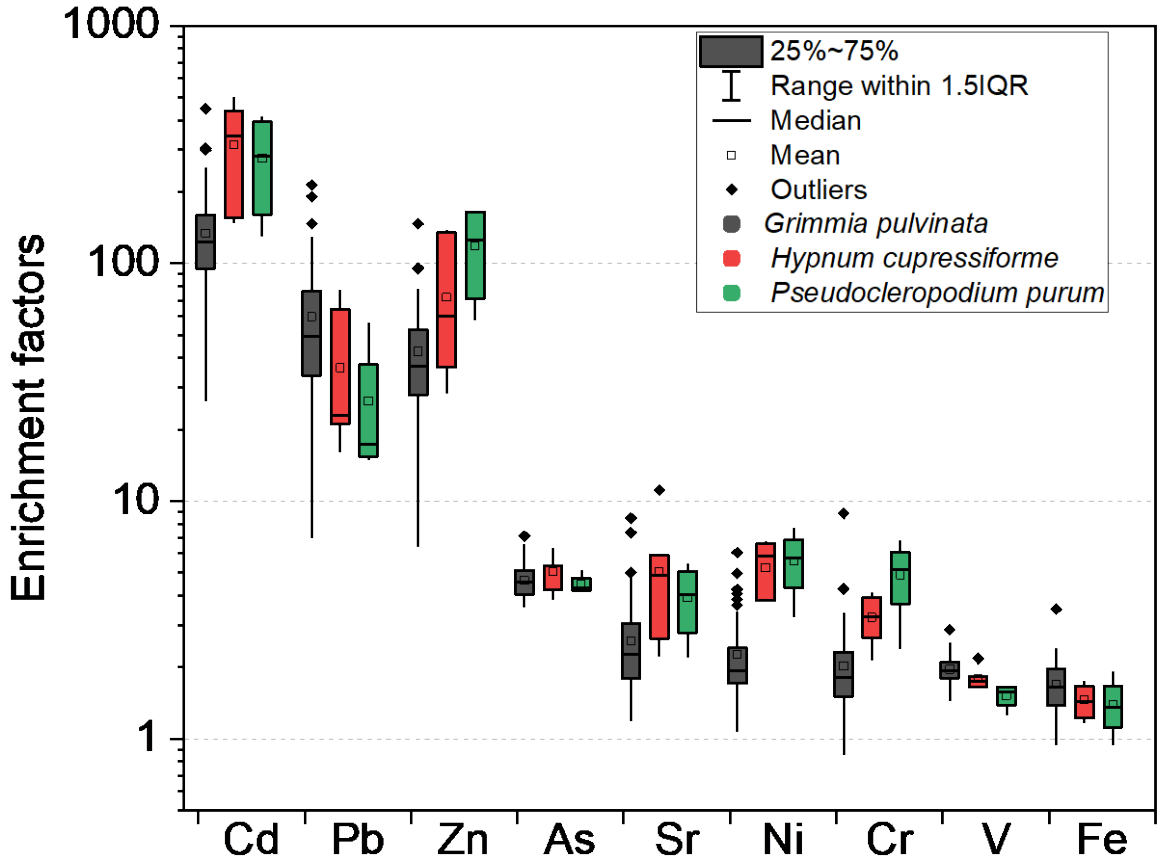


DISTRIBUTION SPATIALE DES MÉTAUX ET FACTEURS D'ENRICHISSEMENT

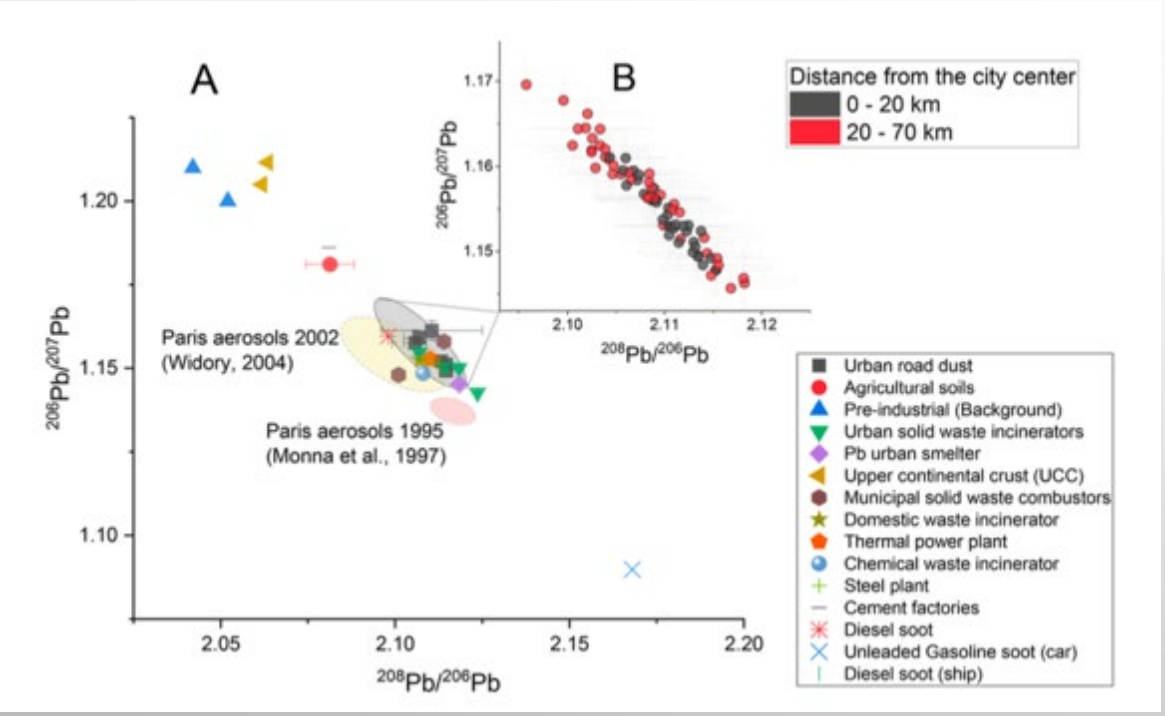


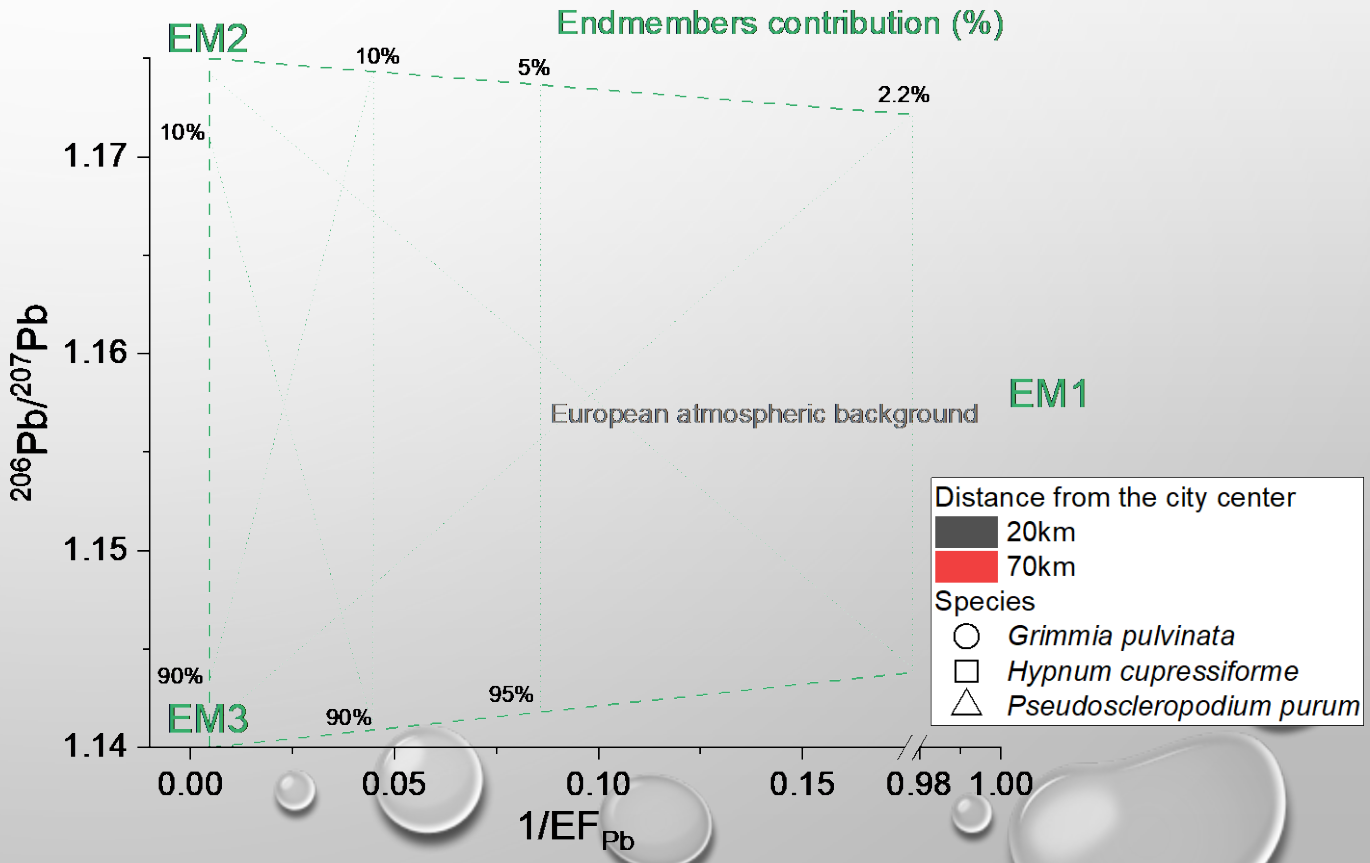
$$EF_i = \frac{\left(\frac{C_i}{C_x}\right)_{échantillon}}{\left(\frac{C_i}{C_x}\right)_{UCC}}$$

- **EF<1** : pas d'enrichissement
- **1<EF<3** : enrichissement mineur
- **3<EF<5** : enrichissement modéré
- **5<EF<10** : enrichissement modérément sévère
- **10<EF<25** : enrichissement sévère
- **25<EF<50 :** enrichissement très sévère
- **EF>50** : enrichissement extrêmement sévère

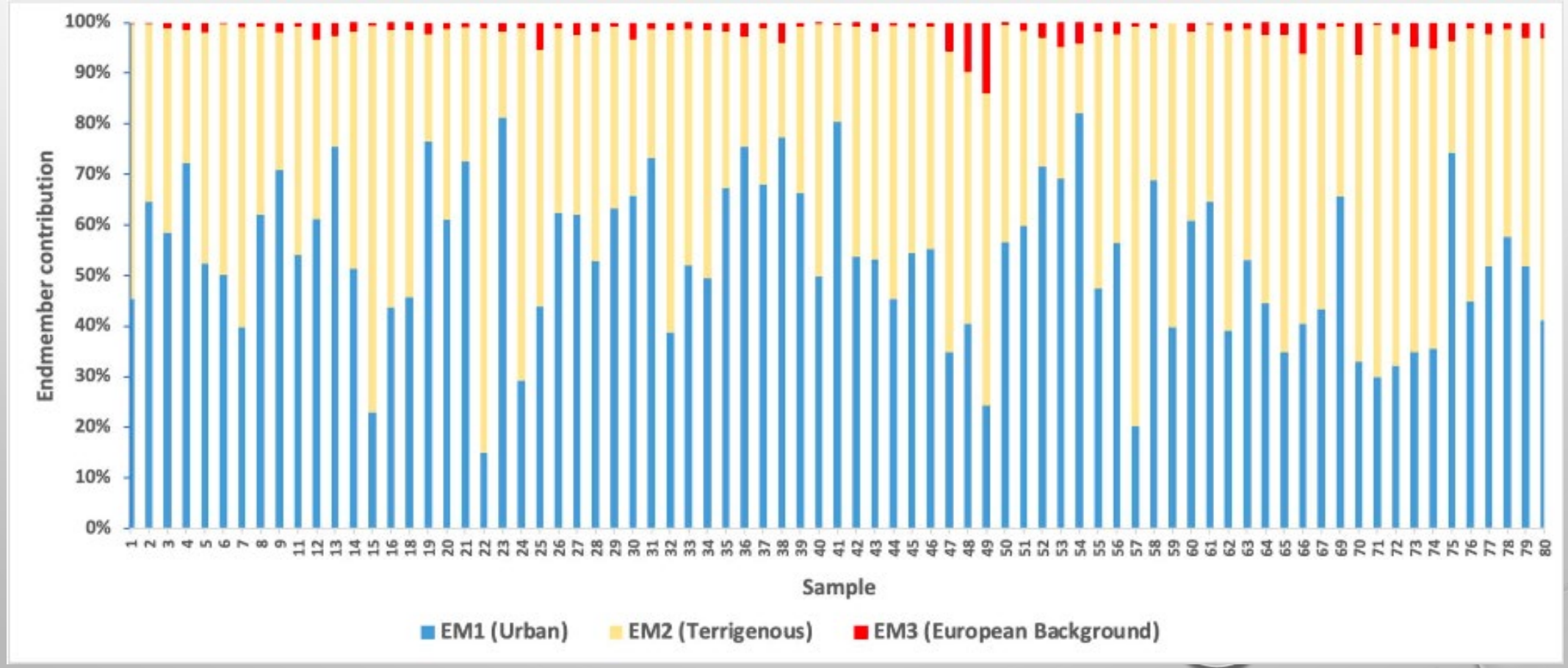


ISOTOPES DU PLOMB

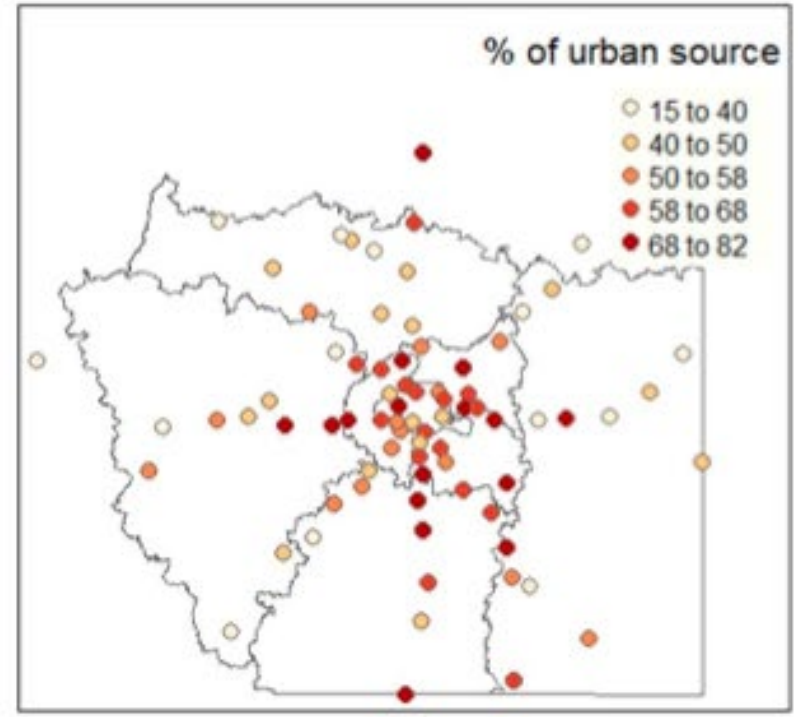


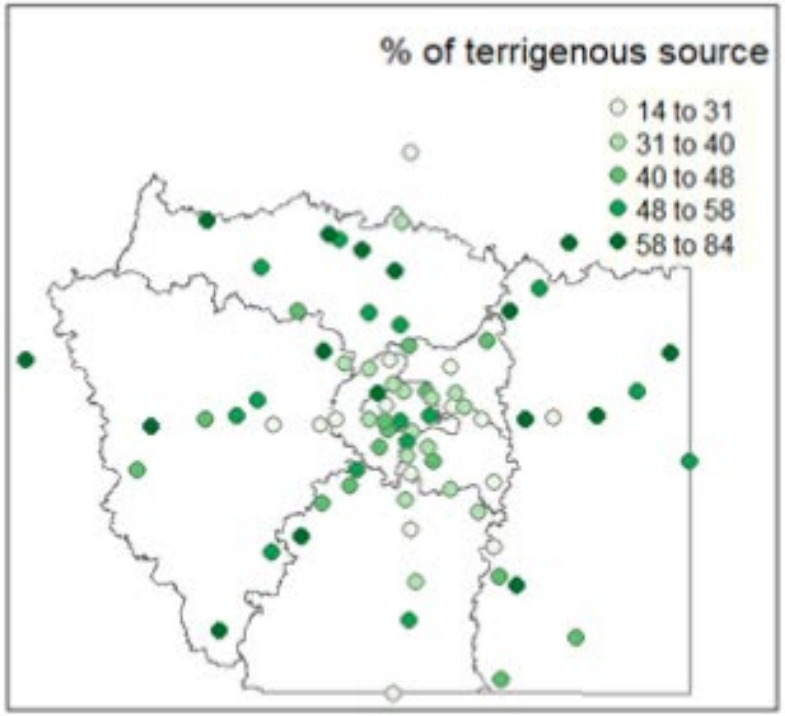


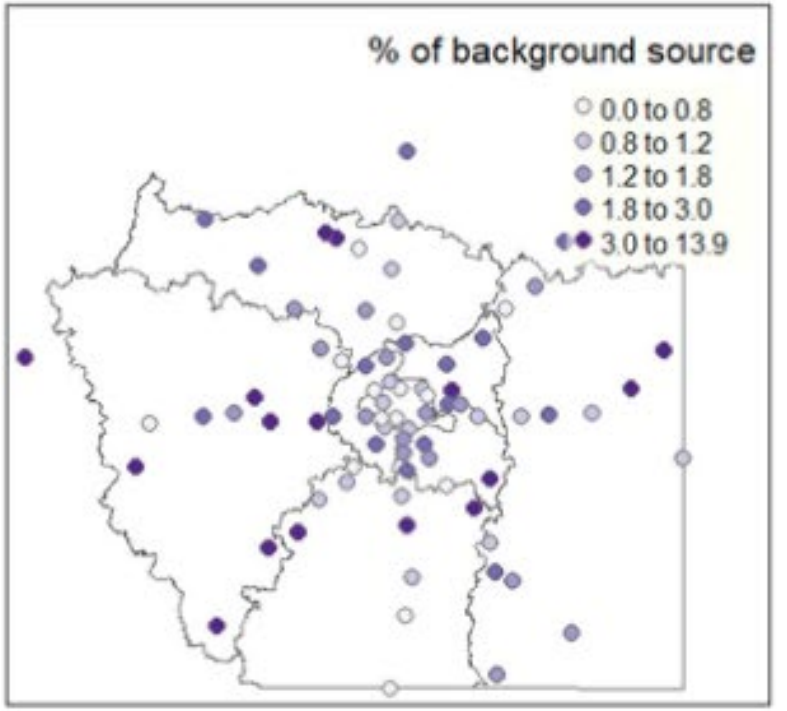
APPROCHE STATISTIQUE BAYÉSIENNE MODÈLE MIXSIAR



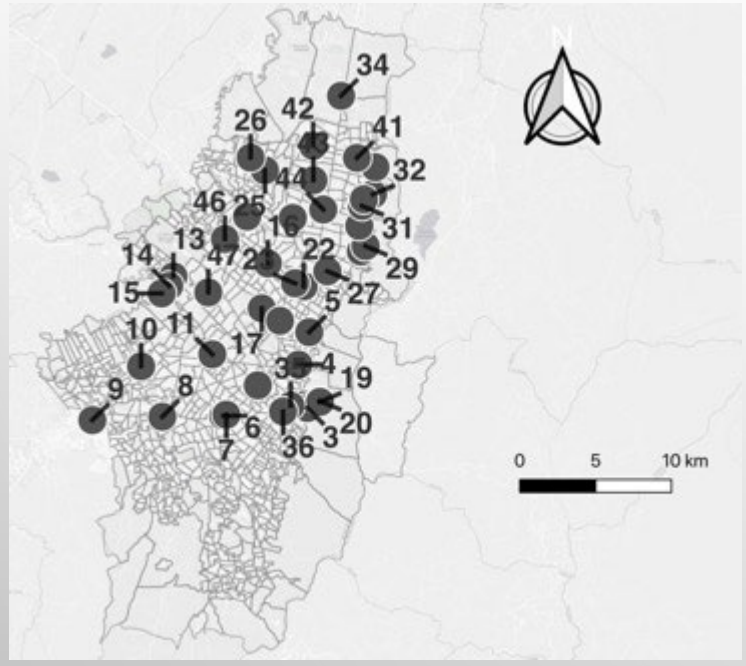
APPROCHE STATISTIQUE BAYÉSIENNE MODÈLE MIXSIAR

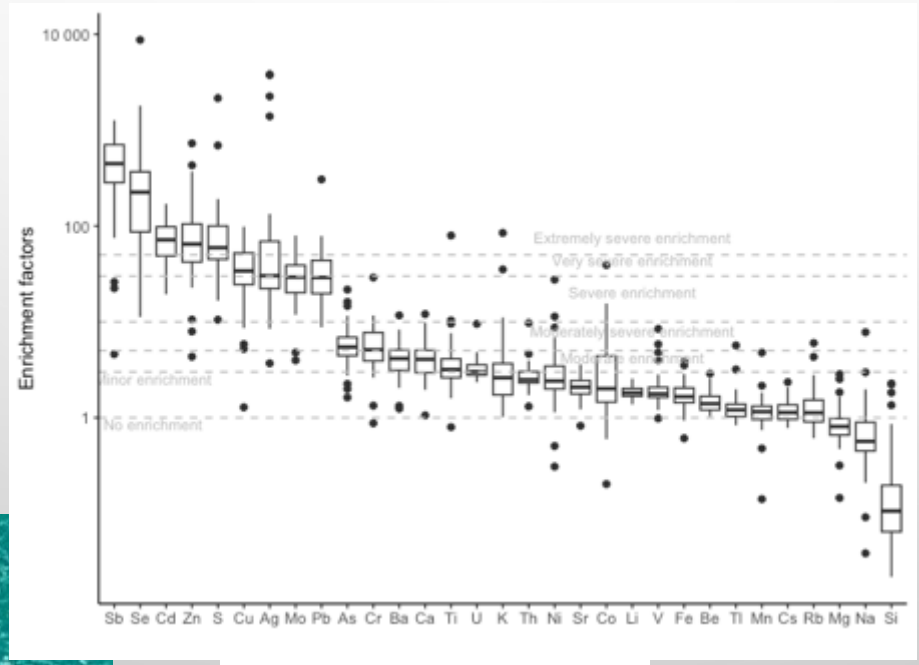






ARAIGNÉES ISOTOPIQUES À BOGOTÁ

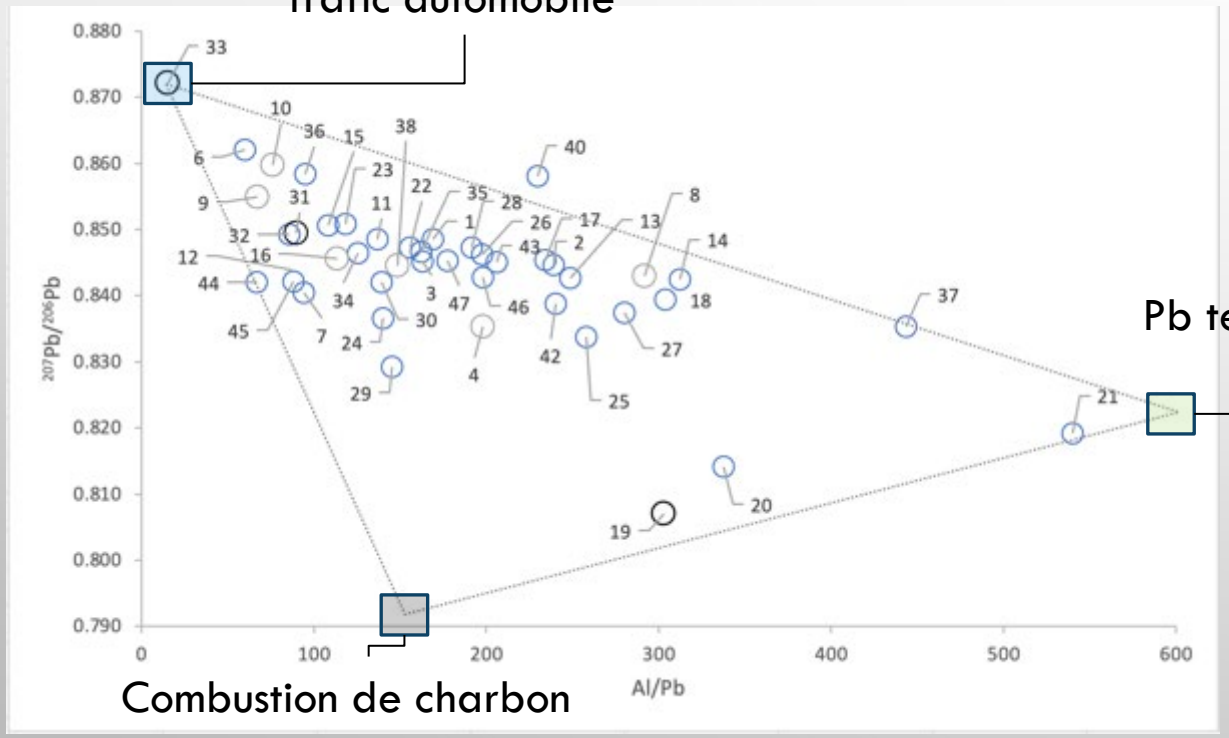




Universidad de los Andes

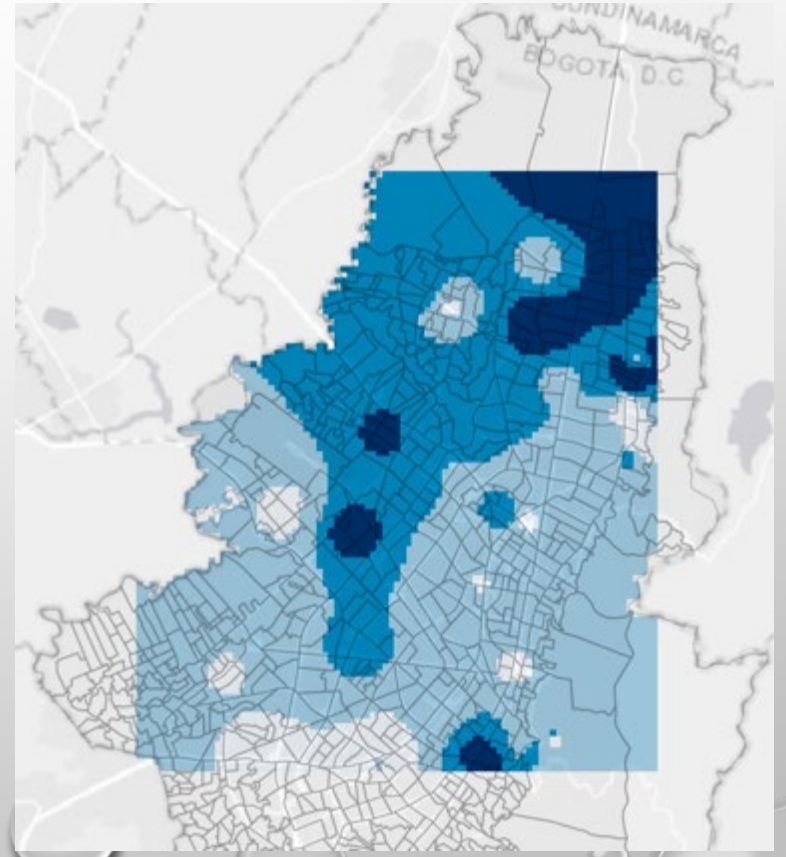
ARAIGNÉES ISOTOPIQUES À BOGOTÁ

Trafic automobile

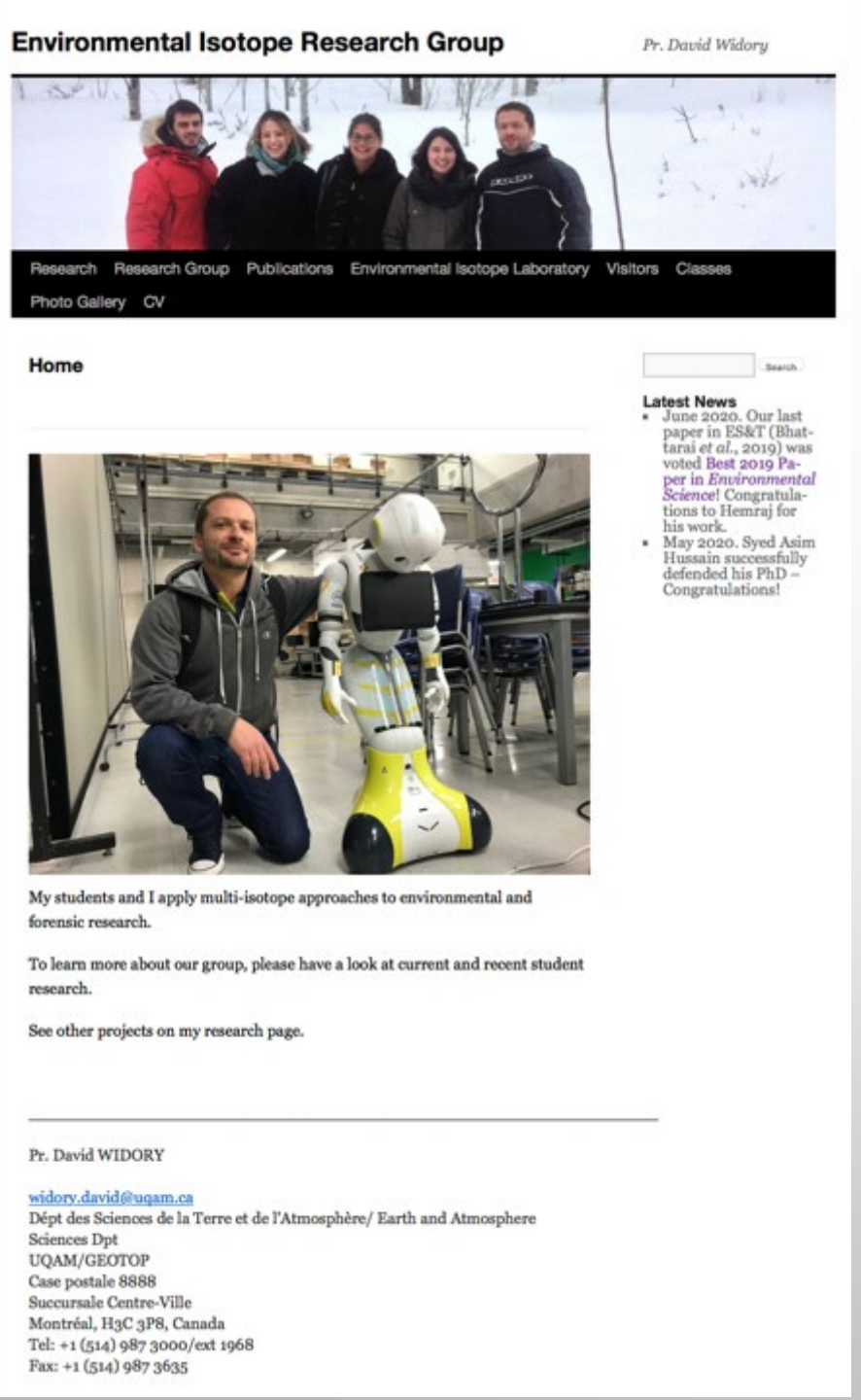


Pb terrigène

Combustion de charbon



Impact du trafic automobile



Take-home message

http://www.widory.uqam.ca