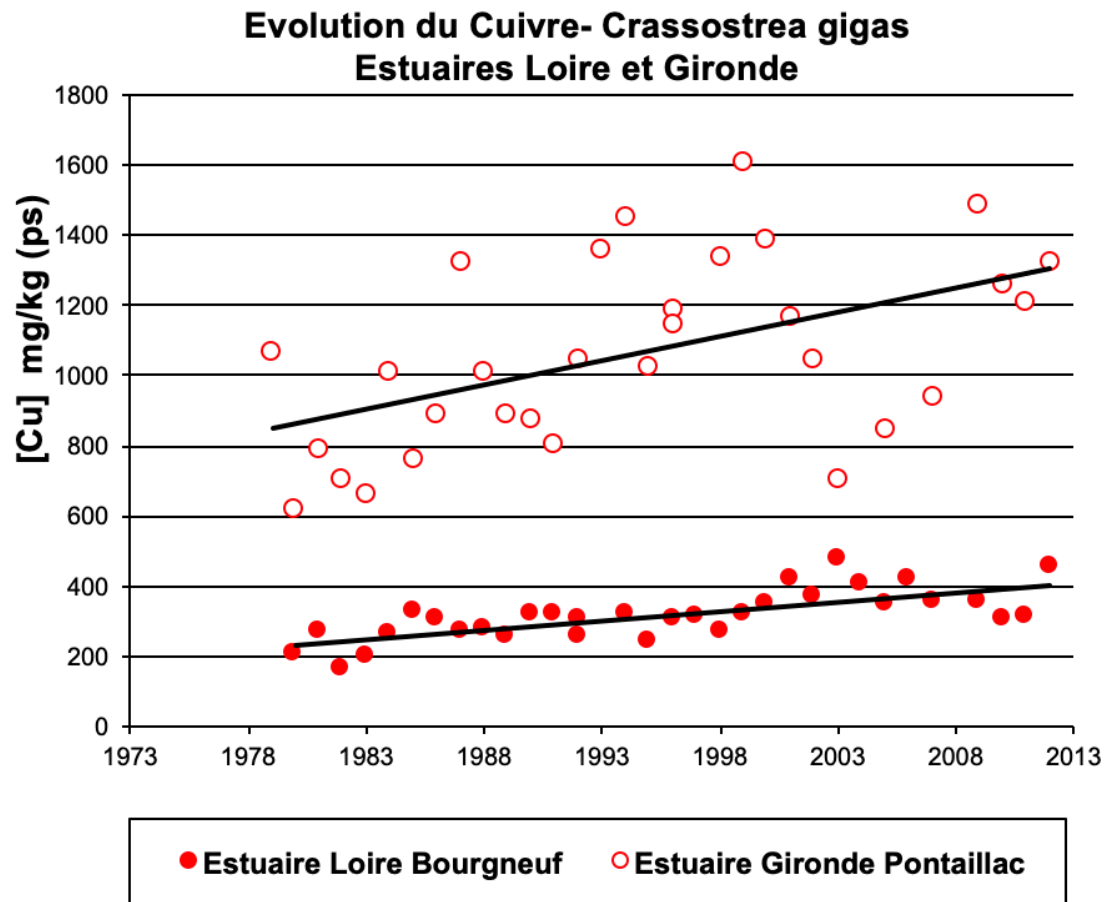




Isotopes du cuivre et mollusques du ROCCh (projets: Hercule, i-Cute, SCOTTI)

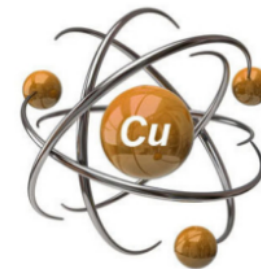
Emmanuel Ponzevera
Nantes– 18/10/19

1. Pourquoi le cuivre?
2. Rappels sur l'isotopie du cuivre
3. Méthode d'analyses
4. Loire – *Crassostrea gigas*, *Mytilus Edulis*
5. Multi-sites
6. Autres mollusques



[Cu] a doublée dans *Crassostrea gigas* entre 1980 et 2013 : d'où vient le cuivre?

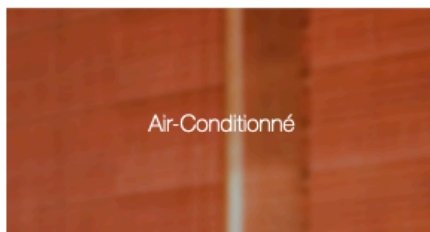
Quelques propriétés du cuivre



- haute conductivité électrique
- résiste à la corrosion (canalisation)
- antibactérien, fongicide, algicide = toxique à faibles doses pour les organismes marins
- oligo-élément présent dans de nombreuses réactions métaboliques: co-facteur enzymatique (*e.g.* superoxyde dismutase), métabolisme du glucose, minéralisation de l'os, régulation de neurotransmetteurs, immunité, métabolisme du fer (hémoglobine),...

Le cuivre est essentiel mais toxique à haute dose

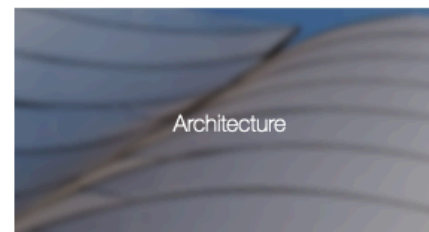
Usages du Cuivre



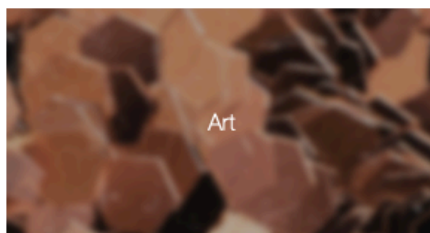
Air-Conditionné



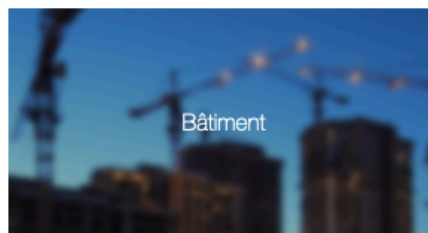
Aquaculture



Architecture



Art



Bâtiment



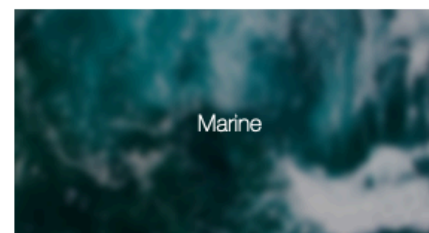
Conception et fabrication



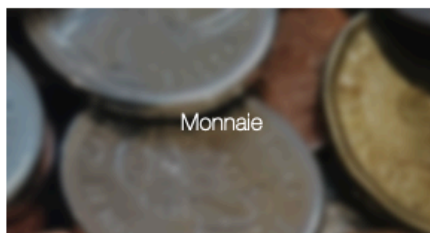
Design d'intérieur



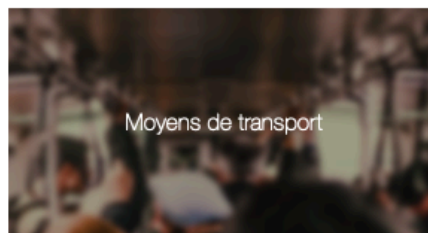
Energie et énergies renouvelables



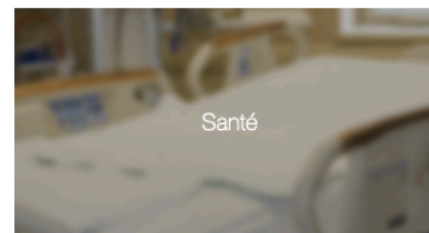
Marine



Monnaie



Moyens de transport



Santé



Systèmes électriques

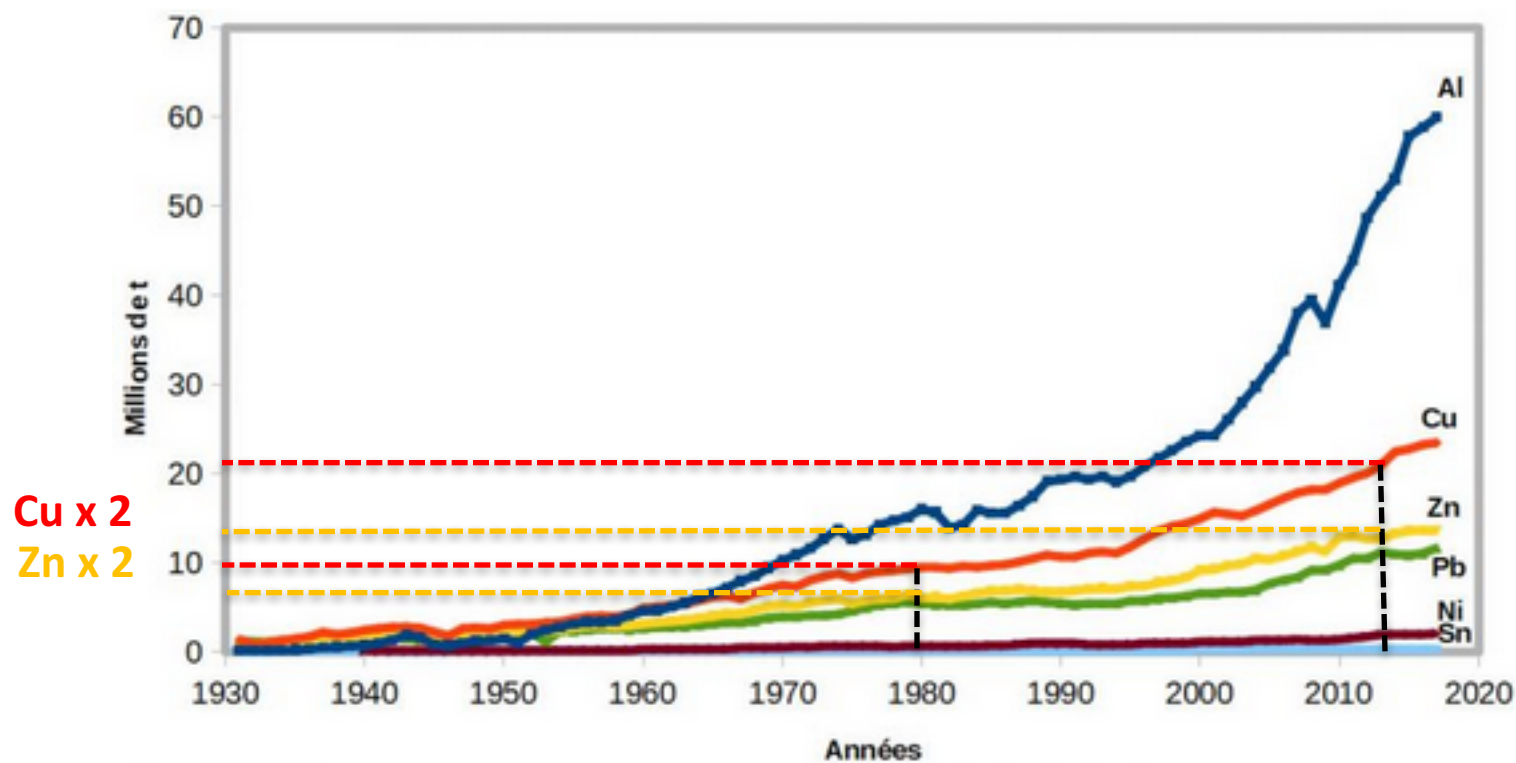


Télécommunications

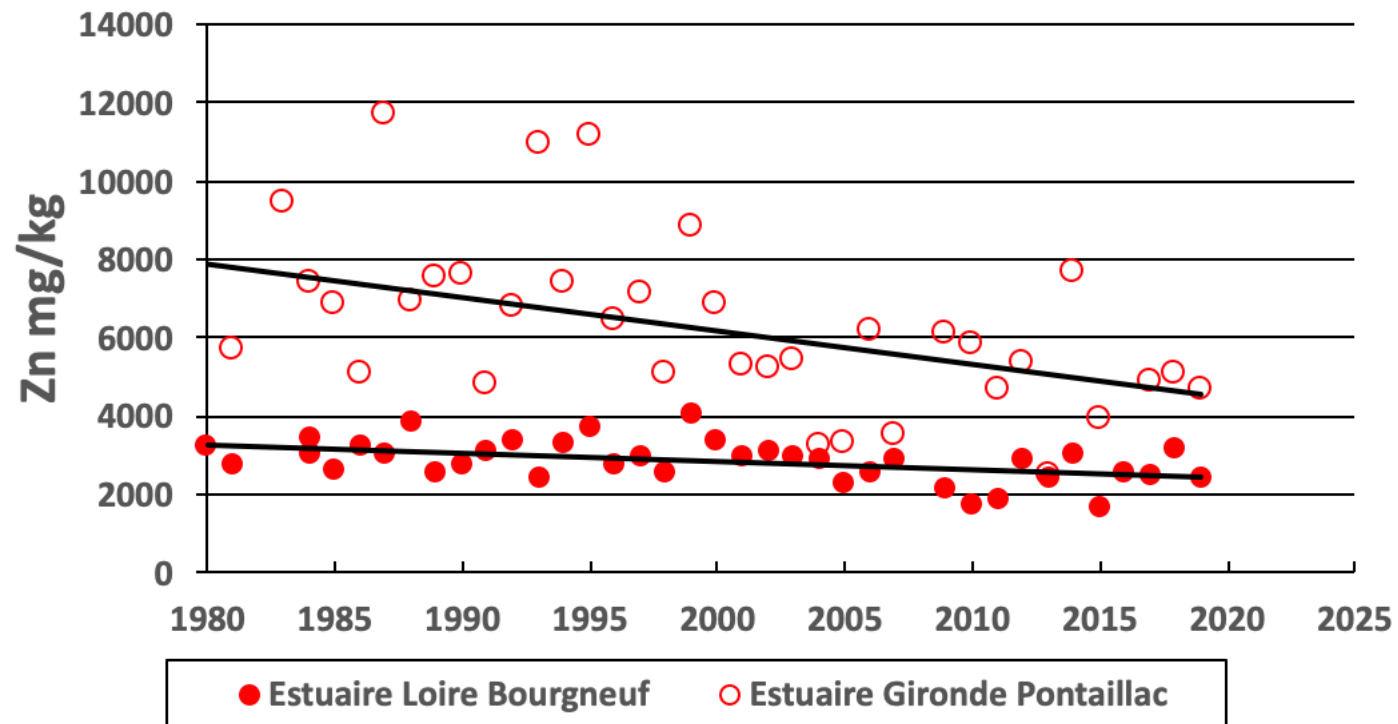


Les tubes de cuivre

Métaux - Production mondiale



Evolution du Zinc - *Crassostrea gigas* Estuaires Loire et Gironde



[Cu] a doublée dans *Crassostrea gigas* entre 1980 et 2013 : **d'où vient le cuivre?**

1. Peut-on tracer l'origine du cuivre par l'isotopie?

➔ Quelle est la contribution anthropogénique?

SOURCE

2. Identifier et tracer les mécanismes qui aboutissent à la bioaccumulation du cuivre dans deux espèces bio-indicatrices (moules et huîtres)

➔ Quelle est la réponse des mollusques?

DETECTEUR

$\delta^{65}\text{Cu}$?



Qu'est-ce qu'un isotope?

Les isotopes sont les atomes d'un élément (même nombre de protons) ayant un nombre différent de neutrons et donc une masse différente

Le cuivre possède deux isotopes stables naturels: ^{63}Cu et ^{65}Cu

29
Cu
copper
63.55

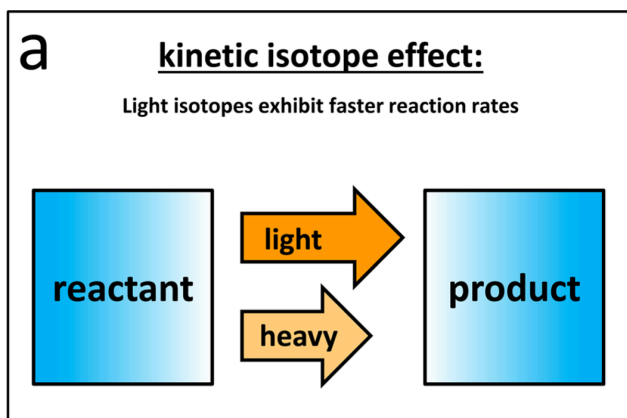
Isotopes	Protons	neutrons	Molar Mass	Abundance	Atomic mass
^{63}Cu	29	34	62,9295975	0,6915	63,55
^{65}Cu	29	36	64,9277895	0,3085	

Comment les isotopes “fractionnent” ils?

Les isotopes d'un élément réagissent de façon similaire dans la plupart des réactions chimiques, mais leur différence de masse engendrent de faibles différences de réactivité.

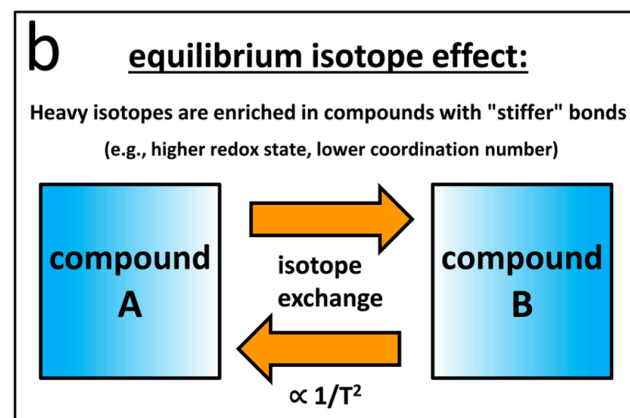
Les isotopes légers:

- ont des vitesses de réaction plus rapides (“effet cinétique”)
- ont une énergie vibrationnelle plus grande que les isotopes lourds et sont plus “échangeables” (“effet à l'équilibre”)



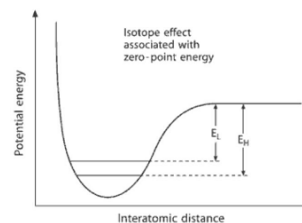
$$E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v_{light} / v_{heavy} = \sqrt{m_{heavy} / m_{light}}$$

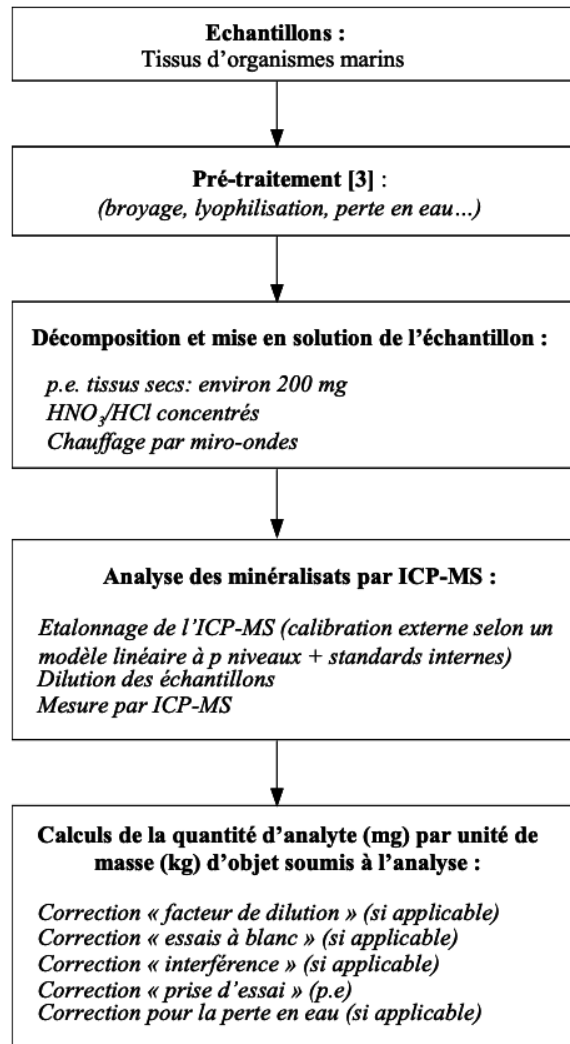


$$E_{vibrational} = \frac{1}{2} h \nu$$

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$



Méthode d'analyse élémentaire (Cu)



**Analyse élémentaire
ICP-MS**

mg/Kg

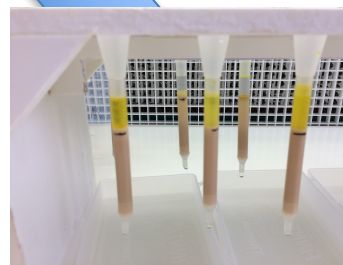
Méthode d'analyse isotopique ($^{65}\text{Cu}/^{63}\text{Cu}$)

Minéralisats

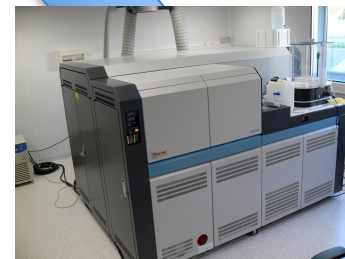
Cu mg/L

→ Aliquote (eg. 500ng Cu)

Passage sur résine anionique
Séparation chromatographique
(Cu/matrice)



Analyse isotopique MC-ICP-MS



$$\delta^{65}\text{Cu}(\text{‰}) = \left(\frac{{}^{65}\text{Cu} / {}^{63}\text{Cu}_{\text{sample}}}{{}^{65}\text{Cu} / {}^{63}\text{Cu}_{\text{standard}}} - 1 \right) \times 1000$$

$^{65}\text{Cu}/^{63}\text{Cu}$

Fractionnement dissous-particulaire ($^{65}\text{Cu}/^{63}\text{Cu}$)

Earth and Planetary Science Letters 274 (2008) 204–213



Contents lists available at ScienceDirect

Earth and Planetary Science Letters

journal homepage: www.elsevier.com/locate/epsl



The copper isotope geochemistry of rivers and the oceans

D. Vance ^{a,*}, C. Archer ^a, J. Bermin ^b, J. Perkins ^a, P.J. Statham ^c, M.C. Lohan ^d, M.J. Ellwood ^e, R.A. Mills ^c

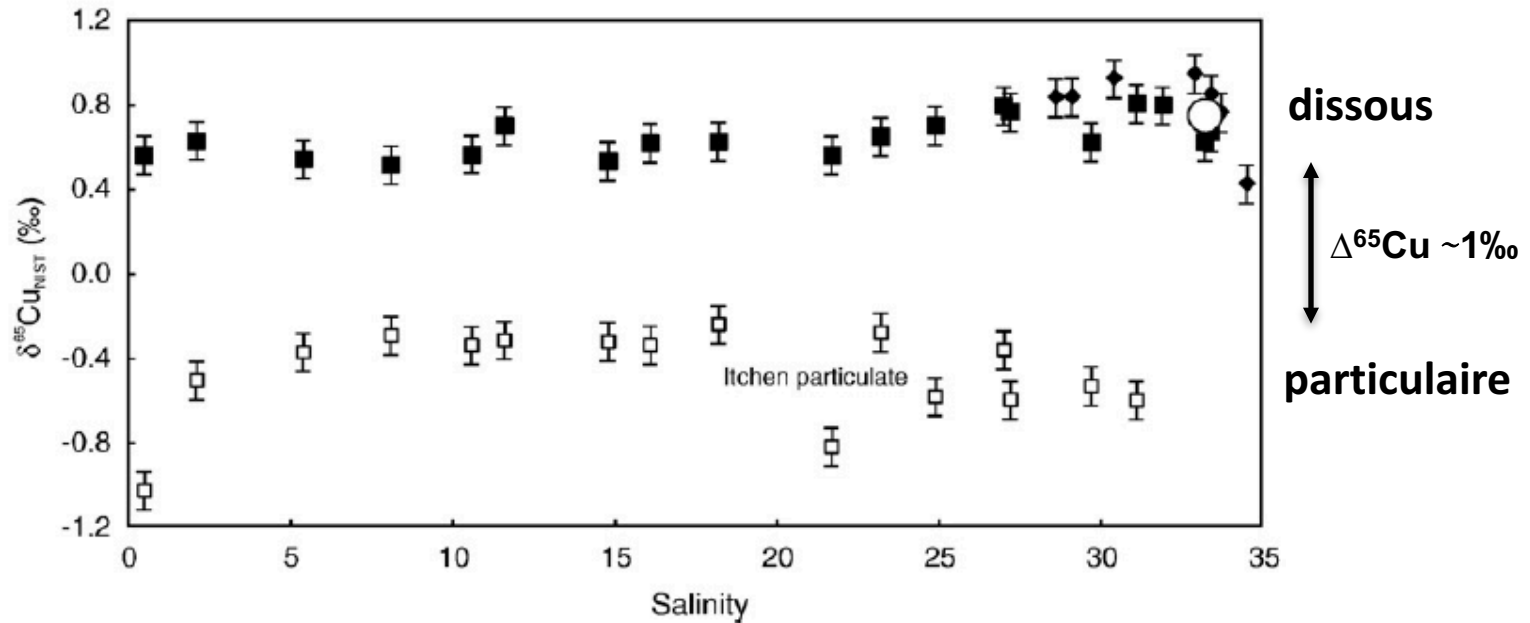
^a Department of Earth Sciences and Bristol Isotope Group, University of Bristol, Wills Memorial Building, Bristol BS8 1RK, UK

^b Department of Geology, Royal Holloway University of London, Egham, Surrey TW20 0EX, UK

^c National Oceanography Centre, Southampton, University of Southampton, Southampton SO14 3ZH, UK

^d School of Earth, Ocean and Environmental Sciences, Portland Square, University of Plymouth, Plymouth PL4 8AA, UK

^e Research School of Earth Sciences, Australian National University, Building 47, Canberra, ACT 0200, Australia





Contents lists available at ScienceDirect

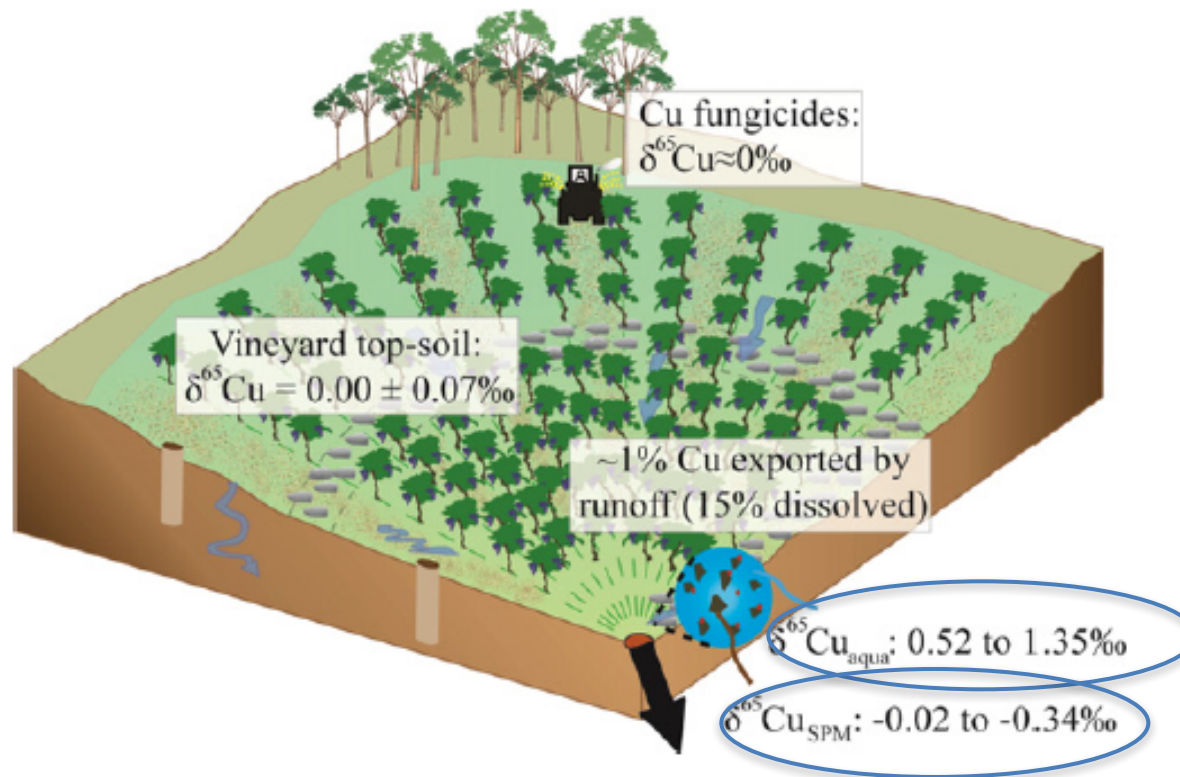
Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Copper in soil fractions and runoff in a vineyard catchment: Insights from copper stable isotopes

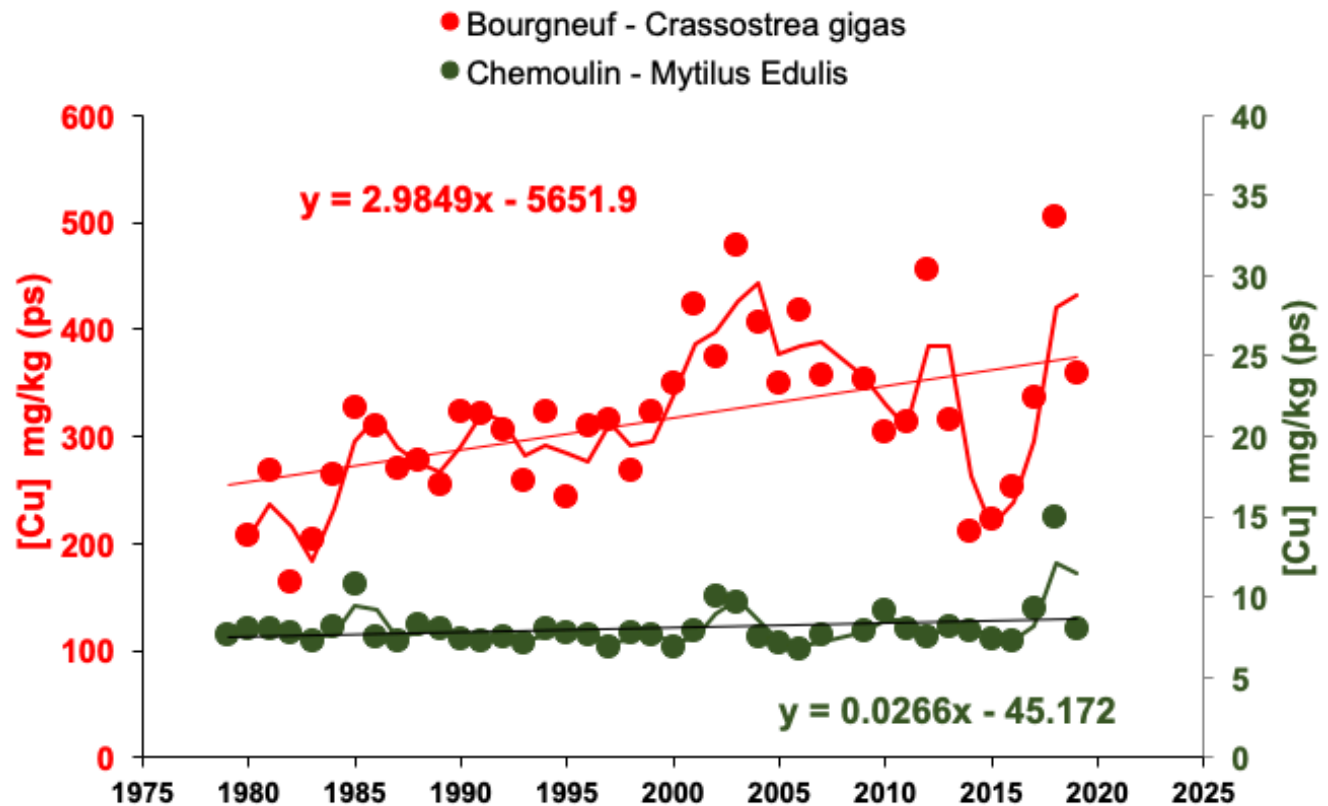
Izabella Babcsányi, François Chabaux, Mathieu Granet, Fatima Meite, Sylvain Payraudeau, Joëlle Duplay, Gwenaël Imfeld *

Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg (LHyGeS), Université de Strasbourg/EOST, CNRS, 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex, France



Enrichi en ^{65}Cu : “Lourd”

Enrichi en ^{63}Cu : “Léger”



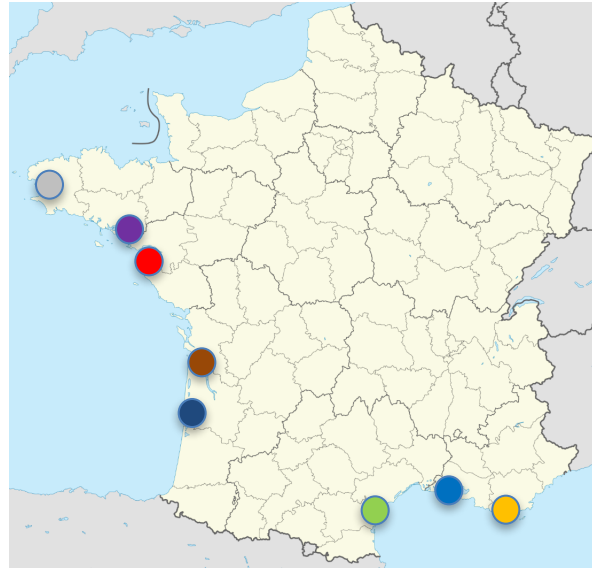
- *C. gigas* accumule le cuivre
- *M. Edulis* régule le cuivre



Les résultats des analyses isotopiques de Cu présentés le 18/10/19 lors de la journée Estival ROCCh 2019 n'ont pas encore été publiés et ont été retirés de cette présentation.

Les résultats mettent en évidence une empreinte isotopique différente entre les 2 espèces étudiées sur le site d'Er fosse, indiquant que le processus de régulation du cuivre induit un fractionnement isotopique.

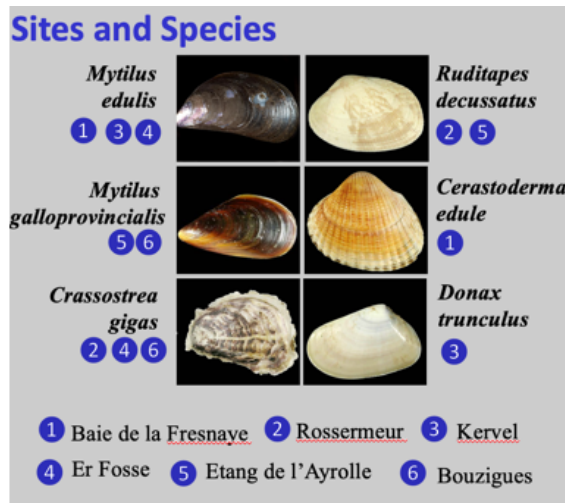
Multi sites



Les résultats des analyses isotopiques de Cu présentés le 18/10/19 lors de la journée Estival ROCCh 2019 n'ont pas encore été publiés et ont été retirés de cette présentation.

Les résultats obtenus sur 8 sites différents pour l'huître *Crassostrea gigas* indiquent des signatures isotopiques distinctes. Les isotopies du cuivre dans le plancton et dans les huîtres sur 2 sites semblent être corrélées. Des analyses supplémentaires doivent être réalisées pour valider cette hypothèse. Il sera alors possible *a minima* d'identifier des sources de cuivre rejeté dans l'environnement marin voire de les quantifier si elles peuvent être discriminées par leur isotopie.

Autres mollusques



Les résultats des analyses isotopiques de Cu présentés le 18/10/19 lors de la journée Estival ROCCh 2019 n'ont pas encore été publiés et ont été retirés de cette présentation.

Pour chaque site étudié, l'isotopie du cuivre a été comparée pour deux espèces prélevées le même jour au même endroit. Les analyses isotopiques du cuivre réalisées sur 6 espèces de mollusques différentes indiquent une grande variabilité probablement induite par le processus de détoxification des espèces.

Conclusions:

- *Mytilus Edulis* **régule** le cuivre, *Crassostrea gigas* **accumule** le cuivre
- *Mytilus Edulis* **fractionne** l'isotopie du cuivre héritée du plancton, *Crassostrea gigas* aussi mais **moins et de façon systématique**. Les mécanismes d'accumulation et de régulation impactent différemment la signature isotopique du cuivre.
- Des différences significatives en isotopes du cuivre apparaissent sur plusieurs sites étudiés indiquant de potentielles **sources anthropiques différentes**.

Questions:

- Y a t-il un fractionnement isotopique inter-espèces lié au stress en cuivre?
- Quid du forçage environnemental sur la composition du plancton (T°, MES, ligands organiques)?
- Quelle est la composition isotopique d'autres sources? Lisier? Cu urbain?

Merci à:



Daniel Araujo



Christophe Brach-Papa



Nicolas Briant



Teddy Sireau



Sandy Bruzac



Emmanuelle Rozuel



Joël Knoery



Tiphaine Chouvelon



Jean-Louis Gonzalez

... et aux LERs, aux coordinations du
ROCCh, aux anciens du LBCM...



Contents lists available at ScienceDirect

Applied Geochemistry

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/apgeochem>



Copper, zinc and lead isotope signatures of sediments from a mediterranean coastal bay impacted by naval activities and urban sources

Daniel F. Araújo^{a,*}, Emmanuel Ponzevera^a, Nicolas Briant^a, Joël Knoery^a, Sandrine Bruzac^a, Teddy Sireau^a, Christophe Brach-Papa^b

^a Laboratoire de Biogéochimie des Contaminants Métalliques, Ifremer, Centre Atlantique, F44311, Nantes Cedex 3, France

^b Laboratoire Environnement Ressources Provence-Azur-Corse, Ifremer, Centre Méditerranée, Zone Portuaire de Brégaillon, CS20 330, 83507, La Seyne-sur-Mer Cedex, France

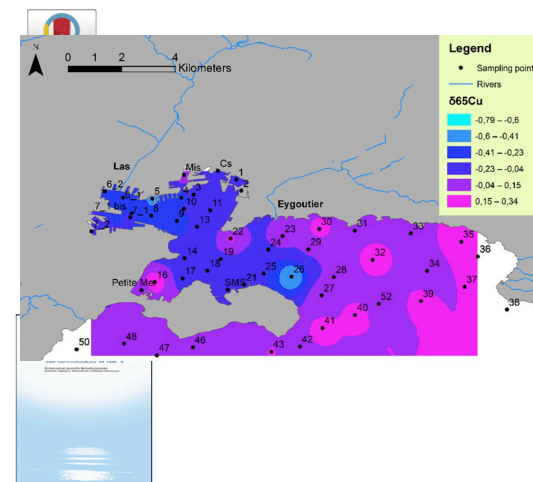
Marine Pollution Bulletin 143 (2019) 12–23



Contents lists available at ScienceDirect

Marine Pollution Bulletin

journal homepage: www.elsevier.com/locate/marpolbul



Assessment of the metal contamination evolution in the Loire estuary using Cu and Zn stable isotopes and geochemical data in sediments

Daniel F. Araújo^{a,*}, Emmanuel Ponzevera^a, Nicolas Briant^a, Joël Knoery^a, Teddy Sireau^a, Meryem Mojtahid^b, Edouard Metzger^b, Christophe Brach-Papa^{a,c}

^a Laboratoire de Biogéochimie des Contaminants Métalliques, Ifremer, Centre Atlantique, F44311 Nantes Cedex 3, France

^b UMR-CNRS 6112, LPG-BIAF, University of Angers, University of Nantes, UFR Sciences, 2 bd Lavoisier, 49045 Angers Cedex 01, France

^c Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse, Ifremer, Zone portuaire de Brégaillon, CS 20330, 83507 La Seyne sur Mer Cedex, France

