



HAL
open science

SOLEIL et le climat. PROXIES (indicateurs climatiques)

Stéphane Ponton, Maggie Cusack, Loïc Bertrand, Phil K Cook, Elise Dufour,
Jean-Pierre Cuif, Yannicke Dauphin, Paola Formenti

► **To cite this version:**

Stéphane Ponton, Maggie Cusack, Loïc Bertrand, Phil K Cook, Elise Dufour, et al.. SOLEIL et le climat. PROXIES (indicateurs climatiques). Objectif Climat, Nov 2015, Saint-Aubin, France. 2015. hal-01608339

HAL Id: hal-01608339

<https://hal.science/hal-01608339>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



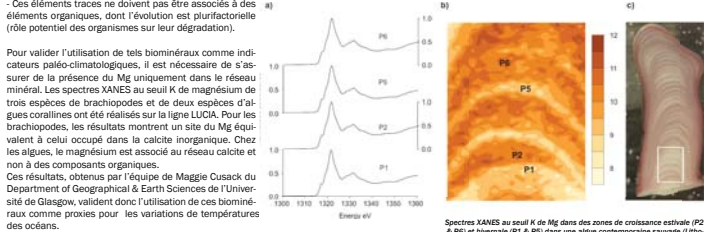
Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

PROXIES (indicateurs climatiques)

LUCIA - Validation de proxies biotiques

Les rapports d'éléments traces (ex : Mg/Ca) dans les biominéraux sont utilisés comme indicateurs climatiques qui signalent les variations de température des océans. Mais pour être des proxies fiables, deux conditions :

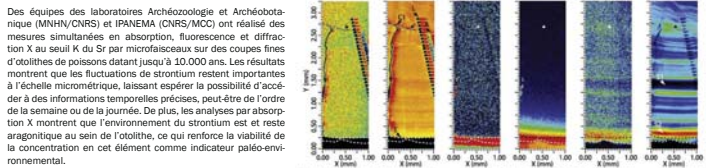
- Hypothèse de base : la substitution de Ca^{2+} par Mg^{2+} dans le réseau calcite/aragonite dépend de la température du milieu. Hypothèse acceptée par les scientifiques.
- Ces éléments traces ne doivent pas être associés à des éléments organiques, dont l'évolution est plurifactorielle (rôle potentiel des organismes sur leur dégradation).



Contact : Maggie Cusack - maggie.cusack@ges.gla.ac.uk

DIFFABS et LUCIA - otolithes actuels et fossiles sous rayons X

L'oreille interne des vertébrés renferme des concrétions minérales, les otolithes, qui participent à l'audition et au maintien en équilibre du corps. Chez les poissons téléostéens, ils sont constitués d'un biominéral formé de couches concentriques d'aragonite ($CaCO_3$), déposés au fur et à mesure de la croissance du poisson. Certains éléments traces peuvent se déposer dans les otolithes, selon l'environnement et la régulation biologique de l'organisme. C'est le cas du strontium, dont les fluctuations en concentration reflètent les variations du milieu de vie (salinité, température). L'étude d'otolithes collectés en contextes archéologiques nous renseigne sur les paléo-environnements, les pratiques de pêches et l'évolution des milieux péchés.

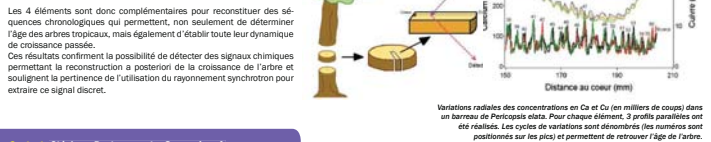


Contact : Loïc Bertrand - loic.bertrand@synchrotron-soleil.fr; Philip Cook - philipcook@gmail.com; Elise Dubois - edubois@imn.fr

ÉTUDE ET SUIVI DES FORÊTS TROPICALES

DIFFABS - dater les arbres exotiques par spectroscopie de fluorescence X

Les forêts tropicales jouent un rôle dominant dans le cycle global du carbone. À leur tour, des variations de croissance liées aux changements de leur environnement (climat, pollution, etc.) peuvent affecter le climat. Leur étude est donc cruciale. Or, aujourd'hui, les seules estimations disponibles de la croissance des arbres tropicaux viennent de réseaux de placettes d'étude trop récentes pour évaluer, par exemple, les évolutions à long terme dues aux variations climatiques interannuelles, ou aux changements globaux. Même l'âge des arbres n'est généralement pas disponible, car la dendrochronologie n'est pas applicable, faute de cernes de croissance annuels chez la majorité de ces arbres tropicaux. L'équipe de Phytocologie de l'INRA de Nancy a enregistré sur la ligne DIFFABS les spectres de fluorescence X pour 3 échantillons d'une espèce d'Afrique centrale (Pericopsis elata) et 10 échantillons de deux espèces amazoniennes (Dacrydium guianensis, Sabotaria rubra), tous issus d'arbres d'âge connu. Les variations des concentrations radiales des éléments traces K, Ca, Mn, Fe, Cu et Zn ont été mesurées du cœur de l'arbre à l'écorce, avec une résolution de 200 µm. Des variations cycliques ont été identifiées pour 4 d'entre eux (Mn, Fe, Ca, Cu) : les cycles dénotés du cœur de l'arbre à l'écorce pour l'élément Ca correspondent à l'âge des arbres. Globalement moins clair que celui du Ca, le signal du Cu permet néanmoins par endroits de lever l'ambiguïté sur le décompte des cycles.



Contact : Stéphane Ponton - ponton@nancy.inra.fr

TEMPO - photoémission X, coquilles, coraux et processus de biominéralisation

Des expériences de spectroscopie de photoémission X (XPS) menées sur la ligne TEMPO ont été réalisées sur les matrices organiques extraites des coquilles ou squelettes de 3 invertébrés - bivalves ou corail - afin d'étudier l'énergie de liaison du Ca (orbitales 2p) resté fixé à la matrice. Les valeurs obtenues sont différentes des énergies de liaison mesurées dans les niveaux équivalents du Ca libre ou inséré dans un réseau carbonaté (calcite ou aragonite), et elles dépendent de l'origine biologique de la matrice organique analysée. Il s'agit de la 1^{ère} mise en évidence directe d'une telle relation organo-minérale établie à l'échelle moléculaire dans des matériaux naturels.

La méthode XPS sur synchrotron peut donc apporter une contribution précise et fiable à l'analyse des relations moléculaires s'établissant lors de la formation des biominéraux calciques. Une compréhension approfondie des processus de bio-cristallisation permettrait d'analyser l'origine de ses spécificités taxonomiques (- effet vital -) et de circonscrire ses effets, permettant une utilisation plus efficace des biominéraux en tant qu'archives naturelles des transformations environnementales aussi bien anciennes qu'ouïes.

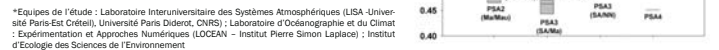
Dans une coquille de brachiopode (a), les fibres de calcite (b) présentent un motif monocristallin (c) : diffraction d'électrons rétrodiffusés sur une surface plane) malgré une croissance aléatoire. Dans le coquillage méditerranéen Perna (d), la calcite est déposée sous forme de prismes linéaires (e) avec un comportement monocristallin (f : section transversale fine, lumière polarisée transmise). Les morphologies spécifiques des unités de construction propres aux coquilles de chaque espèce mettent en évidence le contrôle biologique de la cristallisation du carbonate de calcium.

Contact : Jean-Pierre Culf - jean-pierre.culf@orange.fr; Yannick Dauphin - yannick.dauphin@umc.fr

POUSSIÈRES MINÉRALES ISSUES DE L'ÉROSION

SAMBA - Spéciation chimique d'échantillons d'Afrique de l'Ouest, par XANES et EXAFS

La poussière minérale issue de l'érosion du sol occupe un rôle important dans nos systèmes climatiques. Une fois dans l'atmosphère, elle peut altérer la concentration de certains gaz (dont l'ozone) et ses capacités de diffusion et d'absorption des rayonnements ont des répercussions environnementales et climatiques. Afin d'améliorer les modélisations dont l'on dispose actuellement, de vastes études sont menées pour étudier les propriétés physico-chimiques de cette poussière minérale. Ses caractéristiques varient en fonction de la zone d'origine des poussières, de leurs tailles et du temps passé dans l'atmosphère. Des études sont donc nécessaires à chaque étape de leur cycle de vie. La ligne SAMBA a participé à l'analyse d'échantillons d'Afrique de l'Ouest, qui abrite deux sources majeures de poussières minérales : le Sahara et le Sahel, dont les émissions sont transportées jusqu'en Amérique du Sud et Centrale. L'identification et la mesure des proportions des différents composants de ces poussières, réalisées par diffraction X, ont révélé une présence dominante d'argiles (illite et kaolinite), de quartz, d'oxydes de fer et de titane, représentant au total 92% de la masse. La spéciation des oxydes de fer (2 à 5% de la masse totale des poussières) par spectroscopie EXAFS et XANES, effectuée sur la ligne SAMBA, a ensuite montré que la goéthite ($\alpha\text{-FeOOH}$) et l'hématite ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) étaient les oxydes de fer les plus présents. La connaissance de la composition de ces poussières est une donnée très importante car leurs interactions -optiques, physiques et chimiques- avec les rayonnements solaires ou les constituants atmosphériques, terrestres ou océaniques dépendent de cette composition. Les oxydes de fer interagissent par exemple avec les rayons UV. Les données recueillies sont référencées dans une base de données publique (DUST-MAP) complétant les informations provenant d'autres régions du globe.



Contact : Paola Formenti - paola.formenti@ipcc.fr

Objectif CLIMAT, le 12 Novembre 2015 au Synchrotron SOLEIL