

7^e Congrès de la SFIS 2019

Société Française des isotopes

PROGRAMME



12-15 Novembre

Short Courses 12 Novembre

Université Paris Sud, bât 200, Orsay (accès RER B)

Géosciences
Écologie

Agro-alimentaire
Chimie

Biologie
Médecine

Pharmacie
Police Scientifique



Organisation générale - MCO Congrès : +33(0)4 95 09 38 00
Information & Registration : audrey.soulier@mcocongres.com
Sponsorship & Exhibition opportunities : celine.burel@mcocongres.com

www.sfis2019.eu



LE MOT DU PRÉSIDENT

Cher(e)s collègues et ami(e)s,

C'est avec un grand plaisir que la Société Française des IsotopesS réunit les isotopistes, en ce mois de novembre à Orsay, à l'occasion du 7ème congrès de la SFIS. Le but des congrès de la SFIS est de contribuer à réunir, sinon mélanger, les communautés utilisant les isotopes afin qu'elles échangent tant d'un point de vue scientifique, méthodologique que technique. En ce sens, les congrès de la SFIS sont complémentaires aux congrès internationaux centrés thématiquement ; en se concentrant sur l'outil isotopique elle couvre, au contraire, un éventail très large et réunit des collègues qui très souvent ne se connaissent pas. Nous avons ainsi fait notre maximum pour que vous ayez le temps de rencontrer, discuter et échanger, et c'est notamment pour cette raison que nous avons maintenu de 'vraies' pause-café et de longues sessions poster.

Vous aurez ainsi assurément l'occasion, durant ces trois jours, de découvrir des applications inattendues de vos outils préférés. Le programme reflète assez bien la diversité des thèmes que la chimie des isotopes permet d'aborder – authentification, fraudes, chimie, biologie, médecine, alimentation-santé, environnement, géologie, physique et approche théorique. Le programme contient en particulier un gros volet 'méthodologie' qui illustre je pense le dynamisme de nos communautés respectives. Analyses bulk, moléculaire ou site-spécifique, isotopes stables ou radioactifs, légers ou lourds, multi-compositions isotopiques : toutes les approches sont représentées.

La SFIS a toujours été sensible à la transmission des connaissances, les deux short-courses de mardi après-midi en sont une illustration et les deux prix qui seront remis aux jeunes scientifiques porteurs de la meilleure communication orale, d'une part et du meilleur poster, d'autre part, en est une autre.

Enfin, avant de clôturer ce 'mot du président', je voudrais remercier tous nos collègues de ParisSaclay (au sens large), sans qui ce 7ème congrès n'aurait pas pu voir le jour, le LAL et l'ICMMO qui nous accueillent, MCO qui nous a accompagné tout au long de l'organisation de ces journées, ainsi que nos sponsors industriels et partenaires institutionnels, le comité d'organisation, et surtout Christine Hatté pour son énergie de tous les instants.

Bienvenue au 7ème congrès de la SFIS, et bienvenue sur le campus de l'Université de Paris-Sud/ Paris-Saclay à Orsay.

Pierre Cartigny, président de la SFIS



LES COMITÉS

Le Comité d'Organisation

Pierre **CARTIGNY** (IPGP, Paris - SFIS)
Olivier **EVARD** (LSCE, CEA-CNRS-UVSQ, Saclay)
Caroline **GAUTHIER** (LSCE, CEA-CNRS-UVSQ, Saclay)
Jaleh **GHASHGHAIE** (ESE, Univ. Paris Sud-CNRS, Orsay)
Cyril **GIRARDIN** (ECOSYS, AgroParisTech – INRA, Grignon)
Christine **HATTE** (LSCE, CEA-CNRS-UVSQ, Saclay - SFIS)
Jérémy **JACOB** (LSCE, CEA-CNRS-UVSQ, Saclay - SFIS)
Luc **LAMBS** (ECOLAB, CNRS-Univ. Toulouse - SFIS)
Marlène **LAMOTHE-SIBOLD** (IPS2, Univ. Paris Sud-CNRS, Orsay - SFIS)
Philippe **LESOT** (ICMMO, Univ. Paris Sud-CNRS, Orsay – SFIS)
Aurélien **NORET** (GEOPS, Univ. Paris Sud-CNRS, Orsay)
Antoine **SALLUSTREAU** (SCBM, CEA)
Edgard **SOULIE** (CEA - SFIS)
Frédéric **TARAN** (SCBM, CEA)

Le Comité Scientifique

Ilhem **BENTALEB** (ISEM, Montpellier - SFIS)
Pierre **CARTIGNY** (IPGP, Paris - SFIS)
Olivier **EVARD** (LSCE, Saclay)
François **FOUREL** (LEHNA, Lyon - SFIS)
Caroline **GAUTHIER** (LSCE, Saclay)
Jaleh **GHASHGHAIE** (ESE, Orsay)
Cyril **GIRARDIN** (ECOSYS, Grignon)
Christine **HATTE** (LSCE, Saclay - SFIS)
Gwenaél **IMFELD** (LHyGeS, Strasbourg - SFIS)
Jérémy **JACOB** (LSCE, Saclay - SFIS)
Luc **LAMBS** (ECOLAB, Toulouse - SFIS)
Marlène **LAMOTHE-SIBOLD** (IPS2, Orsay - SFIS)
Philippe **LESOT** (ICMMO, Orsay - SFIS)
Aurélien **NORET** (GEOPS, Univ. Paris Sud - CNRS)
Anne-Catherine **PIERSON-WICKMANN** (Geosciences Rennes - SFIS)
Ghyslaine **QUITTE** (IRAP, Toulouse - SFIS)
Gérald **REMAUD** (CEISAM, Nantes - SFIS)
Antoine **SALLUSTREAU** (SCBM, Saclay)
Edgard **SOULIE** (CEA, Saclay - SFIS)
Frédéric **TARAN** (SCBM, Saclay)
Lisa **WINGATE** (Ephyse, Bordeaux - SFIS)

7^e Congrès
de la **SFIS**
12-15 Novembre 2019
Société Française des Isotopes



MARDI 12 NOVEMBRE • Bât 410, salles 21 & 22, 1^{er} étage

13:00 - 13:45 **ACCUEIL DES PARTICIPANTS**

14:00 - 17:00 **COURS 1 - PARTIE 1 & 2**

La métrologie, les propagations d'erreur, les calculs derrière les logiciels

14:00 - 17:00 **COURS 2 - PARTIE 1 & 2**

Les techniques de mesure, leurs applications et limites

15:15 - 15:45 **PAUSE CAFÉ**



MERCREDI 13 NOVEMBRE

 : Jeune chercheur

09:00 - 09:55 **ACCUEIL DES PARTICIPANTS**

09:55 - 10:00 **MOT D'ACCUEIL DU PRÉSIDENT DE LA SFIS**

10:00 - 11:00 **SESSION - L'ISOTOPIE, UNE CLÉ AU CŒUR DU VIVANT**

- CO01** • **Keynote** : Apport de l'IRMS pour la connaissance des flux métaboliques cellulaires dans le développement du cancer du sein. X. Saupin (Villeurbanne), E. Bonjour, A. Anchisi, H. Chevrotée, P. Jame, A. Vigneron
- CO02** • Post-photosynthetic C-isotope fractionations in plants: A review. J. Ghashghaie (Orsay), C. Bathellier, F-W Badeck
- CO03** • ¹⁴C-radiolabeling CNT and Graphene Related Materials for toxicological studies. A. Sallustrau (Gif-Sur-Yvette), B. Czarny, D. Georgin, M. Pinault, G. Patriarche, M. Mayne L'hermite, E. Vazquez, D. Ausisio, V. Dive, F. Taran



11:00 - 12:00 **SESSION - LES ISOTOPES : DE FORMIDABLES OUTILS DE TRAÇAGE**

- CO04** • **Keynote** : Evaluer l'impact environnemental de l'incendie de Notre-Dame de Paris grâce aux isotopes stables du plomb : une première analyse des retombées atmosphériques. S. Ayrault (Gif-Sur-Yvette), M. Roy-Barman, L. Bordier
- CO05** • Transformation and transport of pesticides in agro-systems: insights from compound-specific isotope analysis (CSIA) G. Imfeld (Strasbourg), J. Masbou, B. Guyot, S. Payraudeau
- CO06** • Comment évaluer l'impact de l'exploration et l'exploitation de gaz non conventionnels: Traçage multi-isotopique des fluides salins et des gaz. W. Kloppmann (Orléans), B. Mayer, P. Humez, F. Osselin, E. Gaucher, M. Blessing, F. Gal, A-M. Desaulty, C. Guerrot, C. Lerouge, C. Innocent, R. Millot

12:00 - 12:30 **INTERVENTIONS DES PARTENAIRES INSTITUTIONNELS**

12:30 - 14:15 **PAUSE DÉJEUNER**

14:15 - 15:15 **SESSION - AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX**

- CO07** • New oxygen labeling schemes using mechanochemistry: a real step forward for ¹⁷O NMR spectroscopy. J. Spackova, C-H. Chen, D. Berthomieu, B. Alonso, P. Gaveau, T-X. Métro, D. Laurencin (Montpellier)
-  **CO08** • Récents développements en analyses isotopiques pour l'authentification des matières premières aromatiques. A. Cuchet (Villeurbanne), A. Anchisi, P. Jame, H. Casabianca
- CO09** • Pushing the limits of CRDS: novel techniques for accessing new spatial and temporal scales in C and O isotope analyses. P. Sans Jofre (Paris), C. Thomazo, O. Musset, C. Liorzou, T. Cocquerez, P. Floury, L. Nicol, S. Lalonde
-  **CO10** • Development of the analysis of dissolved actinium 227 in seawater by mass spectrometry. M. Levier (Gif-Sur-Yvette), M. Roy-Barman, A. Dapoigny, L. Foliot, C. Colin

15:15 - 15:45 **PAUSE CAFÉ**

15:45 - 17:15 **SESSION POSTERS**

17:15 **COCKTAIL**



JEUDI 14 NOVEMBRE

📍 : Jeune chercheur

09:15 - 10:45 **SESSION - VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET RECONSTITUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS**

- 📍 → **CO11** • **Keynote** : The triple oxygen isotope composition of plant silica, a proxy of atmospheric humidity : climate chamber calibrations. C. Outrequin (Aix-en-Provence), A. Alexandre, C. Vallet-Coulomb, A. Landais, C. Piel, S. Devidal, M. Couapel, C. Sonzogni, M. Pierre, F. Prié
- 📍 → **CO12** • On the isotopic equilibrium between precipitation and water vapor in Northern Patagonia during late summer 2017 and its consequences on $\delta^{18}\text{O}$ cellulose calculation. T. Penchenat (Saint-Aubin), F. Vimeux, V. Daux, O. Cattani, M. Viale, R. Villalba, A. Srur, C. Outrequin
- CO13** • Exploration d'une archive interdisciplinaire : Le guano de chauve-souris. I. Bentaleb (Montpellier), T. La Mantia, J. Fonderflick, F. Fourel, M. Esposito, R. Grasso
- 📍 → **CO14** • Reconstitution of the seawater boron isotopic composition over geological times. M. Buisson (Paris), P. Louvat, C. Rollion-Bard, J. Bouchez, J. Horita, J. Gaillardet
- CO15** • The origin of continental carbonates in Andean salars: a multi-tracer geochemical approach in Laguna Pastos Grandes (Bolivia). E. Muller (Paris), E. Gaucher, C. Durlet, J-S. Moquet, M. Moreira, V. Rouchon, P. Louvat, G. Bardoux, S. Noirez, C. Bougeault, E. Vennin, E. Gérard, M. Chavez, A. Virgone, M. Ader

10:45 - 11:15 PAUSE CAFÉ

10:45 - 12:15 **SESSION POSTERS**

12:45 - 14:30 PAUSE DÉJEUNER

14:30 - 15:30 **SESSION - HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES**

- 📍 → **CO17** • Distribution spatiale du Césium-137 dans des profils de sol non perturbés d'Amérique du Sud pour quantifier l'érosion des sols en contexte agricole intensif. P-A. Chaboche (Gif-sur-Yvette), O. Evrard
- 📍 → **CO18** • Approche multi-isotopes du fonctionnement de systèmes hydrothermaux du Nord-Ouest de l'Algérie. I. Mekebret (Orsay), J-L. Michelot, N. Mebrouk, M. Massault, G. Monvoisin, A. Noret, Y. Zémour
- CO19** • Implementation of stable isotope fractionation in the reactive transport code HYTEC and first applications. M. Lincker, S. Guillon (Fontainebleau), V. Lagneau
- CO20** • Evolution des signatures isotopiques des pluies sur la France : résultats préliminaires du réseau RENOIR. E. Gibert, L. Lambs (Toulouse), L. Gourcy, A. Noret, C. Le Gal La Salle, C. Marlin, E. Petelet
- 15:30 - 16:15 **REMISE DU PRIX SFIS DU MEILLEUR ARTICLE 2018**
- CO21** • H_2 -rich natural gas seepages on Earth: from where do they come from? E. Deville (Rueil-Malmaison)

16:15 - 16:45 PAUSE CAFÉ • ICMMO BÂT 410

16:45 - 20:00 **ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE LA SFIS • ICMMO BÂT 410**



VENDREDI 15 NOVEMBRE

📍 : Jeune chercheur

09:15 - 09:45 ACCUEIL CAFÉ

09:15 - 11:15 **SESSION POSTERS**

11:15 - 11:45 **SESSION - ARCHÉOLOGIE ET PATRIMOINE : À LA RECHERCHE DU PASSÉ !**

- 📍→ **CO22** • La datation ^{14}C appliquée aux instruments de musique modernes : une étude interdisciplinaire. M-G. Durier (Gif-sur-Yvette), P. Brugièrre, C. Hatté, S. Vaiedelich, C. Gauthier, F. Thil, N. Tisnérat-Laborde
- 📍→ **CO23** • Nouvelles stratégies pour la datation directe de biominéraux archéologiques par U-Th : Apport de l'imagerie isotopique par LA-fs HR-ICP-MS. A. Galy (Pau), L. Martin, F. Claverie, G. Barbotin, E. Pons-Branchu, C. Pécheyran, C. Tribolo, N. Mercier

11:45 - 12:15 **SESSION - LES GRANDES ÉCHELLES DE TEMPS : COSMOCHIMIE ET DYNAMIQUE TERRESTRE**

- CO24** • Abiogenic formation of short-chain organic compounds within the mud volcanoes of the Marianna Trench : new insights on the building blocks of life. O. Sissmann (Rueil-Malmaison), C. Monnin, R. Price, V. Rouchon, V. Beaumont, K. Takai
- CO25** • Water-rock interactions in the earliest solar system: imaging H isotopes on FIB sections in minerals with low water content. D. Levy, J. Aléon (Paris), A. Aléon-Toppani, D. Troadec, R. Duhamel, A. Gonzalez-Cano, H. Bureau, H. Khodja

12:15 - 12:30 **SESSION - HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES**



- CO16** • Isotopic approach of thermokarst lakes in current permafrost thawing in Central Yakutia (Subarctic Eastern Siberia). A. Séjourné, C. Marlin (Orsay), L. Gandois, C. Hatté, M. Alexis, F. Bouchard, F. Costard, A. Noret, A. Fedorov, P. Ciais




LISTE DES POSTERS

 : Jeune chercheur


ARCHÉOLOGIE ET PATRIMOINE: À LA RECHERCHE DU PASSÉ!

- PO11** ^{14}C et peintures : mise en évidence de faux tableaux - AMS radiocarbon dating for investigating potential recent forgeries of paintings
-  **PO12** Traitement de données isotopiques du plomb par statistiques multivariées : automatisation du traçage de sources de scories de cuivre
-  **PO18** First isotopic evidence of prehistoric subsistence strategies in North Africa
- PO20** Où a été élevé mon lama ? $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, origine géographique et mobilité résidentielle des camélidés domestiques sur la côte nord du Pérou à la période préhispanique

AVANÇÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

-  **PO03** ^{13}C Position-specific isotopic analysis of vanillin: overcome current barriers.
- PO08** Analyses simultanées des $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ d'inclusions fluides de halites synthétiques par spectroscopie de sortie de cavité intégrée hors axe (OA-ICOS)
- PO09** Quel facteur de correction doit-on utiliser pour déterminer les $\delta^{18}\text{O}$ des carbonates d'apatite ?
- PO15** 2D-NMR spectroscopy, oriented solvents and chirality: three keys to rethink the deuterium isotopic analysis
- PO16** Carbon $\delta^{13}\text{C}$ and oxygen $\delta^{18}\text{O}$ isotopic composition of solid carbonates using an Isotope Ratio Infrared Spectrometer (IRIS).
- PO17** Explaining 'strange' isotope effects of O, Mg, Si, Cd, Hg during evaporation: Insights from their multiple isotopes and their terrestrial and cosmochemical implications.
- PO25** Methane in seafloor hydrothermal fluids is not always in internal equilibrium - constraints from coupled $\Delta^{13}\text{CH}_3\text{D}$ et $\Delta^{12}\text{CH}_2\text{D}_2$ measurements.
- PO31** Development of ^{144}Ce analysis in spent nuclear fuel samples by mass spectrometry
- PO36** High-precision cavity ringdown measurements of $\delta^{13}\text{CO}_2$ and $\delta^{13}\text{CH}_4$ along the Eastern North Atlantic onboard the sailing research vessel Fleur de Passion

HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANÇÉES

- PO19** Étude des variations saisonnières de l'alimentation des eaux du Rhône grâce aux isotopes de la molécule d'eau
- PO30** Natural versus anthropogenic rates of erosion in Brasília (District Federal, Brazil)
- PO01** Quantification des sources et de la dynamique des sédiments à partir de mesures de radionucléides (^7Be , ^{137}Cs , $^{210}\text{Pb}_{\text{xs}}$) dans des bassins versants cultivés et contrastés à travers le monde
-  **PO02** Étude de l'influence de la densité de peuplement sur le fonctionnement du sol dans des chênaies par la mesure des rapports isotopiques du carbone ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) et de l'azote ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) en EA-IRMS
- PO04** Coupling water stable isotopes with hydrogeological models to improve constraints on surface-groundwater interactions at the watershed scale.



📍 → : Jeune chercheur

- 📍 → **PO07** Dynamique du carbone et émissions de gaz à effet de serre, de la source de plusieurs affluents de l'Ariège jusqu'à leur confluence avec la rivière Ariège
- 📍 → **PO13** Anomalie isotopique de l'uranium dissous dans le bassin versant de L'Essonne
- 📍 → **PO26** Apport des radionucléides dans le traçage des sources de sédiments d'un bassin versant minier de Nouvelle-Calédonie
- 📍 → **PO34** Soil degradation due occupation of native grasslands by croplands in the Pampa biome - (Southern Brazil) and the impact on suspended sediment supply to the rivers

L'ISOTOPE, UNE CLÉ AU CŒUR DU VIVANT

- PO24** ¹³C labelling for K effect on oil palm yield via photoassimilates pathways from leaves to fruits
- PO28** Late stage radiolabeling of linear ureas with CO₂ : application to drugs candidates
- PO29** Impact of varying NH₄⁺/NO₃⁻ ratios in supplied N on C-isotope composition of leaf- and root-respired CO₂ and putative respiratory substrates in *Phaseolus vulgaris* L.
- PO32** Exploration d'un nouveau type de marqueur dans le cancer du poumon : l'abondance naturelle en isotopes stables carbone-13 et azote-15
- PO33** Grain δ¹³C in five years of barley cultivation

LES GRANDES ÉCHELLES DE TEMPS : COSMOCHIMIE ET DYNAMIQUE TERRESTRE

- 📍 → **PO06** Impact de l'hydrothermalisme astéroïdal sur l'évolution des isotopes du carbone et de l'hydrogène de la matière organique extraterrestre
- PO35** Large Oxygen and hafnium isotopic variations in zircon from the Saglek Block (North Atlantic Craton) document reworking of mature supracrustal rocks as early as 3.5 Ga.

LES ISOTOPES : DE FORMIDABLES OUTILS DE TRAÇAGE

- PO05** Exploring uranium minor isotopes (U-233, U-236) as a new tracer to highlight uranium contamination downstream former uranium mine sites
- PO10** Iron solubility and isotope fractionation of industrial particles during simulated cloud processing

VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET RECONSTITUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS

- 📍 → **PO14** Monumental olive and cedar trees of Lebanon: lessons from the past for the future
- PO21** Reconstitutions de la température des eaux de surface à partir de la géochimie élémentaire des coraux tropicaux
- 📍 → **PO22** Sulfur isotope systematics in a modern analogue of Precambrian environments
- 📍 → **PO23** De marin à euxinique : la sulfureuse histoire du lac Dziani
- 📍 → **PO27** Aridification of Central Asia during the Plio-Pleistocene transition: evidence from the Charyn Canyon sequence, Kazakhstan

SFIS : Société Française des Isotopes



Société savante de type loi 1901, créée en 2000, la SFIS a vocation à rassembler les personnes physiques ou morales (organismes publics et privés) dont les secteurs d'activité sont concernés par les analyses isotopiques ou leur applications dans le but:

- d'agir en faveur du développement de la recherche scientifique et de ses applications;
- d'être un carrefour de l'information sur les techniques isotopiques aussi bien pour les utilisateurs réguliers que pour les nouveaux venus;
- d'assurer la diffusion des connaissances et du savoir-faire dans le domaine des isotopes
- de constituer un pôle de référence pour les personnes physiques ou morales dont les secteurs d'activité sont concernés par les analyses isotopiques et leur applications
- d'être lieu de partage, d'échange et d'enrichissement mutuel par une approche commune, pour des multitudes d'applications

La SFIS regroupe des scientifiques de tous les domaines: géosciences, agro-alimentaire, médecine, police scientifique, répression des fraudes, écologie, physiologie, chimie, astrochimie, physique, ... qui se retrouvent derrière les isotopes, les méthodologies, la métrologie et la théorie des fractionnements isotopiques

La SFIS c'est :

- des après-midis scientifiques thématiques, deux fois par an
- des journées des jeunes chercheurs, tous les deux ans
- des congrès nationaux avec des prix pour les meilleures présentations, orales ou posters, données par des jeunes
- l'organisation ou la co-organisation des JESIUM (Joint European Stable Isotopes User Meeting)
- des actions de formation
- des actions de parrainage
- un prix pour le meilleur article de l'année issu d'un laboratoire francophone
- des listes d'information et de diffusion pour partager et échanger
- un site web (<https://sfis.eu>)

Rejoignez la SFIS ! (*)

(*) : <https://sfis.eu/vie-de-lassocation/adhesion/>



AMETEK[®]
MATERIALS ANALYSIS DIVISION

Innovators in Mass Spectrometry



Sapphire (Dual Path HR-MC-ICP-MS)

- Low energy path with collision/reaction cell to remove interfering species for difficult applications
- High energy path for classical MC-ICP-MS applications
- Uncompromised isotope ratios



Perspective (IRMS)

- Unique zoom optics with no moving parts
- $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ carbonate analysis from $<5\mu\text{g}$ sample sizes
- Most effective clumped isotope mass spectrometer and sample accessories



Attom (HR-ICP-MS)

- Fast, high sensitivity imaging with 73 elements measured in $<10^5\text{ms}$
- Gold standard method for U/Pb datation by LA-ICP-MS
- Most flexible yet easy to use data processing with Nu Quant



TIMS

- Achieves Ultimate Precision
- Fastest source access and no cross contamination of samples
- Zoom optics allow exact coincidence for multi-dynamic runs across the entire mass range



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - L'ISOTOPIE, UNE CLÉ AU COEUR DU VIVANT

XAVIER SAUPIN

CO01 : Apport de l'IRMS pour la connaissance des flux métaboliques cellulaires dans le développement du cancer du sein

Auteurs : X. Saupin (1), E. Bonjour (1), A. Anchisi (1), H. Chevrotée (2), P. Jame (1), A. Vigneron (2)

1. Plateforme isotopique, CNRS ISA, Villeurbanne, France

2. EMT et plasticité de la cellule cancéreuse, INSERM UMR1052, Lyon, France

Résumé :

La production de biomasse impose le flux des principales voies métaboliques des cellules en division. Pour pouvoir mieux connaître la diffusion des espèces atomiques, la méthodologie présentée comprend l'utilisation de nutriments marqués en isotopes (^2H et/ou ^{13}C et/ou ^{15}N) incorporés dans le développement de cultures cellulaires. La quantification de la production de biomasse correspondante est établie par l'utilisation de l'analyse élémentaire organique (analyse CHNO) et par l'analyse des rapports isotopiques correspondants. Cet ensemble d'outils analytiques permet non seulement de connaître le devenir du nutriment enrichi en isotopes mais aussi d'obtenir un bilan quantifiable des macromolécules issues de la biomasse produite dans les différentes fractions cellulaires.

Contrairement à l'approche métabolomique par spectrométrie de masse organique haute résolution, ces investigations basées sur la spectrométrie de masse des rapports isotopiques ne nécessitent pas de disposer de composés fortement marqués en isotopes grâce à la grande précision de mesure de l'IRMS, tout en permettant l'analyse des macromolécules en plus des métabolites intermédiaires. De ce fait ces travaux se veulent complémentaires à la SM et aux approches immuno-enzymatiques classiques utilisés en biologie cellulaire. L'approche IRMS pourra donc constituer un nouvel outil pour la compréhension des dérégulations homéostatiques prenant place au sein des cellules cancéreuses et d'apporter des informations sur les particularités métaboliques de différents types de cancer comme ceux existant au niveau de la glande mammaire.

La communication proposée montrera les premiers résultats obtenus à partir des différentes techniques isotopiques impliquées comprenant les couplages EA-IRMS, GC-C/P-IRMS et IC-co-IRMS et les perspectives de cette nouvelle méthodologie.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - L'ISOTOPIE, UNE CLÉ AU COEUR DU VIVANT

JALEH GHASHGHAIE

CO02 : Post-photosynthetic C-isotope fractionations in plants: A review

Auteurs : J. Ghashghaie (1), C. Bathellier (2), F-W Badeck (3)

1. Lab. Ecologie, Systématique et Evolution, Université Paris-Sud Orsay, France

2. Elementar, Lyon, France

3. Genomics Research Centre, Council for Agricultural Research and Economics, Fiorenzuola, Italie

Résumé :

C-isotope fractionation during post-photosynthetic processes mainly during respiration has received increasing interest during the last two decades.

We have shown that leaf-respired CO₂ in the dark is in general ¹³C enriched in all plant types (C₃, C₄, herbs and woody species), while root-respired CO₂ is ¹³C depleted compared with organic material of respective organs (except in roots of woody species). Data from literature have also shown a huge variability in C-isotope fractionation during plant respiration of up to 15 per mil among species and with environmental conditions. We investigated the metabolic origin of the isotopic signature of respired CO₂ and its variability and demonstrated that for a given plant species, the heterogeneity in intra-molecular ¹³C distribution in hexose molecules, relative activities of different metabolic pathways associated with respiration mainly those fixing (enzyme PEPc activity via anaplerotic pathway) or releasing CO₂ (pentose phosphate pathway, enzyme PDH reaction, and Krebs cycle), changes in respiratory pool sizes under different environmental conditions (drought, temperature, N-type nutrition, etc.) as well as the duration in the dark (beginning compared with end of the night, and mainly the light-to-dark transition time) are at the origin of the variability observed.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - L'ISOTOPIE, UNE CLÉ AU COEUR DU VIVANT

ANTOINE SALLUSTRAU

CO03 : ¹⁴C-radiolabeling CNT and Graphene Related Materials for toxicological studies

Auteurs : A. Sallustrau (1), B. Czarny (2), D. Georgin (3), M. Pinault (4), G. Patriarche (5), M. Mayne l'Hermite (6), E. Vazquez (7), D. Ausisio (3), V. Dive (8), F. Taran (3)

1. SCBM, CEA-Saclay, Gif-sur-Yvette, France
2. SIMOPRO, CEA-Saclay, Gif-sur-Yvette, France
3. SCBM, CEA-Saclay, Gif-sur-Yvette, France
4. IRAMIS, CEA-Saclay, Gif-sur-Yvette, France
5. Laboratoire de Photonique et de Nanostructures, CNRS-UPSACLAY, Marcoussis, France
6. IRAMIS, CEA-Saclay, Gif-sur-Yvette, France
7. Instituto Regional de Investigación Científica Aplicada, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, Espagne
8. SIMOPRO, CEA-Saclay, Gif-sur-Yvette, France

Résumé :

The unique properties of Graphene Related Materials (GRM) and CNT opened the door for brand new biochemical applications and industrial perspectives. The availability of materials or dispersions of consistent quality has increased. However their commercialization process is still at a relatively early stage and the determinant question of their safety is still pending. Radiolabeling of CNTs/GRMs with a long life radioactive nucleus, such as carbon-14, offers a unique tool to assess their biodistribution over long periods in animals and plants. Our laboratory has recently developed two straightforward and efficient ¹⁴C-radiolabeling techniques. Using a catalytic chemical vapor deposition (CCVD) method, utilizing ¹⁴C-labeled benzene as carbon source, 2 CNTs/GRMs were successfully synthesized with high specific activities. Toxicological studies have then been investigated showing the ability of MWCNTs to translocate in different organs and to cross the air-blood barrier. Further investigation on GRM showed biological persistence but without any translocations. Over 12 months, MWCNTs/GRM increasingly accumulate in these organs, indicating a bio-persistence of these nanoparticles. Such preliminary results may raise safety concerns for humans in working places.

D. Georgin, B. Czarny, M. Botquin, M. Mayne-L'Hermite, M. Pinault, B. 1. Bouchet-Fabre, M. Carrière, J.-L. Poncy, Q. Chau, R. Maximilien, V. Dive, F. Taran. *J. Am. Chem. Soc.* 2009, 131, 14658–14659.
2. (a) B. Czarny, D. Georgin, F. Berthon, G. Plastow, M. Pinault, G. Patriarche, A. Thuleau, M. Mayne-L'Hermite, F. Taran, V. Dive *ACS Nano*, 2014, 8, 5715–5724; (b) C. Larue, M. Pinault, B. Czarny, D. Georgin, D. Jaillard, N. Bendiab, M. Mayne-L'Hermite, F. Taran, V. Dive, M. Carrière *Journal of Hazardous Materials*, 2012, 227–228, 155–163.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - LES ISOTOPES : DE FORMIDABLES OUTILS DE TRAÇAGE

SOPHIE AYRAULT

CO04 : Evaluer l'impact environnemental de l'incendie de Notre-Dame de Paris grâce aux isotopes stables du plomb : une première analyse des retombées atmosphériques

Auteurs :

S. Ayrault (1), M. Roy-Barman (2), L. Bordier (1)

1. LSCE, CEA, Gif-sur-Yvette, France

2. LSCE, Université Versailles Saint Quentin, Gif-sur-Yvette, France

Résumé :

Dans la nuit du 15 au 16 avril 2019, un incendie a détruit une partie de la toiture de Notre-Dame de Paris. La flèche, couverte de feuilles de plomb a été la première à être gagnée par les flammes. Puis l'incendie a gagné la toiture, couverte également de plomb. Les températures atteintes ont conduit à la vaporisation d'une partie de ce plomb. Les poussières de ces fumées sont retombées au sol dans et autour de la Cathédrale. Dans le cadre de nos travaux sur l'histoire des contaminations du bassin de la Seine, nous avons caractérisé différentes signatures de plomb en utilisant les rapports entre les concentrations en isotopes stables du plomb. Une grande quantité de plomb datant de la fin du XIX^{ème} siècle est stockée dans l'infrastructure parisienne. Nous avons aussi pu évaluer la contribution du plomb des additifs aux essences (interdits en 2000). Au long des siècles, les différentes sources de plomb se sont amalgamées, formant ce que nous avons appelé le «plomb urbain» dont nous retrouvons partout la signature. Jusqu'ici, la signature des plombs de la toiture de Notre-Dame n'a pas été identifiée.

De grandes quantités d'eau ont été utilisées pour éteindre l'incendie et, dans les mois suivants, pour évacuer les poussières contaminées en plomb dans les abords de la cathédrale. Les eaux usées domestiques et pluviales de Paris étant gérées en système unitaire, toutes ces eaux ont été acheminées vers la station de traitement Seine-Aval (Achères). Dans les jours et semaines suivant l'incendie, nous avons collecté différents échantillons environnementaux : des particules atmosphériques collectées sur filtre, des retombées totales, des sédiments issus des eaux usées. Nous mettrons les résultats des mesures des rapports des isotopes stables du plomb en perspectives avec les données déjà acquises pour le bassin de la Seine (sédiments de la Seine) et avec les données historiques pointant les sources potentielles de plomb pour les différentes époques de la construction de la toiture de Notre-Dame.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - LES ISOTOPES : DE FORMIDABLES OUTILS DE TRAÇAGE

GWENAËL IMFELD

CO05 : Transformation and transport of pesticides in agro-systems: insights from compound-specific isotope analysis (CSIA)

Authors: **G. Imfeld** (1), **J. Masbou** (1), **B. Guyot** (1), **S. Payraudeau** (1)

1. University of Strasbourg/CNRS, Strasbourg, FRANCE

Abstract :

Pesticides in the environment is a worldwide issue of increasing concern. Determining pesticide fate in the field remains a challenge that may preclude adapted risk assessment and water resource management. Application of compound-specific isotope analysis (CSIA) to evaluate degradation of diffuse and low-concentration pesticides in surface hydrological contexts is mostly recent. The presentation focuses on the potential of pesticide CSIA for applications in agricultural catchments. It highlights current challenges associated with multi-isotopic analysis of pesticides in soil and water, and recent advances from mechanistic laboratory studies. Recent development and application of CSIA to track dissipation of widely used (and often chiral) anilide and alanine pesticides on the catchment scale are presented. For example, the applicability of CSIA to track pesticide degradation and export at the agricultural catchment scale has been recently demonstrated in stream discharge under dynamic hydrological contexts. Based on maximum shifts in carbon stable isotope signatures of $4.6 \pm 0.5 \text{ ‰}$ for S-metolachlor, a widely used herbicide, we estimate maximum degradation to have reached $96 \pm 3\%$ two months after the first application. Maximum shifts in nitrogen isotope signatures were small and inverse, reaching $-1.3 \pm 0.6 \text{ ‰}$. This suggests secondary isotope effects during degradation. In combination with a mass balance approach including S-metolachlor main degradation products, total catchment non-destructive dissipation was estimated to have reached $8 \pm 7\%$ of the applied product. Pesticide CSIA can also be combined with physical modelling to identify drivers regulating pesticide fate in relation to climatic conditions. Taken together, pesticide CSIA bears great potential for source apportionment, identification of transformation reactions on a mechanistic level, and quantification of persistence/degradation on the catchment scale.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - LES ISOTOPES : DE FORMIDABLES OUTILS DE TRAÇAGE

WOLFRAM KLOPPMANN

CO06 : Comment évaluer l'impact de l'exploration et l'exploitation de gaz non conventionnels: Traçage multi-isotopique des fluides salins et des gaz.

Auteurs : **W. Kloppmann (1)**, **B. Mayer (2)**, **P. Humez (2)**, **F. Osselin (3)**, **E. Gaucher (4)**, **M. Blessing (1)**, **F. Gal (1)**, **A-M. Desautly (1)**, **Guerrot Catherine (1)**, **Lerouge Catherine (1)**, **C. Innocent (1)**, **R. Millot (1)**

1. Direction de l'Eau, de l'Environnement, des Procédés et Analyses, BRGM, Orléans, France
2. Department of Geoscience, University of Calgary, Calgary, Canada
3. Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, Université d'Orléans, Orléans, France
4. CSTJF, TOTAL, Pau, France

Résumé :

L'expansion récente de l'industrie du gaz non conventionnel en Amérique du Nord et son émergence en Europe a généré de fortes préoccupations du public quant à la protection des ressources en eaux de surface et souterraines. Des contaminations possibles sont liées à des fuites de gaz, de fluides salins de formation et aux composés chimiques utilisés pour la fracturation hydraulique. La détermination du fond géochimique environnemental est à la fois un défi scientifique et un prérequis indispensable pour toute évaluation précise et quantitative de l'impact environnemental de l'exploitation des hydrocarbures non-conventionnels. Cette tâche est complexe car ce « fond environnemental » peut comprendre des contaminations naturelles et des pollutions antérieures. L'enjeu est notamment d'identifier les fuites potentielles de gaz et de fluides liés à la fracturation hydraulique et de les distinguer des émissions naturelles de gaz et des saumures. Dans le projet ANR-NSERC franco-canadien G-Baseline et le projet H2020 en cours SECURE, nous avons développé et appliqué un cortège de traceurs isotopiques, notamment les signatures des gaz (alcane, CO₂,...) et des éléments chimiques dissous (C, S, O, N, Sr, B, Li, U, Cu, Zn,...) à des sites d'étude très divers de par le monde (Canada, Argentine, Danemark, France...), dans le but de fournir aux régulateurs et aux industriels des outils d'évaluation et de décision plus fiables .

Cette recherche a été cofinancée par l'Agence française de la recherche (subvention ANR-14-CE05-0050) et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (subvention CRSNG n° 463605) ainsi que par le programme européen H2020 (subvention 764531 - SECURE).



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVÉ LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

DANIELLE LAURENCIN

CO07 : New oxygen labeling schemes using mechanochemistry: a real step forward for ¹⁷O NMR spectroscopy

Auteurs : J. Spackova (1), C-H. Chen (1), D. Berthomieu (1), B. Alonso (1), P. Gaveau (1), T-X. Métro (2), D. Laurencin (1)

1. ICGM, CNRS, Montpellier, France
2. IBMM, CNRS, Montpellier, France

Résumé :

Due to the prevalence of oxygen, much effort is being put into the development of analytical techniques allowing the study of oxygen environments, in view of elucidating key questions about the structure and reactivity of different systems. In particular, Nuclear magnetic Resonance (NMR) spectroscopy has progressively emerged as a technique capable of providing deep insight into the local structure around this element. However, NMR is highly challenging for oxygen, mainly because the NMR-active isotope, oxygen-17, has a very low natural abundance (0.04%), and hence a very poor sensitivity. Because of this, most ¹⁷O NMR studies require enriching the molecules and materials of interest in ¹⁷O.

Unfortunately, the labeling schemes reported in the literature for ¹⁷O-isotopic enrichment generally suffer from several drawbacks, which makes them unattractive in terms of cost, time, and/or synthetic constraints.

Recently, we demonstrated that mechanochemistry techniques like ball milling can be used to enrich organic and inorganic precursors in ¹⁷O, by employing microliter-quantities of H₂¹⁷O during the grinding [1]. Reactions were performed under ambient conditions, in less than two hours, and for a total cost per synthesis ~10 euros, surpassing by far previous procedures.

Here, our new developments in this field will be presented, showing how we have expanded the range of compounds which can be labeled by this technique, and how this allows gaining new insight into their structure using ¹⁷O-NMR.[2]

1- T-X. Métro, D. Laurencin et al, Angew. Chem. 2017, 56, 6803.

2- Unpublished results.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

AURÉLIEN CUCHET

CO08 : Récents développements en analyses isotopiques pour l'authentification des matières premières aromatiques

Auteurs : **A. Cuchet** (1), **A. Anchisi** (1), **P. Jame** (1), **H. Casabianca** (1)

1. CNRS, Institut des Sciences Analytiques, Villeurbanne, France

Résumé :

Les matières premières aromatiques, dont les huiles essentielles, obtenues par hydrodistillation de la matière végétale, sont principalement utilisées en industrie agroalimentaire, en cosmétique et parfumerie, ainsi qu'en aromathérapie. Elles sont la cible de fraudes, notamment l'adultération avec d'autres produits naturels ou synthétiques moins coûteux. Le développement des méthodes analytiques et l'établissement de banque de données, sur des échantillons dont la traçabilité est connue, sont nécessaires, afin de déterminer si ces produits aromatiques sont bien authentiques, sans altération de leur pureté et de leur naturalité.

Les techniques classiques d'identification et de caractérisation ne permettent pas toujours de différencier une molécule naturelle issue de deux origines différentes, ou encore d'une molécule naturelle et de son équivalent de synthèse.

L'analyse isotopique est utilisée depuis de nombreuses années pour apporter une expertise de l'authentification de ces composés, en complémentarité de la mesure de l'activité du ^{14}C garante de l'origine naturelle. Dans cette communication seront présentés les récents développements en analyse multi-isotopes (^2H , ^{13}C , ^{18}O et ^{34}S), les résultats des investigations sur différentes huiles essentielles nouvellement investiguées en isotopie, et la mise en évidence de nouvelles fraudes et notamment celle liée à l'ajout de molécules de synthèse commerciales enrichies en ^{14}C permettant de fabriquer des huiles essentielles conformes à cette approche analytique d'authentification.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

PIERRE SANS JOFRE

CO09 : Pushing the limits of CRDS: novel techniques for accessing new spatial and temporal scales in C and O isotope analyses

Auteurs : P. Sans Jofre (1), C. Thomazo (2), O. Musset (3), C. Liorzou (4), T. Cocquerez (2), P. Floury (5), L. Nicol (1), S. Lalonde (1)

1. Université de Bretagne Occidentale, UMR 6538, Plouzane, France
2. Université de Bourgogne, UMR 6282, Dijon, France
3. Université de Bourgogne, UMR 6303, Dijon, France
4. Institut Universitaire Européen de la Mer, UMR 6538, Plouzane, France
5. Institut de Physique du Globe de Paris, Paris, France

Résumé :

The latest generation of instruments based on cavity ring-down spectroscopy (CRDS) permit concentration and isotopic composition measurements in a small instrument package and with high temporal resolution. Here, we describe two novel developments in sample introduction that are aimed at expanding the application of CRDS instruments. We focus on the isotope analysis of carbon and oxygen in dissolved inorganic carbon (DIC) and in carbonate rocks. These are traditionally measured using discrete samples that must be transported to the lab and subjected to lengthy preparation steps. We present here two new analytical developments that reduce the time of preparation, increase spatial and temporal resolution, and permit such analyses to move from the lab to the field.

The first development is a novel automated method that enables the continuous online concentration and isotopic analysis of DIC. Our method uses a simple and commonly available gas–liquid separation apparatus for the continuous acidification and isolation of CO₂ from a sample or effluent stream. We employed CRDS instruments from two major manufacturers (Thermo Scientific and Picarro) to monitor the concentration and isotope composition of evolved CO₂. We demonstrate high fidelity and reproducibility of < 0.3‰ for δ¹³C and δ¹⁸O. We will present two field demonstrations, one in a tropical aquarium and one in a river monitoring station, that reveal carbon cycling in unprecedented temporal resolution.

The second development aims to enable C and O isotope analyses of carbonates directly in the field. CO₂ is produced by laser diode heating which induces the calcination reaction. We first tested this CO₂ production method in a specially constructed laser ablation cell subjected to primary vacuum, then collected and analyzed the CO₂ produced. Data obtained using this method shows good agreement with data from classic measurements and bodes well for the future possibility of in-situ isotope measurements of solid carbonates in the field.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

MARTIN LEVIER

CO10 : Development of the analysis of dissolved actinium 227 in seawater by mass spectrometry

Auteurs : M. Levier (1), M. Roy-Barman (1), A. Dapoigny (1), L. Foliot (1), C. Colin (2)

1. LSCE, Gif-sur-Yvette, France
2. UPSud, GEOPS, Orsay, France

Résumé :

By storing CO₂, heat and nutrients, the deep ocean exerts a strong control on the climate system. The renewal of bottom waters is largely controlled by the vertical eddy mixing, a poorly constrained process. ²²⁷Ac (half-life = 21.7y) is produced by the decay of ²³¹Pa, a particles reactive element stored in the deep sea sediments. ²²⁷Ac is diffused from the sediments into the in bottom water and then allows the vertical mixing to in the bottom water on decade scale. We aim to measure dissolved ²²⁷Ac in seawater. Concentrations are estimated from 0.5 ag/kg to 20ag/kg (Nozaki et al. 1987), and need between 30L and several hundred liters for each analyse is by alpha or gamma-ray spectrometry. In this study, we propose to analyse ²²⁷Ac by isotopic dilution with a spike of ²²⁵Ac “milked” from a solution of ²²⁹Th, greatly increasing the accuracy of the measurement and the protocol yield compared to previous studies by alpha or gamma spectrometry. We purify actinium by a succession of chromatography on anion exchange resin and then measure it by mass spectrometry. This protocol was first applied to extract actinium from an uraninite (HU1) and produce a standard that we have calibrated with a known solution of ²²⁹Th. We have determined the quantification limit of the MC-ICP-MS and the reproducibility of the measurement. Our method makes it possible to consider to analyse samples of only 10 to 30L of seawater, allowing dissolved actinium to be analysed more regularly, with a better precision than analysed made today by gamma-ray spectrometry. The protocol will be applied to seawater samples collected during the HYDROSED campaign in the China Sea. In particular, it will allow studying the remobilization of neodymium in ocean-continental interface areas.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET RECONSTITUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS

CLÉMENT OUTREQUIN

CO11 : The triple oxygen isotope composition of plant silica, a proxy of atmospheric humidity : climate chamber calibrations

Auteurs : C. Outrequin (1), A. Alexandre (1), C. Vallet-Coulomb (1), A. Landais (2), C. Piel (3), S. Devidal (3), M. Couapel (1), C. Sonzogni (1), M. Pierre (2), F. Prié (2)

1. CEREGE, Aix-en-Provence, France
2. LSCE, Gif-sur-Yvette, France
3. Ecotron Montpellier, Montferrier-sur-Lez, France

Résumé :

Atmospheric continental relative humidity is an important climate parameter poorly constrained in global climate models. Model-data comparisons are essential to progress on this issue. However, there is a lack of proxies for quantitative reconstruction of past continental relative humidity. Phytoliths are micrometric amorphous silica particles that form continuously in living plants. Here, we present a growth chamber monitoring of the water cycle at the soil/plant/atmosphere interface. The triple oxygen isotope composition of the water compartments (including water vapor), and of grass phytoliths, are measured for different conditions of relative humidity, temperature and $p\text{CO}_2$. The results show a clear control of relative humidity on the triple oxygen isotope composition of plant water and phytoliths while temperature and $p\text{CO}_2$ do not have any significant impact. Measured and modelled triple oxygen isotope compositions evolution in the water cycle are compared. This study brings us closer to an accurate proxy of past continental relative humidity.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET RECONSTITUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS

TIPHAINE PENCHENAT

CO12 : On the isotopic equilibrium between precipitation and water vapor in Northern Patagonia during late summer 2017 and its consequences on cellulose $\delta^{18}\text{O}$ calculation

Auteurs : T. Penchenat (1), F. Vimeux (2), V. Daux (3), O. Cattani (1), M. Viale (4), R. Villalba (4), A. Srur (4), C. Outrequin (5)

1. CEA, IPSL/LSCCE Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Saint-Aubin, France
2. IRD, IPSL/LSCCE Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Saint-Aubin, France
3. UVSQ, IPSL/LSCCE Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Saint-Aubin, France
4. CONICET, IANIGLA Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, Mendoza, Argentine
5. ANR, CEREGE Centre Européen de Recherche et d'Enseignement en Géosciences de l'Environnement, Aix-en-Provence, France

Résumé :

Modelling of the oxygen isotopic composition ($\delta^{18}\text{O}$) of tree-ring cellulose relies on the isotopic equilibrium assumption between the atmospheric water vapor and the tree source water, which is frequently assimilated to integrated precipitation. We explore the veracity of this assumption based on observations collected ($\delta^{18}\text{O}$ of rain, rivers, leaves, tree-rings) or monitored ($\delta^{18}\text{O}$ of water vapor) during a field campaign in Río Negro province, Argentina, in late summer 2017 (February-March). We examine, firstly, how the $\delta^{18}\text{O}$ of water vapor deviates from the equilibrium with precipitation and, secondly, what is the impact of the isotopic equilibrium assumption on the calculation of the isotopic composition of tree-ring cellulose.

For oxygen, the isotopic disequilibrium between rain and vapor ranges between -1.9 and 4.2‰. Rain drops re-evaporation during their fall, evaporation of soil water and vegetation transpiration (resulting in transpired water accounting for 14 to 29% of ambient water vapor) could produce this disequilibrium. The small value of the disequilibrium at the study site is likely due to the high level of relative humidity (from 70 to 96%) favoring the isotopic diffusive exchanges between the two water phases and thus promoting the isotopic equilibrium.

A perfect agreement between observed and calculated isotopic composition of cellulose is obtained if the source water is assumed to be in isotopic equilibrium with the measured water vapor. This hypothetical source water has a significantly higher $\delta^{18}\text{O}$ than the expected averaged isotopic composition of precipitation over the growing period or than the groundwater (river value). The veracity of the hypothesis of the isotopic equilibrium between water vapor and source water in tree-ring paleoclimate studies is discussed in light of these results.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET RECONSTITUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS

ILHAM BENTALEB

CO13 : Exploration d'une archive interdisciplinaire : Le guano de chauve-souris

Auteurs : **I. Bentaleb** (1), **T. La Mantia** (2), **J. Fonderflick** (3), **F. Fourel** (4), **M. Esposito** (5), **R. Grasso** (6)

1. UMR 5554 ISEM, Université de Montpellier, Montpellier, France
2. Dipartimento SAAF, Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italie
3. Mission Faune, Parc national des Cévennes, Florac, France
4. UMR CNRS 5023 LEHNA, Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon, France
5. U-Series Srl, U-Series Srl, Bologna, Italie
6. Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, sezione di Biologia animale, Università degli Studi di Catania, Catania, Italie

Résumé :

L'occupation des grottes par les Chiroptères sur des périodes pouvant couvrir des milliers d'années permet, dans des conditions d'absence d'altération par ruissellement, l'accumulation de guano en couches sur plusieurs mètres. En raison des fortes teneurs du guano en nutriments, (ie. N, P), ces gisements ont été intensément exploités au 19^{ème} siècle pour la fertilisation agricole. Au 20^{ème} siècle, des recherches scientifiques (Des Marais et al., 1980), ont révélé le potentiel de l'étude géochimique du guano de chauves-souris insectivores comme archives paléoclimatique et paléoenvironnementale (Mizutani et al., 1992). La matière organique contenue dans le guano renferme des informations sur le réseau trophique auquel appartiennent les chiroptères (ie. plantes-insectes-chiroptères). Ainsi, il est théoriquement possible de caractériser l'environnement et la biodiversité pour l'actuel et passé, améliorant ainsi la compréhension des réponses des écosystèmes et leur résilience face aux changements climatiques et anthropiques (i.e. Cleary et al., 2016). Depuis plusieurs décennies, les chauves-souris connaissent une situation très critique (Mickleburgh et al., 2002) alors qu'elles représentent un maillon très important pour le bon fonctionnement des écosystèmes terrestres consommant jusqu'à 70 % de leur poids en insecte par nuit (Kunz, 2011). Leur déclin constitue une perte de biodiversité et de service rendu à l'homme. Un regain d'intérêt pour les études du guano se manifeste depuis 2010 ouvrant de nouvelles perspectives sur l'utilisation de cette archive organique dans différents domaines scientifiques (i.e. écologie, écologie trophique, biogéochimie, palynologie, génétique, biodiversité des insectes et bactéries). Ici nous présenterons et interpréterons les résultats d'études isotopiques (C,N) et des profils de ²¹⁰Pb et ¹⁴C et d'autres proxys obtenus à la fois sur le guano actuel et fossile de différentes régions.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET RECONSTITUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS

MATTHIEU BUISSON

CO14 : Reconstitution of the seawater boron isotopic composition over geological times

Auteurs : M. Buisson (1), P. Louvat (1), C. Rollion-Bard (2), J. Bouchez (1), J. Horita (3), J. Gaillardet (1)

1. Géochimie des Enveloppes Externes, Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP), Paris, France
2. Géomicrobiologie, Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP), Paris, France
3. Department of Geosciences, Texas Tech University, Lubbock, Etats-Unis

Résumé :

The reconstruction of seawater paleo-pH based on the boron isotopic composition ($\delta^{11}\text{B}$) of fossil carbonate shells requires the knowledge of the $\delta^{11}\text{B}_{\text{sw}}$ of the seawater in which the calcifying organisms lived. Boron has a long residence time in the ocean (14 Myr) and its $\delta^{11}\text{B}_{\text{sw}}$ has fluctuated throughout the Phanerozoic, resulting from changes in the source (continental weathering) and sink (adsorption onto ocean floor sediments and oceanic crust alteration) fluxes (1). Here, we provide direct determinations of the $\delta^{11}\text{B}_{\text{sw}}$ variations from the historical collection of primary halites (2), that allowed the reconstruction of the ocean paleochemistry over the Phanerozoic.

Because B is almost absent in the halite matrix and is enriched in brine inclusions, bulk halite analysis yields an average $\delta^{11}\text{B}$ value of the brine inclusions within the sample. This has been validated by the analysis of modern halite samples having the actual seawater $\delta^{11}\text{B}_{\text{sw}}$ value (39.6 ‰), as shown by the pioneering work of (3). Our results (assessed through the measurements of ten aliquots of each salt sample) reveal a relative homogeneity of the $\delta^{11}\text{B}$ for each halite sample but large variations in the $\delta^{11}\text{B}$ through the geologic time: the $\delta^{11}\text{B}$ value was 39.2 ± 3.8 ‰ for the Plio-Pleistocene, 17.2 ± 1.5 ‰ for the Permian, 32.5 ± 3.8 ‰ for the Devonian, 11.2 ± 6.8 ‰ for the Cambrian and 28.3 ± 2.3 ‰ for the Late Proterozoic. Using a numerical model, we propose a set of explanations for the $\delta^{11}\text{B}_{\text{sw}}$ evolution during the Phanerozoic.

(1) Lemarchand et al., 2002, Chem. Geol 190, 123-140,

(2) Horita et al., 2002. GCA 66, 3733-3756

(3) Paris et al., 2010, Geology 38, 1035-1038



**COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET RECONSTITUTION
DES PALÉOENVIRONNEMENTS**

ÉLODIE MULLER

**CO15 : The origin of continental carbonates in Andean salars: a multi-tracer geochemical
approach in Laguna Pastos Grandes (Bolivia)**

Auteurs : E. Muller (1), E. Gaucher (2), C. Durllet (3), J-S. Moquet (4), M. Moreira (5), V. Rouchon (6), P. Louvat (4), G. Bardoux (1), S. Noirez (7), C. Bougeault (3), E. Vennin (3), E. Gérard (8), M. Chavez (9), A. Virgone (2), M. Ader (1)

1. GIS, IPGP, Paris, France
2. CSTJF, TOTAL, Pau, France
3. Biogeosciences, Université Bourgogne Franche-Comté, Dijon, France
4. GEE, IPGP, Paris, France
5. CAGE, IPGP, Paris, France
6. IFPen, IFPen, Lyons, France
7. IFPen, IFPen, Rueil-Malmaison, France
8. Geomic, IPGP, Paris, France
9. EP, TOTAL, Santa Cruz, Bolivie

Résumé :

In the Bolivian Altiplano, Laguna Pastos Grandes is the only salar to host a 40-km² carbonate platform composed of a great diversity of facies (including pisoliths, ooids and microbialites) mainly fed by thermal springs. It provides a spectacular natural laboratory for studying carbonate precipitation in a continental province dominated by volcanism. As a first step towards understanding the origin of carbonates in Laguna Pastos Grandes, we analyzed the liquid and gas that feed the laguna. The content of major elements and stable isotope compositions ($\delta^2\text{H}$ - $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{37}\text{Cl}$, $\delta^7\text{Li}$, $\delta^{11}\text{B}$ and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) of brine and freshwater inputs were used to trace the source of both water and solutes in the laguna. The stable isotope compositions ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) and noble gas isotope ratios of outgasings at the laguna's floor were analyzed to trace the origin of the gas. The results show that thermal springs are close to saturation with calcite. PHREEQC modeling of the hydrological system, together with gas geochemistry results and temperature estimated from a combination of geothermometers, indicates that Ca in these springs is inherited from the alteration of the volcanic bedrock by aqueous fluids heated at ~ 225 °C and highly enriched in magmatic mantle-derived CO_2 . Our results clearly show that the ultimate driver for the massive deposits of modern carbonates in the Central Andes is the deeply sourced CO_2 , which boosts the alteration of sulfide-poor volcanic rocks at depth. This laguna is now being further studied to better understand the biotic versus abiotic controls on carbonate facies, some of them remarkably similar to ancient equivalents such as Cretaceous Pre-salt carbonates.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

PIERRE-ALEXIS CHABOCHE

CO17 : Distribution spatiale du Césium-137 dans des profils de sol non perturbés d'Amérique du Sud pour quantifier l'érosion des sols en contexte agricole intensif

Auteurs : P-A. Chaboche (1), O. Evrard (2)

1. Université Versailles-Saint-Quentin, Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Gif-sur-Yvette, France
2. CEA, Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Gif-sur-Yvette, France

Résumé :

Afin d'évaluer la durabilité des systèmes de production agricole, une condition préalable fondamentale est de quantifier les taux d'érosion des sols et de les comparer avec les pertes de sol tolérables. L'utilisation du radionucléide artificiel ^{137}Cs est l'une des rares techniques disponibles pour reconstituer les taux de redistribution des sols pendant la période de Grande Accélération (de 1960 à nos jours) et a montré son efficacité dans de nombreux bassins versants contrastés du monde. De façon générale, l'évaluation des taux d'érosion et de dépôt sédimentaire est basée sur la comparaison des inventaires en ^{137}Cs dans des profils de sol non perturbés (non soumis au processus d'érosion et d'accumulation sédimentaire depuis la période principale des retombées radioactives) et des inventaires mesurés aux endroits soumis à la redistribution des sols dans les bassins versants. Du fait du changement rapide de l'occupation des sols de ces dernières décennies en Amérique du Sud, l'existence de sites non perturbés devient de plus en plus rare, limitant le potentiel d'application de cette technique dans des bassins versants soumis à une agriculture intensive. L'objectif de cette étude consiste à déterminer et cartographier les retombées initiales du ^{137}Cs à l'échelle de l'Amérique du Sud, à partir de mesures effectuées sur des profils de sol non perturbés et de co-variables spatialisées. Cette nouvelle carte sera utile à la communauté scientifique et aux pouvoirs publics pour évaluer la durabilité des systèmes de production agricole, en particulier dans la partie Est de l'Amérique du Sud où les pratiques agricoles intensives sont prédominantes. De plus, la méthodologie présentée dans cette étude pourrait être appliquée à l'échelle de l'ensemble de l'hémisphère sud dans le but d'éviter l'échantillonnage systématique des sites de référence indispensables à la conduite des études sur l'érosion des sols utilisant la technique du Césium-137.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

IMANE MEKEBRET

CO18 : Approche multi-isotopes du fonctionnement de systèmes hydrothermaux du Nord-Ouest de l'Algérie.

Auteurs : I. Mekebret (1), J-I. Michelot (1), N. Mebrouk (2), M. Massault (1), G. Monvoisin (1), A. Noret (1), Y. Zemour (2)

1. GEOPS, Université Paris-Sud, Orsay, France

2. GEOREN, Université Oran 2, Oran, Algérie

Résumé :

Les systèmes hydrothermaux représentent une ressource énergétique qui a l'avantage d'un faible impact sur l'environnement. Dans le Nord-Ouest de l'Algérie, existent de nombreuses sources thermo-minérales, caractérisées par une large gamme de minéralisation (de moins de 1 à plus de 68 g/l) et de température (24 à 69 °C). Certaines de ces sources présentent des émanations gazeuses, avec une forte odeur de H₂S. Ce thermalisme est lié aux activités tectoniques et volcaniques, et en particulier aux grandes fractures à jeu récent, souvent injectées d'évaporites triasiques. Les principaux systèmes hydrothermaux se trouvent dans des formations carbonatées et gréseuses. L'étude a porté sur 25 sources thermales et 12 sources froides dans le but de déterminer l'origine des eaux et celle de leur minéralisation, d'évaluer leurs temps de résidence et d'estimer les températures atteintes en profondeur. Les outils utilisés sont ceux de la géochimie élémentaire (ions majeurs, Br-, Li, Si) et isotopique : ²H (H₂O), ¹⁸O (H₂O), ³⁴S (SO₄²⁻), ¹⁸O (SO₄²⁻), ¹³C (CITD) et ¹⁴C (CITD). L'oxygène-18 et le deutérium montrent que les eaux étudiées sont d'origine météorique avec un effet limité d'évaporation. Les analyses chimiques et isotopiques (Br-, Cl-, ainsi que la composition isotopique du sulfate dissous) convergent pour attribuer l'origine de la minéralisation à la mise en solution d'évaporites, probablement du Trias, pour la majorité des sources et en particulier celles qui écoulent les eaux les plus minéralisées. Les teneurs en ¹⁴C, combinées avec les teneurs en ¹³C, présentent des effets de décroissance nets (jusqu'à environ 4 périodes, 20 ka) pour certaines sources. Les rares géothermomètres chimiques utilisables dans ce contexte indiquent que les températures atteintes en profondeur ne sont pas beaucoup plus élevées que celles mesurées sur les sources.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

SOPHIE GUILLON

CO19 : Implementation of stable isotope fractionation in the reactive transport code HYTEC and first applications

Auteurs : *M. Lincker* (1), *S. Guillon* (1), *V. Lagneau* (1)

1. Centre de Géosciences, MINES ParisTech, Fontainebleau, France

Résumé :

Reactive transport modeling is now able to take into account stable isotopes and equilibrium as well as kinetic isotope fractionation. This gathers the advantages of both reactive transport and isotope geochemistry approaches, namely process based description of systems and highly accurate and process dependant data, and is an the opportunity to deepen the understanding of challenging and complex systems.

Theoretical, algorithmic and numerical developments are in progress to implement equilibrium and kinetic stable isotope fractionation in HYTEC, the reactive transport code developed at MINES ParisTech. The objective is to build a flexible tool to handle a variety of applications as well as to be coupled to other biogeochemical or hydrogeological codes.

First, a simple validation of the concepts and numerical developments is presented, with equilibrium fractionation of carbon isotopes in the aqueous carbonate system.

Then, two types of applications are presented. On the one hand, carbon isotopes dynamics in the unsaturated zone is considered, with microbes mediated redox reactions but also abiotic reactions and the associated fractionations, mainly in aqueous but also in gaseous phases. On the other hand, isotope fractionation is investigated in the solid phase, with calcium isotope fractionation during calcite precipitation.

Other case studies can then be considered based on existing field or experimental data and depending on the opportunities.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

LUC LAMBS

CO20 : Evolution des signatures isotopiques des pluies sur la France : résultats préliminaires du réseau RENOIR.

Auteurs : E. Gibert (1), L. Lambs (2), L. Gourcy (3), A. Noret (4), C. Le Gal La Salle (5), C. Marlin (6), E. Petelet (3)

1. Université Paris sud à Saclay, Paris, France
2. laboratoire, Ecolab, Toulouse, France
3. BRGM, Orléans, France
4. Université Paris-Sud, Saclay, Paris, France
5. Université de Nîmes, Nimes, France
6. Université Paris-Sud à Saclay, Paris, France

Résumé :

Le réseau RENOIR («Réseau français d'observation des isotopes dans les prévisions») est un réseau d'observation à long terme des teneurs en isotopes de la molécule d'eau ($\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^2\text{H}$) dans les précipitations à l'échelle de la France. RENOIR, labellisé en 2018 Service d'Observation Nationale par le CNRS-INSU, constitue la composante française du réseau mondial GNIP AIEA/OMM.

Avec 21 stations de prélèvements des pluies et 14 laboratoires associés sur la France, RENOIR a pour objectif de partager les pratiques et les méthodes, d'homogénéiser et valider les protocoles d'échantillonnage entre stations et d'analyse entre laboratoires, et de prendre en charge et mettre à disposition des communautés scientifiques les séries chronologiques isotopiques mensuelles sur le long terme.

Ces données permettront (i) d'établir les variabilités spatiales et saisonnières des teneurs isotopiques des précipitations sur toute la France (en incluant à court terme des stations en Outre-Mer), (ii) de déterminer les principaux facteurs qui affectent ces variabilités (incluant les événements extrêmes et l'origine des masses d'air) et (iii) d'avoir une référence isotopique actuelle de l'eau de recharge ou de l'eau de constitution des systèmes hydrologiques, hydrogéologiques et écologiques.

Le réseau RENOIR contribue aux grands thèmes de recherche d'une coopération à la fois en interlaboratoires au sein de RENOIR mais également au niveau international, pour évaluer les changements environnementaux par le déchiffrement des impacts respectifs d'influences anthropiques et/ou climatiques sur les taux et les régimes de précipitations.

Une analyse préliminaire de résultats acquis sur quelques stations de ce réseau est présentée ici pour essayer de dégager les tendances temporelles et spatiales d'après les données mensuelles des valeurs isotopiques des pluies aux cours des dernières années, avec un focus sur la période 2008-2018.



COMMUNICATIONS ORALES - REMISE DU PRIX SFIS DU MEILLEUR ARTICLE 2018

ERIC DEVILLE

CO21 : H₂-rich natural gas seepages on Earth: from where do they come from?

Auteurs : [E. Deville](#) (1)

1. IFP School, IFPEN, Rueil-Malmaison, France

Résumé :

A study of H₂-rich gas seepages in different onshore geological contexts, notably in ophiolitic rocks will be presented, as well as some typical H₂-occurrence in intraplate domains. These gas seepages are mostly made of mixtures of three main components which are H₂, CH₄ and N₂ in various proportions. The relative contents of the three main gas components show distinct types of gas mixtures reflecting different zones of generation within or below the ophiolitic complexes. H₂-bearing gases are either associated to high pH (10-12) waters or they seep directly in fracture systems.

Isotopic signatures of H₂ are comparable to those of low-temperature H₂-bearing gas discovered in oceanic context (like Lost City). Ultrabasic rocks provide an adequate environment with available Fe(II) that favor H₂ production. The isotopic signature of the carbon of CH₄ shows that it is not issued from organic matter but typically from inorganic sources. CH₄ is produced either by reaction of dissolved CO₂ with ultrabasic rocks during serpentinization or in a second step by H₂-CO₂ interaction, either in most of the cases probably by microbial processes, or by abiotic synthesis. H₂ is present in the gas when no more carbon is available in the system to generate CH₄ (conditions of strong carbon restriction). The N₂-rich type is associated with relatively high contents of crustal ⁴He. In this type N₂ is interpreted as issued mainly from sediments located below the ophiolitic units. The enrichment in N₂ and He is interpreted as issued from the continental crust, respectively by ammonium destabilization within metamorphic clay and radiogenic decay. Similar gases have been also discovered in intraplate context, notably cratonic contexts where there show significant enrichments in helium. This type of study shows that, despite of a common prejudice, H₂ is not so rare in nature and it can be seen as a potential resource of clear energy commonly associated with He for which the demand is constantly increasing.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - ARCHÉOLOGIE ET PATRIMOINE: À LA RECHERCHE DU PASSÉ!

MARIE-GABRIELLE DURIER

CO22 : La datation ¹⁴C appliquée aux instruments de musique modernes : une étude interdisciplinaire

Auteurs : M-G. Durier (1), P. Bruguère (2), C. Hatté (1), S. Vaiedelich (3), C. Gauthier (1), F. Thil (1), N. Tisnérat-Laborde (1)

1. LSCE, UMR 8212 CEA, CNRS, UVSQ, Université Paris-Saclay, Gif-sur-Yvette, France
2. Musée de la musique, Équipe Conservation Recherche, CRC, MNHN, CNRS USR 3224, Ministère de la Culture, Paris, France
3. Laboratoire de Recherche et de Restauration, Musée de la Musique, Cité de la Musique, Paris, France

Résumé :

Grâce aux récentes avancées technologiques permettant des mesures sur des quantités de carbone de plus en plus faibles, la datation ¹⁴C devient un outil puissant pour surmonter les verrous scientifiques inhérents à l'examen des instruments de musique.

Pourtant, peu d'études concernent les instruments produits entre les XVI^{ème} et XIX^{ème} siècles. En effet, il existe trois verrous scientifiques : i- la taille de l'échantillon, ii- les constitutions composites de l'instrument et iii- l'époque historique peu favorable à la datation ¹⁴C en raison de la courbe de calibration très bruitée sur cette période, à laquelle il faudra adjoindre des éléments d'information muséologiques et statistique bayésienne.

Notre projet de recherche a rassemblé la technologie basée sur un appareil nouvelle génération dédié aux mesures ¹⁴C (ECHO MICADAS) et l'expertise des restaurateurs du Musée de la musique. Nous présenterons ici les résultats obtenus pour deux vina indiennes : une rudra-vina (E.997.24.1) et une kinnari-vina (E.1444). Les mesures ¹⁴C effectuées sur les échantillons prélevés sur la rudra vina produisent les mêmes quatre plages de dates calibrées équiprobables. La comparaison avec une représentation picturale de Govardhan d'un rudra-vina similaire permet de déterminer l'intervalle de dates le plus probable : [1650 AD-1683 AD], en accord avec la présomption de fabrication à la fin du XVII^{ème} siècle.

Les échantillons prélevés sur la kinnari-vina ont révélés deux périodes d'intervention différentes. A partir des échantillons provenant des éléments constitutifs de l'instrument, confrontés par statistique bayésienne aux informations muséologiques, nous avons pu spécifier un intervalle d'âge calibré unique [1666 AD-1690 AD] pour la fabrication de cette vina. Le sillet, quant à lui, provient d'une restauration qui a eu lieu quelques temps plus tard [1678 AD-1766 AD].

Le cadre interdisciplinaire de cette étude permet l'approfondissement des connaissances scientifiques sur l'histoire matérielle des instruments.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - ARCHÉOLOGIE ET PATRIMOINE: À LA RECHERCHE DU PASSÉ!

ASMODÉE GALY

CO23 : Nouvelles stratégies pour la datation directe de biominéraux archéologiques par U-Th : Apport de l'imagerie isotopique par LA-fs HR-ICP-MS

Auteurs : **A. Galy** (1), **L. Martin** (2), **F. Claverie** (2), **G. Barbotin** (2), **E. Pons-Branchu** (3), **C. Pécheyran** (2), **C. Tribolo** (4), **N. Mercier** (4)

1. IRAMAT-CRP2A UMR 5060, Université Bordeaux Montaigne, Pau, France
2. IPREM UMR 5254, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Pau, France
3. LSCE UMR 8212, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, Gif-sur-Yvette, France
4. IRAMAT-CRP2A UMR 5060, Université Bordeaux Montaigne, Pessac, France

Résumé :

Les datations U-Th (méthode radiométrique), bien que théorisées depuis les années 1950 et largement employées en géologie, ne sont encore que très peu appliquées en archéologie.

Alors qu'une large gamme de matériaux archéologiques est en principe datable par cette méthode (coquilles, dents, dépôts calcitiques etc), son application fait aujourd'hui face à trois limitations majeures. La première est que le protocole actuel requiert une grande quantité de matière (plusieurs dizaines de mg) - quantité souvent indisponible pour ces échantillons petits et uniques. La difficulté est alors de rendre compte des potentielles incorporations et/ou départs en radioéléments, ces matériaux se présentant fréquemment comme des systèmes ouverts. Enfin, les limites de détection des instruments aujourd'hui dédiés aux datations U-Th ne permettent pas l'étude de matériaux ne contenant que des traces voire ultra-traces d'uranium.

Le protocole présenté ici a été développé pour lever ces verrous technologiques, tirant parti des avantages offerts par le couplage d'un laser UV femtoseconde à haute cadence de tir et d'un spectromètre de masse haute résolution. Les mesures isotopiques directes des ultra-traces (quelques atogrammes) d'uranium et de thorium permettent de réaliser des cartographies isotopiques, ici sur des échantillons de nature diverses issus de sites préhistoriques clés dans l'évolution humaine. Ainsi, des datations U-Th peuvent être réalisées, directement à partir de ces images, de manière rapide (quelques heures), et ce grâce à des quantités infimes de matières (100 à 1000 fois moins que pour les protocoles couramment utilisés), le tout en rendant compte de la distribution spatiale de ces isotopes au sein du matériau, à l'échelle de quelques micromètres seulement. Dès lors, le protocole de datation U-Th que nous avons développé ici permet d'appréhender les datations par les séries de l'uranium d'une nouvelle manière, sur une grande quantité d'échantillons négligés ou rejetés jusqu'à présent.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - LES GRANDES ÉCHELLES DE TEMPS : COSMOCHIMIE ET DYNAMIQUE TERRESTRE

OLIVIER SISSMANN

CO24 : Abiogenic formation of short-chain organic compounds within the mud volcanoes of the Marianna Trench : new insights on the building blocks of life

Auteurs : O. Sissmann (1), C. Monnin (2), R. Price (3), V. Rouchon (1), V. Beaumont (1), K. Takai (4)

1. IFP energies nouvelles, Rueil-Malmaison, France
2. Université de Toulouse, Toulouse, France
3. University of Stony Brooke, New York, Etats-Unis
4. JAMSTEC, Yokohama, Japon

Résumé :

The only known active serpentinite-hosting mud volcanoes, located in the Marianna forearc subduction zone, were drilled during IODP Expedition 366. Recovered samples from Asut Tesoro seamount provide new insights on the generation of organic matter from fluid-rock interactions in deep oceanic environments, through Fischer-Tropsch-Type (FTT) reactions. The reduction of water by ferrous iron produces hyperalkaline pore fluids (pH 12.5) rich in H_2 (up to 2 mM), prone to react with accompanying DIC (up to 4.5 mM). High amounts of sulfide/oxide minerals observed within the mud may have catalyzed the reaction. This situation is ideal to produce carbon species like volatile fatty acids (VFAs), short-chain alcohols, and light hydrocarbons.

We acquired the full set of stable carbon isotope information of those compounds. VFAs are mostly composed of formate and acetate (up to 100 and 40 μ M), associated with methanol (up to 30 μ M). These short-chain components have extreme carbon isotope compositions, with heavy $\delta^{13}C$ values of up to +4.8‰ for formate, -8.0‰ for acetate and +2.3‰ for methanol, strongly suggesting an abiogenic origin and formation during CO_2 reduction with H_2 . The gas phase of the serpentinite mud is composed of a mix of H_2 and CH_4 (up to 95%). Corresponding $\delta^{13}C$ values of methane as high as -16‰ are in good agreement with reported abiogenic values. In addition, measured 3He concentration and extrapolated $^3He/CO_2$ ratios suggest a primarily mantle-derived inorganic carbon source. The fractionation between the δD values of CH_4 , H_2 and H_2O was also measured, and can be used to discuss potential temperature formation conditions at isotopic equilibrium. Our dataset thus points to the abiogenic formation of low molecular weight organic compounds in the Marianna's mud volcanoes. Furthermore, it brings new constraints on the reaction pathways leading to the formation of precursor molecules essential to life in serpentinizing environments.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - LES GRANDES ÉCHELLES DE TEMPS : COSMOCHIMIE ET DYNAMIQUE TERRESTRE

GWENAËL IMFELD

CO25 : Water-rock interactions in the earliest solar system: imaging H isotopes on FIB sections in minerals with low water content.

Authors: **D. Levy** (1), **J. Aleon** (1), **A. Aleon-Toppani** (2), **D. Troadec** (3), **R. Duhamel** (1), **A. Gonzalez-Cano** (4), **H. Bureau** (5), **H. Khodja** (6)

1. IMPMC, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, FRANCE
2. IAS, Univ. Paris Saclay, Orsay, FRANCE
3. IEMN, Univ. Lille, Lille, FRANCE
4. IPGP, IPGP, Paris, FRANCE
5. IMPMC, Sorbonne Univ., Paris, FRANCE
6. LEEL, CEA, Gif-sur-Yvette, FRANCE

Abstract :

Meteoritic refractory Ca-Al-rich inclusions (CAIs) are the first rocks formed in the solar system. Unraveling their asteroidal or nebular interactions with water is essential to understand the evolution of redox conditions at the beginning of planetary formation. In order to decipher in which context their micrometer-sized volatile-enriched secondary phases formed, we developed a new analytical method aiming at quantitatively image D/H ratios in Focused Ion Beam sections of minerals with moderate to low H content (≤ 2 wt% equivalent H_2O) by Nanoscale Secondary Ion Mass Spectrometry (NanoSIMS). Our goal was to achieve a precision allowing resolution of moderate isotopic variations at the micrometer scale and to allow combination with other nanoscale imaging techniques, such as Transmission Electron Microscopy.

In order to maximize the accuracy, sensitivity, precision and reproducibility of D/H ratios at the micrometer-size, while minimizing the surface contamination at the same time, we explored all instrumental parameters known to influence the measurement of D/H ratios in situ. Nominally anhydrous minerals were used to evaluate the detection limits and indicate a surface contamination level of about 200 ppm equivalent H_2O in these conditions. Analysis of FIB sections was found to reduce significantly static contamination due to sample preparation and improved accuracy compared to using polished sections embedded not only in epoxy but in indium as well. On amphiboles, the typical overall uncertainty including reproducibility is about 20 ‰ on bulk FIB sections and about 50 ‰ at the 1.5 μm scale using image processing. Preliminary results of H isotope mapping of secondary minerals in a CAI from the Efremovka CV3 chondrite will be presented.



COMMUNICATIONS ORALES - SESSION - HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

CHRISTELLE MARLIN

CO16 : Isotopic approach of thermokarst lakes in current permafrost thawing in Central Yakutia (Subarctic Eastern Siberia)

Auteurs : A. Séjourné (1), C. Marlin (1), L. Gandois (2), C. Hatté (3), M. Alexis (4), F. Bouchard (5), F. Costard (1), A. Noret (1), A. Fedorov (6), P. Ciais (3)

1. UMR GEOPS 8148, Université Paris-Sud/Paris-Saclay -CNRS, Orsay, France
2. UMR ECOLAB 5245, CNRS - UPS Toulouse III - INP de Toulouse, Castanet Tolosan, France
3. UMR LSCE 8212, CNRS-CEA-UVSQ, Gif-sur-Yvette, France
4. UMR METIS 7619, Sorbonne Université - CNRS, Paris, France
5. UMR GEOPS 8148, Université Paris-Sud/Paris-Saclay -CNRS, Orsay, France
6. Melnikov Permafrost Institute, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russie

Résumé :

A large carbon pool is thought to be stored in the permafrost in the Arctic, whose degradation may enhance greenhouse gases release to the atmosphere. The permafrost thawing also induces the subsequent soil collapse and the formation of thermokarst lakes. These lakes are dynamic systems that act as biogeochemical "hotspots". However, the carbon evolution is complex as it involves transport and transitory burial within water systems.

In order to understand the role of lakes in the carbon dynamics in a Siberian boreal forest area with an ice-rich permafrost (Central Yakutia), we investigated the geochemical characterization of the hydrological system (permafrost, surface water and groundwater) of thermokarst lakes. During 2017 and 2018 field campaigns, 20 thermokarst lakes and a river were sampled for chemical and isotopic measurements (^2H , ^{18}O , ^{13}C and ^{14}C). The shape of lakes and their associated watersheds allow classifying the lakes into three groups, also linked to the age of the main periods of permafrost thawing (~ 8 ka, ~ 5 ka and ~ 50 a according the literature). The 3 lake types display distinct physico-chemistry signatures. The ^{18}O and ^2H indicate the lakes have undergone significant evaporation, but variable depending on the lake age. Only the young lake contents indicate meltwater from permafrost ($\sim 30\%$ of lake volume). The old lakes (8 ka and 5 ka) have the lowest dissolved inorganic (DIC) and organic carbon (DOC) whereas recent lakes show high contents. The old lakes have surprisingly high ^{14}C activity of DIC while young lake has low activity. This indicates that, on the contrary to old lakes, the young lakes are related to active permafrost thaw releasing old C. This is indicator of a low turnover rate of young lakewater. Regarding old lake water DIC, their high ^{14}C value is due to a partial re-equilibration with atmospheric CO_2 . The measured contents of dissolved carbon (inorganic and organic) are high in comparison to other lakes in the Arctic.



POSTER

LUCILE BECK

ARCHÉOLOGIE ET PATRIMOINE: À LA RECHERCHE DU PASSÉ!

PO11 : ^{14}C et peintures : mise en évidence de faux tableaux - AMS radiocarbon dating for investigating potential recent forgeries of paintings

Auteurs : L. Beck (1)

1. LMC14, Saclay, France

Résumé :

La datation par le ^{14}C a été appliquée à des peintures du XX^e siècle pour identifier d'éventuelles copies récentes. Trois peintures de trois artistes différents ont été analysées. Des échantillons provenant du châssis en bois, de la toile et des couches de peinture ont été prélevés et datés au LMC14 sur le SMA ARTEMIS de Saclay (France). Dans deux cas, le bois est antérieur à la période d'activité des artistes. Dans un cas, le bois est contemporain de la vie de peintre (fin du XIX^eme/début du XX^eme siècle). En revanche, les dates radiocarbone des fibres extraites de la toile indiquent des dates bien plus récentes dans tous les cas. Dans deux cas, les textiles contiennent 105 et 108 pMC (pourcentage de carbone moderne), ce qui montre que les plantes utilisées pour fabriquer la toile ont été récoltées après 1955. Ces résultats signifient que les toiles ont été peintes au moins 10 ans après la mort des artistes censés avoir réalisés ces oeuvres, démontrant ainsi que les peintures sont des faux créés récemment. Dans le troisième cas, la toile et la peinture ont été datés. La peinture est constituée d'un pigment sans carbone (lithopone, mélange de BaSO_4 et ZnS) et d'un liant organique. Les mesures sur le liant et la toile sont de 101 et 103 pMC correspondant respectivement aux dates 1955-1957 ou 2015-2016 et 1955-1956 ou 2012-2014. La période active du peintre étant dans les années 70, il n'est pas possible de conclure sur l'authenticité de cette oeuvre.



POSTER

CÉLINE TOMCZYK

ARCHÉOLOGIE ET PATRIMOINE: À LA RECHERCHE DU PASSÉ!

PO12 : Traitement de données isotopiques du plomb par statistiques multivariées : automatisation du traçage de sources de scories de cuivre

Auteurs : C. Tomczyk (1), K. Costa (1), P. Brun (1), C. Petit (1)

1. ArScAn, Université Paris 1, Paris, France

Résumé :

Les relations entre les minerais de cuivre et les objets sont au coeur des problématiques de la Protohistoire compte tenu de l'importance économique de cette ressource. L'isotopie du plomb est l'une des méthodes les plus utilisées pour établir l'origine du cuivre d'objets archéologiques.

Cette étude propose de comparer les signatures isotopiques du plomb de scories de cuivre à une base de données de minerais (les données utilisées sont tirées de la littérature). Les gisements de cuivre sont regroupés par grandes entités géologiques dans lesquelles des statistiques multivariées permettent de déterminer des sous-populations homogènes. Les signatures des scories sont comparées aux sous-populations ainsi définies. La méthode développée permet de lier les scories à des gisements spécifiques ou de réfuter une éventuelle origine régionale des minerais.

Les résultats obtenus par cette étude statistique ont été comparés à ceux de la littérature, obtenus par lecture graphique. Nous observons des résultats similaires entre notre méthode et la bibliographie. Cette nouvelle approche pourrait donc permettre de tester rapidement l'origine d'un grand nombre d'artefacts.

Les scories ont été choisies car elles sont régulièrement liées à l'exploitation des gisements locaux. Les résultats de cette étude pourraient ouvrir la voie à d'autres travaux visant à définir l'origine des produits finis (qui peuvent être échangés sur de longues distances) en utilisant des tests de correspondance avec chaque entité géologique.



POSTER

ZINEB MOUBTAHIJ

ARCHÉOLOGIE ET PATRIMOINE: À LA RECHERCHE DU PASSÉ!

PO18 : First isotopic evidence of prehistoric subsistence strategies in North Africa

Auteurs : Z. Moubtahij (1), K. Jaouen (2), G. Goude (3), N. Bourgon (1), M. Trost (1), S. Steinbrenner (1), A. Le Cabec (1), G. Smith (1), J-J. Hublin (1), A. Bouzouggar (4)

1. Max Planck Institute for evolutionary anthropology, Leipzig, Allemagne
2. Géosciences Environnement Toulouse, Observatoire Midi-Pyrénées/CNRS, Toulouse, France
3. Aix Marseille Univ., CNRS, Minist. Culture, LAMPEA Aix-en-Provence, France, Aix en Provence, France
4. Institut National des sciences d'archéologie et du patrimoine, Rabat, Maroc

Résumé :

Au cours des dernières décennies, le recours aux isotopes stables pour caractériser le régime alimentaire des populations humaines anciennes s'est accentué. Les isotopes stables les plus fréquemment utilisés sont le carbone (^{12}C) et l'azote ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$), extraits du collagène des ossements et des dents.

Dans les contextes archéologiques africains, l'extraction de cette protéine peut être difficile, car celle-ci se conserve souvent mal dans des environnements arides et semi-arides. Récemment, les isotopes du zinc (^{66}Zn) ont été proposés comme un traceur prometteur, pouvant documenter l'alimentation à partir de la partie minérale des restes humains. Le but de cette étude est 1) de tester la conservation du collagène dans des échantillons archéologiques africains, couvrant une période allant de 15000 à 5000 BP et 2) de combiner les traceurs isotopiques traditionnels (carbone, azote et strontium radiogénique) et non traditionnels (zinc) afin de reconstituer les stratégies de subsistance des groupes paléolithique et néolithique de cette région. Nous présentons ici les premières preuves directes du régime alimentaires des populations préhistoriques en Afrique du Nord. Du collagène bien conservé a été extrait avec succès de la majorité des échantillons et les valeurs isotopiques de Zn sont exploitables dans tous les échantillons. L'ensemble de ces traceurs convergent dans la même direction : les groupes humains du Paléolithique (Taforalt) consommaient davantage de protéines animales que les quatre groupes néolithiques étudiées. La proportion de ressources marines dans l'alimentation des individus vivant sur la zone littorale semble faible –mais existante. Notre étude montre l'intérêt de combiner différents traceurs sur différents tissus dans un contexte où la conservation des ossements peut s'avérer difficile. La signature isotopique du Zn a permis d'évaluer le niveau trophique des individus au cours de l'enfance et de donner une vision intra-individuelle et diachronique sur le comportement alimentaire



POSTER

ELISE DUFOUR

ARCHÉOLOGIE ET PATRIMOINE : À LA RECHERCHE DU PASSÉ!

PO20 : Où a été élevé mon lama ? $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, origine géographique et mobilité résidentielle des camélidés domestiques sur la côte nord du Pérou à la période préhispanique

Auteurs : E. Dufour (1), C. Gauthier (2), E. Douville (3), N. Goepfert (4)

1. UMR 7209, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France
2. UMR 8212, CNRS, Saclay, France
3. UMR 8212, CEA, Saclay, France
4. UMR 8096, CNRS, Nanterre, France

Résumé :

Les mesures d'isotopes stables et radiogéniques sont devenues des outils d'investigation courants en archéologie. Les analyses de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ sont utilisées pour reconstruire la mobilité résidentielle des humains et des animaux et identifier les échanges de biens. Les analyses de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ont récemment connu un grand développement dans la région andine, en particulier dans la partie sud de la zone andine centrale, dans la région du Lac Titicaca et de Nasca. Au contraire, aucune étude n'a testé les potentialités de l'approche pour la côte désertique du nord du Pérou. Ce milieu pourtant aride a été le siège du développement de sociétés complexes à forte hiérarchisation sociale depuis le début de notre ère. Les analyses isotopiques ont révélé que ces sociétés pratiquaient l'élevage des camélidés domestiques localement alors qu'aucun troupeau n'est élevé actuellement sur la côte. S'ils peuvent généralement discriminer l'élevage à basse et moyenne altitude versus à haute altitude à travers la restitution de l'alimentation, les analyses isotopiques en carbone et l'azote dans le collagène osseux ne permettent pas de préciser la localisation à l'intérieur des grands ensembles altitudinaux. Ce travail a exploré les possibilités de retracer plus finement les lieux d'élevage des troupeaux à travers la mesure des valeurs isotopiques du Sr biodisponible dans l'environnement. Les valeurs environnementales ont été comparées aux valeurs de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ mesurées dans les dents de camélidés domestiques retrouvés dans différents contextes des cultures Mochica, Lambayeque et Chimú entre le I^{er} et XV^e siècles de notre ère. Il y a une plus grande diversité des lieux d'élevage à la période mochica, sans qu'il soit généralement possible de leur assigner une origine géographique précise. Pour quelques individus les analyses mettent en évidence des changements ontogénétiques importants et permettent d'apporter des hypothèses quant à l'origine des animaux importés sur les sites.



POSTER

VINCENT PORTALURI

AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

PO03 : Position-specific ¹³C-isotopic analysis of vanillin: overcome current barriers.

Auteurs : V. Portaluri (1), F. Thomas (1), E. Jamin (1), G. Remaud (2)

1. R&D Authenticité, Eurofins Analytics France, Nantes, France
2. EBSI, CEISAM - CNRS UMR 6230, Université de Nantes, Nantes, France

Résumé :

Moins d'1% de la demande globale en vanilline provient de la gousse de vanille (Grand View Research, 2017b), mais cette part tend à croître en raison de la forte demande des consommateurs. Les vanillines (composé principal de l'arôme vanille) issues de la biotransformation de sources naturelles sont également mieux valorisées que celles issues de produits fossiles. Ce marché est donc en proie aux EMA, à cause de la forte différence de prix entre les différentes sources.

Pour vérifier l'authenticité de la vanilline, l'analyse isotopique est utilisée, en particulier à travers les méthodes positions-spécifiques. Une nouvelle méthode SNIFNMR ¹³C a été proposée (Guyader et al., 2019), et implémentée en routine. Cette méthode requiert une quantité importante de vanilline pure, la rendant inapplicable aux matrices pauvres en vanilline (glace, yaourt, etc.). Des développements en amont (extraction) ainsi que sur la séquence RMN utilisée ont pour objectif de réduire cette quantité. Une simulation des résultats obtenus permet d'estimer les performances d'une telle méthode.

Abstract:

Less than 1% of the vanillin global demand is produced from vanilla pods (Grand View Research, 2017b), but this part is likely to grow due to a high demand from consumers. Therefore, because of the high price difference between vanillin (main molecule of the vanilla aroma) obtained from pods and from other sources, this market is subject to economically motivated adulterations.

To assess vanillin authenticity, isotopic analysis is used, mainly through position-specific methods. A new SNIFNMR ¹³C method is proposed (Guyader et al., 2019), and routinely applied. However, this method requires a high quantity of pure vanillin, making it unrealistic for low vanillin-concentrated products (ice-cream, yogurt, etc). Developments focusing on vanillin extraction and NMR sequence improvement are ongoing to reduce the needed quantity. Simulation of the results offers a perspective on the expected performances for such a methodology.



POSTER

FRANCOIS FOUREL

AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

PO08 : Analyses simultanées des $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ d'inclusions fluides de halites synthétiques par spectroscopie de sortie de cavité intégrée hors axe (OA-ICOS)

Auteurs : F. Fourel (1), C. Lecuyer (2), P. Jame (3), A. Guironnet (3)

1. Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés LEHNA CNRS-UMR5023, Université Claude Bernard Lyon 1, LYON, France
2. Laboratoire de Géologie de Lyon LGL-TPE UMR5276, Université Claude Bernard Lyon 1, LYON, France
3. CNRS-UMR5280, Institut des sciences Analytiques de Lyon, LYON, France

Résumé :

L'étude de certains échantillons de halites très anciennes contenant des inclusions fluides identifiées comme originelles constitue un accès unique à la reconstitution des paléoenvironnements et au traçage du cycle de l'eau dans le passé à partir de leurs $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$. En effet, les halites précambriennes étant issues de forages continentaux profonds, les échantillons sont toujours de petite taille ($< 1\text{g}$). En outre, les cristaux de halite qui cristallisent à la surface d'un plan d'eau sont naturellement pauvres en fluides aqueux ($\approx 0.1\%$ en poids). La possibilité d'analyser simultanément les deux signatures isotopiques $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ de l'eau des inclusions fluides sur la même aliquote est un atout précieux. Un protocole d'analyse des rapports isotopiques des inclusions fluides piégées dans des halites par spectroscopie de sortie de cavité intégrée hors axe (Off-Axis Integrated Cavity Output Spectroscopy OA-ICOS) a ainsi été mis au point pour relever ce défi technique. La spectroscopie laser constitue aujourd'hui une évolution majeure dans les techniques de spectrométrie isotopique. La calibration du protocole a été réalisée par l'intermédiaire de synthèses expérimentales de cristaux de halite à partir de solutions de composition isotopique et de salinité connues, ainsi que par l'utilisation d'un modèle numérique prédisant la composition isotopique des inclusions fluides. Les expérimentations analytiques ont été réalisées avec un analyseur élémentaire modifié, relié à un spectromètre à cavité optique afin d'extraire les fluides des halites et de les analyser. Différentes conditions d'analyses ont été expérimentées en particulier sur la configuration de l'analyseur élémentaire afin d'analyser d'abord les eaux prélevées lors des expériences d'évaporation, puis les cristaux de halites synthétiques et enfin des échantillons de halites naturelles. Nous présentons ici les résultats de ces analyses préliminaires ouvrant un nouveau champ d'investigations pour ce type d'échantillons.



POSTER

FRANCOIS FOUREL

AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

PO09 : Quel facteur de correction doit-on utiliser pour déterminer les $\delta^{18}\text{O}$ des carbonates d'apatite ?

Auteurs : F. Fourel (1), C. Lecuyer (2)

1. Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés LEHNA CNRS-UMR5023, Université Claude Bernard Lyon 1, LYON, France
2. Laboratoire de Géologie de Lyon LGL-TPE UMR5276, Université Claude Bernard Lyon 1, LYON, France

Résumé :

Les analyses isotopiques des carbonates ayant beaucoup évolué, un intérêt croissant s'est porté sur l'analyse des carbonates présents dans le réseau cristallin des apatites biogéniques. Ces déterminations sont particulièrement pertinentes pour les analyses de l'émail dentaire ou de l'os d'échantillons actuels, archéologiques ou fossiles. Il avait déjà été mis en évidence par Passey et al. en 2007 que les rapports isotopiques $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ mesurés sur la molécule CO_2 issue de la réaction entre l'acide phosphorique et des échantillons fossiles d'émail, d'os ou de calcite montraient des facteurs de fractionnement isotopique dépendant de la température de réaction. La difficulté de telles études étant la nécessité d'effectuer de nombreuses mesures à des températures basses (25°C) qui ne pouvaient se faire que sur des systèmes manuels offline.

Ici nous avons repris en élargissant le problème posé par Passey et al. (2007) en utilisant un nouveau système automatisé de type isoFLOWprecision.

Ce système en flux continu permet de préparer et mesurer automatiquement les signatures isotopiques $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{18}\text{O}$ des carbonates. Nous avons mis au point le système afin de réaliser des attaques acides à des températures de 25°C , 50°C , 70°C et 90°C . Nous avons ensuite appliqué cette technique à un grand nombre d'échantillons d'émail, d'os et de calcite, actuels, archéologiques et fossiles afin de proposer de nouveaux facteurs de corrections des données $\delta^{18}\text{O}$ de carbonates d'apatite. Certains échantillons déjà analysés par Passey et al. (2007) ont fourni des données en très bon accord avec notre nouvelle méthode. Nous montrons qu'en utilisant le facteur de correction de la calcite sur des échantillons de carbonates d'apatite une erreur de 1‰ peut affecter la mesure $\delta^{18}\text{O}$. Pour les différents types de carbonates d'apatite nous proposons différents facteurs de correction en fonction du type d'échantillon.

Référence : B.H. Passey, T.E. Cerling and N.E. Levin (2007) Rapid Comm. In Mass Spectrom., 21, 2853-2859.



POSTER

PHILIPPE LESOT

AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

PO15 : 2D-NMR spectroscopy, oriented solvents and chirality: three keys to rethink the deuterium isotopic analysis

Auteurs : P. Lesot (1), T. Texier-bonniot (1), P. Berdagué (1), G. Rémaud (2), F. Thomas (3)

1. RMN en Milieu Orienté, ICMMO, UMR CNRS 8182, Université Paris-Sud / Université Paris-Saclay, Bât 410, 15 rue Georges Clémenceau, F-91405 Orsay Cedex. France.
2. Chimie Et Interdisciplinarité : Synthèse Analyse Modélisation, UMR CNRS 6230, Université de Nantes, 2 rue de la Houssinière, F-44322 Nantes Cedex, France.
3. Eurofins Analytics France, rue Pierre Adolphe Bobierre, BP 42301, F-44323 Nantes Cedex, France.

Résumé :

The evaluation of the natural isotopic profile of (bio)-compounds is an ongoing challenge for the authentication/determination of their origins or to understand their metabolic/synthetic pathways. In the field, the ²H SNIF-NMR[®] protocol has been developed around the quantitative ²H-¹H 1D-NMR spectroscopy at natural abundance level (NAD NMR) in isotropic solvents to study the Site-specific Natural Isotope Fractionation of molecules [1].

Despite the power of this method, the analysis of economical-interest molecules such as flavour molecules used in the food industry (Vanillin, Frambinone,...) remains incomplete due to peak overlaps or spectral equivalence of some ²H sites.

For instance, the (²H/¹H) isotopic profile of aromatic core of vanillin measured is incomplete due to a fortuitous isochrony of two ²H sites [2]. In the case of frambinone, the enantiotopic positions of methylene groups cannot be discriminated in achiral solvents, preventing the study of the isotopic fractionation (²H/¹H) of enantiotopic positions [3].

In this work, we show how the use of polypeptide-based lyotropic liquid crystals (PBLG) as chiral oriented solvents and NAD 2D-NMR experiments can be combined to overcome these difficulties [4,5]. Thus, the anisotropic NAD NMR (ANAD NMR) gives access to all order-sensitive NMR interactions such as residual quadrupolar coupling, ²H-RQC, specific to spin I > 1/2 [4], while the tilted Q-resolved-type 2D-NMR experiments allow the separation of chemical shifts and quadrupolar splittings [4,5]. The relevant experimental conditions for optimal, reliable quantitative measurements in ANAD 2D-NMR, and the most important factors impacting the quality of NMR spectra are examined.

References:

1. G. Martin et al, Tetrahedron Lett., (1981), 22, 3525.
2. G. Remaud et al, J. Agric. Food Chem., (1997), 45, 859.
3. G. Fronza et al, J. Agric. Food Chem., (1998), 46, 248.
4. T. Texier-Bonniot et al, Flav. Frag. J., (2018), 33, 217.
5. P. Lesot et al., Chem. Soc. Rev. (2015), 44, 2330.



POSTER

CORINNE SONZOGNI

AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

PO16 : Carbon $\delta^{13}\text{C}$ and oxygen $\delta^{18}\text{O}$ isotopic composition of solid carbonates using an Isotope Ratio Infrared Spectrometer (IRIS).

Auteurs : C. Sonzogni (1), L. Vidal (1), J-C. Mazur (1), L. Beaufort (1), C. Bolton (1)

1. CEREGE, Aix-en-Provence, France

Résumé :

Aix Marseille Univ, CNRS, IRD, INRA, Coll France, CEREGE, Aix-en-Provence, France

The stable carbon and oxygen isotopic composition ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$) of marine carbonates is widely used in paleoceanography. For this purpose, an Isotope Ratio Mass Spectrometer (IRMS) coupled to a carbonate sample preparation line offers the required precision and throughput for this type of samples. In some cases, it is necessary to perform initial measurements to test sample quality, - a high number of measurements on different sample fractions and even measurements in the field.

In this context, a new generation of equipment is tested for $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ of CO_2 measurements from bulk carbonate samples. We have used a Thermo Scientific Delta Ray Isotope Ratio Infrared Spectrometer (IRIS) coupled to a carbonate preparation system (URI Connect).

Over 150 measurements were obtained from carbonate international and in house standards and from pelagic carbonate fine fractions ($< 63 \mu\text{m}$).

All samples were also analysed by IRMS.

Samples were weighed and manually acidified in a heated rack. A sequence of 60 samples was run over 20 hours.

Estimated external precision is less than 0.1‰ for $\delta^{13}\text{C}$ (‰ vs PDB) and 0.2‰ $\delta^{18}\text{O}$ (‰ vs PDB). We show that for samples of ca. 400 μg , precision

for $\delta^{13}\text{C}$ measurements is similar to that achieved with an IRMS while for $\delta^{18}\text{O}$, precision is less than that of measurements by IRMS ($\leq 0.2\text{‰}$).

Nevertheless, for $\delta^{18}\text{O}$, IRIS measurements can be useful to generate a preliminary and quick analysis of bulk carbonates before IRMS

measurements are made. In addition, we also tested measurements of $\delta^{13}\text{C}$ of DIC in water samples.



POSTER

PIERRE CARTIGNY

AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

PO17 : Explaining 'strange' isotope effects of O, Mg, Si, Cd, Hg during evaporation: Insights from their multiple isotopes and their terrestrial and cosmochemical implications.

Auteurs : P. Cartigny (1)

1. Equipe de Géochimie Isotopes Stables, IPG-Paris, Paris, France

Résumé :

Many experiments in which an element or a mineral is evaporated or thermally decomposed under vacuum have illustrated too low rates of evaporation, smaller (i.e. closer to 1) than predicted fractionation factors, and an inconsistent behavior of the stable isotope ratios of a same element (i.e. mass-independent/anomalous isotope fractionation). This applies to many elements including O, Hg, Si, Mg, Ca, Pb and even Cd.

Data of four articles on Si, O, Mg, Hg and Cd multiple isotope ratios can actually be quantitatively modeled if a fraction (typically 10-30%) of the evaporated compounds actually evaporates under conditions corresponding to isotope equilibrium, the remaining fraction obeying kinetic fractionation of its stable isotopes. Mass conservation effects, such as Rayleigh distillation and mixing that results in the appearance of massindependence, rather than the action of a novel isotope effect having non-canonical mass law. For heavy elements ($Z > 40$), nuclear volume effects that related only to isotope equilibrium, further contribute to the mass-independent fractionations.

The present model has several implications, the main one being that the physics of evaporation as commonly modelled using the so-called Graham's law is inappropriate. It also shed lights on alternative ways to think about anomalous fractionation for odd isotopes (e.g. ^{207}Pb , ^{111}Cd) measured by thermionisation and some isotopic heterogeneity recorded in meteorites that do not necessarily relate to nucleosynthetic anomalies.



POSTER

JULIEN JEAN-BAPTISTE

AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

PO19 : Etude des variations saisonnières de l'alimentation des eaux du Rhône grâce aux isotopes de la molécule d'eau

Auteurs : J. Jean-Baptiste (1), C. Le Gal La Salle (1), P. Verdoux (1)

1. Département des Sciences/ Laboratoire Géochimie Isotopique Environnementale, Université de Nîmes / EA 7352 CHROME, Nîmes, France

Résumé :

Les isotopes de la molécule d'eau constituent un outil adapté pour identifier l'origine de l'eau. Pour une gestion pérenne d'une ressource dont l'alimentation est multiple, ce traceur peut caractériser l'importance de certaines recharges et la variabilité spatiale/temporelle des contributions.

Cette approche a été déployée sur un des fleuves européens les plus importants et les plus aménagés : Le Rhône. Avec une surface de drainage de 98 800 km², le Rhône prend sa source dans les Alpes suisses et s'écoule sur 810 km jusqu'à la Mer Méditerranée. Son régime hydraulique est caractérisé par des systèmes de recharge météorologiques différentes : des eaux issues de la fonte des neiges et de glaciers, des précipitations océaniques, continentales, et méditerranéennes.

De différentes altitudes et latitudes, ces recharges contrastées sont acheminées par quatre principaux affluents : L'Ain, la Soane, l'Isère et la Durance pour un débit moyen annuel à Beaucaire de 1 700 m³.s⁻¹. Les fluctuations saisonnières à l'échelle du bassin versant se traduisent par des débits en période d'étiage et de hautes eaux contrastées et potentiellement une modification de sa recharge. Pour évaluer cette modification un suivi des isotopes des eaux Rhône à Beaucaire a été réalisé de février 2017 à octobre 2018 afin de considérer une échelle temporelle et spatiale du bassin représentative. Ce suivi a mis en évidence une alternance entre un appauvrissement en ¹⁸O et ²H d'avril à août et un enrichissement de septembre à mars.

Cet appauvrissement en période d'étiage est cohérent avec les variations de débits du Rhône et des rivières d'origine alpine : le Rhône côté suisse, l'Isère et la Durance avec des contributions de plus de 75% entre juillet et août.

Ce suivi confirme la modification de l'origine principale des eaux du Rhône et l'importance pendant les périodes d'étiage des rivières alpines. La pérennité de ces ressources est donc primordiale pour le Rhône et ses usages.



POSTER

JÉRÔME LABIDI

AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

PO25 : Methane in seafloor hydrothermal fluids is not always in internal equilibrium – constraints from coupled $\Delta^{13}\text{CH}_3\text{D}$ and $\Delta^{12}\text{CH}_2\text{D}_2$ measurements

Auteurs : J. Labidi (1), I. Kohl (2), J. Seewald (3), M. Lilley (4), E. Young (5)

1. IPGP, France
2. Thermo, France
3. WHOI, France
4. U Washington, Washington, Etats-Unis
5. UCLA, Etats-Unis

Résumé :

Deep-sea hydrothermal are unique geological features, where hydrogen and methane (among other volatile species) are vented to the seafloor. It is not clear whether methane is a byproduct of deep microbial activity or if it is produced abiotically via Fischer-tropsch reactions.

We present an innovative approach to disentangle the contributions of abiotic and biogenic methane using the abundance of the rare, mass-18 CH_4 isotopologues, $^{13}\text{CH}_3\text{D}$ and $^{12}\text{CH}_2\text{D}_2$. We studied gases from Lucky Strike, Rainbow, Von Damm, Lost City and Guaymas hydrothermal systems.

We use the Panorama, a Matsuda-type large radius high-resolution mass spectrometer at UCLA with a mass resolving power ($> 40,000$) that allows the direct measurement of both $^{13}\text{CH}_3\text{D}$ and $^{12}\text{CH}_2\text{D}_2$. All samples yield values of $^{13}\text{CH}_3\text{D}$ between 1.0 ± 0.2 and $2.9 \pm 0.2\%$ and $^{12}\text{CH}_2\text{D}_2$ values ranging from $1.1 \pm 2.7\%$ and $14.5 \pm 1.0\%$. Samples from Rainbow, Lucky strike, and Von Damm show relative abundances of two isotopologues indicating the same, concordant temperatures. This establishes that those gases are in bond-ordering equilibrium. The average apparent temperature of $343 \pm 40^\circ\text{C}$ is derived from $^{13}\text{CH}_3\text{D}$ values. In contrast, samples from Lost City ($n=6$) all show $^{12}\text{CH}_2\text{D}_2$ values high by 5 to 7 % relative to equilibrium, at a given $^{13}\text{CH}_3\text{D}$. In contrast, the Guaymas sample shows a $^{12}\text{CH}_2\text{D}_2$ depletion at a given $^{13}\text{CH}_3\text{D}$ relative to equilibrium.

We argue that the samples at internal equilibrium reflect re-equilibration of methane isotopologue after abiotic methane formation, in the oceanic crust, during serpentinization. The methane equilibration at high-temperature is likely achieved within olivine-hosted secondary inclusions in oceanic gabbros and peridotites, known to show high abundances of methane. On the other hand, the disequilibrium signatures observed at Lost City and Guaymas may reflect mixing of gases of various origins. Multiple scenarios involving abiotic and biogenic gases will be explored at the conference.



POSTER

AURÉLIEN BEAUMAIS

AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

PO31 : Development of ^{144}Ce analysis in spent nuclear fuel samples by mass spectrometry.

Authors: A. Beaumais (1), A. Nonell (2), C. Caussignac (2), L. Vio (3), F. Chartier (4), T. Vercoouter (2)

1. Den - Service d'Etude Analytiques et de Réactivité des Surfaces (SEARS), CEA, Université Paris-Saclay, Gif-sur-Yvette, FRANCE

2. Den - Service d'Etude Analytiques et de Réactivité des Surfaces (SEARS), CEA, Université Paris-Saclay, Gif sur Yvette, FRANCE

3. Den - Service d'Etude Analytiques et de Réactivité des Surfaces (SEARS), CEA, Université Paris-Saclay, Saint Paul lez Durance, FRANCE

4. Den - Département de Physico-Chimie (DPC), CEA, Université Paris-Saclay, Gif sur Yvette, FRANCE

Abstract :

A good knowledge of the energy released by radioactive decay of nuclides, called decay heat, is important for radiological safety associated to spent nuclear fuel management. Among those radionuclides, the ^{144}Ce isotope is a fission product that significantly participates to this decay heat for cooling time less than 10 years. Precise and accurate quantification of this low abundance isotope in cooled nuclear fuels is then required to improve the short-term management of irradiated fuels. Gamma-ray spectroscopic analysis is usually performed for the analysis of ^{144}Ce using an aliquot of dissolved spent fuel solutions without extensive sample preparation. However, the measurement uncertainty obtained with this technique remain elevated.

Through this study, pioneer and innovative approaches combining liquid chromatography and multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry (MC-ICP-MS) have been developed. First, different separation techniques were tested to purify the cerium fraction and remove the interfering isotopes. Then, Ce isotope ratios were measured using MC-ICP-MS. Finally, ^{144}Ce was quantified using the isotope dilution method. This analytical process enable for instance to solve the ^{144}Ce - ^{144}Nd isobaric interference and to reach a lower measurement uncertainty.



POSTER

MAGDALENA HOFMANN

AVANCÉES ANALYTIQUES: RELEVER LES NOUVEAUX DÉFIS EXPÉRIMENTAUX

PO36 High-precision cavity ringdown measurements of $\delta^{13}\text{CO}_2$ and $\delta^{13}\text{CH}_4$ along the Eastern North Atlantic onboard the sailing research vessel Fleur de Passion

Authors: Hofmann, Magdalena E. G.1*; Donis, Daphné2**; Bent, Jonathan D.1; Lucic, Gregor1; McGinnis, Daniel F. 2** and crew of Fleur de Passion3

1 Picarro, Inc. 3105 Patrick Henry Drive, Santa Clara, CA 95054

2 Aquatic Physics Group, Faculty of Science, Department F.-A. Forel for Environmental and Aquatic Sciences (DEFSE), University of Geneva, Geneva, Switzerland

3 Foundation Pacifique, Sailing for Science & Sustainability, 9bis, rue de Veyrier, 1227 Carouge – Switzerland

*Presenting author

**Corresponding authors

Abstract:

Differentiating microbial, anthropogenic, and thermogenic sourcing of carbon dioxide (CO_2) and methane (CH_4) in background air is an important element of understanding upper ocean ecosystem processes. Concentrations of these gases alone are not dispositive indicators of processes, so additional diagnostic parameters including meteorological data, related gas species measurements, and isotopic values can allow researchers to better investigate processes. Here we present data from the Fleur de Passion sailing research vessel which traveled from Dakar, Senegal to the Azores, and to Northwest Spain between early April and late June of 2019 as part of the larger Ocean Mapping Expedition by the Geneva based NPO Fondation Pacifique. The 33-meter-long ketch research vessel carried as part of its instrument suite a Picarro G2201-i high precision gas analyzer, measuring concentrations and $\delta^{13}\text{C}$ values of CO_2 and CH_4 . The high precision data collected by the isotopic carbon analyzer, which are being sampled as part of the University of Geneva's Winds of Change program, allow for subtle differentiation of modalities separated by a per mil or less, signals that could be lost by infrequent flask measurements or low-precision analyzers. We present findings from this expedition, as well as a brief description of future efforts to measure underway dissolved gases.



POSTER

LIONEL SIAME

HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

PO30 : Natural versus anthropogenic rates of erosion in Brasília (District Federal, Brazil)

Authors: L. Siame (1), E. Lucas (2), L. Cherem (2), S. Cornu (3), O. Evrard (4), L. Leanni (5), A. Duvivier (3), D. Bourlès (6)

1. CEREGE, Aix-Marseille Université, Aix-en-Provence, FRANCE
2. Labogef, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, BRAZIL
3. CEREGE, INRA, Aix-en-Provence, FRANCE
4. Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CEA, Gif-sur-Yvette, FRANCE
5. CEREGE, IRD, Aix-en-Provence, FRANCE
6. CEREGE, Aix-Marseille University, Aix-en-Provence, FRANCE

Abstract:

Soil degradation is a systemic phenomenon that affects almost all regions of the world due to human activities and climate change. Already fragile, the intertropical zones are likely to suffer from the negative effects of global warming, including an increase in aridity, an aggravating factor of erosion and therefore of land degradation. In this context, a major challenge is to provide the necessary knowledge to support sustainable development efforts, while deepening the knowledge of the functioning of the Earth system and its critical thresholds. Understanding what controls the properties and processes of the critical zone, and especially what will be the responses to climate change and land use requires to apprehend time scales compatible with the disturbances themselves but also to determine the natural levels in the longer term to serve as a pre-anthropogenic reference. Due to its prominent ecological importance and its recent colonization by human activities, the Cerrado in central Brazil is an ideal case study to analyse the consequences of human activities on soil erosion in the intertropical zone. In this study, we focused on the region of Brasília, the federal capital of Brazil (Federal District), where an innovative combination of methods allows crossing the temporal scales of long-lived cosmogenic isotopes (in situ ^{10}Be and ^{26}Al , atmospheric ^{10}Be), with that of short-lived radioactive isotopes (^{137}Cs and $^{210}\text{Pb}_{\text{xs}}$) through a comparison of soil profiles and watersheds located in areas protected from human activities or that have been cleared for agropastoral activities. Preliminary results show the background denudation rates are lower than 30 mm/kyr (from cosmogenic nuclides as well as RUSLE modelling) whereas they were at least 30 times higher during the last several decades characterised by the onset of anthropogenic activities, illustrating how much the effects of human activities on continental surfaces far outweigh the sustainability rates of the soil resource.



POSTER

OLIVIER EVRARD

HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

PO01 : Quantification des sources et de la dynamique des sédiments à partir de mesures de radionucléides (^7Be , ^{137}Cs , $^{210}\text{Pb}_{\text{xs}}$) dans des bassins versants cultivés et contrastés à travers le monde

Auteurs : O. Evrard (1), A. Foucher (1), I. Lefèvre (1), S. Salvador-Blanes (2), S. Byron Morera Julca (3), S. Huon (4), O. Ribolzi (5)

1. Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CEA-CNRS-UVSQ, Gif-sur-Yvette, France
2. GéoHydrosystèmes Continentaux, Université de Tours, Tours, France
3. Instituto Geofísico del Perú, Lima, Pérou
4. Institut d'Ecologie et des Sciences de l'environnement de Paris, Sorbonne Universités, Paris, France
5. Géosciences Environnement Toulouse, CNRS-IRD-UPS, Toulouse, France

Résumé :

L'érosion des sols et l'apport excessif de sédiments fins aux rivières sont des processus particulièrement marqués dans les bassins versants où l'agriculture est intensive. Dans ce contexte, il est primordial de connaître les sources de sédiments et leurs temps de transfert dans les bassins versants pour améliorer notre compréhension de ces processus et guider la mise en place de mesures efficaces de conservation des sols. Pour y parvenir, les concentrations en radionucléides naturels (^7Be , ^{210}Pb) et artificiels (^{137}Cs) ont pu être mesurées dans le ruissellement et les matières en suspension collectées dans des bassins versants contrastés à travers le monde (Laos, France, Pérou).

Ces résultats confirment l'intérêt de coupler le suivi hydro-sédimentaire des rivières en continu et les mesures de radionucléides sur les matières en suspension, tant dans des bassins tropicaux que tempérés, pour améliorer notre compréhension de la dynamique sédimentaire dans ces bassins où les habitats aquatiques sont menacés par l'érosion et l'envasement. Les principaux défis pour l'application future de cette technique sont liés à la disponibilité de détecteurs de spectrométrie gamma pour analyser rapidement un grand nombre d'échantillons peu de temps après leur collecte, ainsi que l'accès à des infrastructures de mesure à très bas bruit de fond, dans un monde où les retombées radioactives artificielles associées aux essais thermonucléaires des années 1960 (qui constituent généralement la principale source de ^{137}Cs) poursuivent inexorablement leur décroissance.



POSTER

EVELYNE BLANCHARD

HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

PO02 : Etude de l'influence de la densité de peuplement sur le fonctionnement du sol dans des chênaies par la mesure des rapports isotopiques du carbone ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) et de l'azote ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) en EA-IRMS

Auteurs : E. Blanchard (1), L. Henneron (1), M. Chauvat (1), F. Bureau (1), M. Akpa-Vinceslas (1), L. Mignot (1), M. Aubert (1)

1. Normandie Univ, UNIROUEN, IRSTEA, Ecodiv, 76000 Rouen, France

Résumé :

L'augmentation de la fréquence des épisodes de sécheresses nécessite une adaptation de la gestion forestière pour lutter contre les risques accrus de mortalité des arbres. Un des moyens pouvant être adopté pour augmenter la résistance de la forêt aux stress hydriques et assurer sa durabilité est la réduction de la densité des peuplements forestiers par intensification des éclaircies, qui est encore actuellement en débat en France.

De précédents travaux consistant à évaluer les conséquences de la réduction de la densité des peuplements forestiers sur le fonctionnement du sol dans des chênaies ont été menés dans le cadre du projet IMPREBIO. Le dispositif expérimental était constitué d'un réseau de parcelles de chênes (*Quercus petraea*) couvrant une large gamme d'âge et de densité (surface terrière) de peuplements, ainsi que de contextes pédoclimatiques.

Dans ce travail, nous avons étudié les rapports isotopiques $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ et $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ de la litière foliaire du chêne et du sol organo-minéral avec un analyseur élémentaire couplé à la spectrométrie de masse de rapports isotopiques (EA-IRMS). Nous avons pu observer que le rapport isotopique $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ de la litière foliaire du chêne était affecté par la densité des peuplements, à savoir qu'il augmentait avec l'intensité des éclaircies dans les jeunes peuplements ayant jusqu'à 50 ans. Ceci pourrait indiquer une plus grande disponibilité de l'azote pour les chênes suite à la réduction de la densité des peuplements. Ces données isotopiques nous renseignent sur le fonctionnement de l'écosystème et nous montrent ici que la réduction de la densité des peuplements forestiers par intensification des éclaircies peut affecter le recyclage et la disponibilité de l'azote du sol dans les chênaies.



POSTER

SOPHIE GUILLON

HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

PO04 : Coupling water stable isotopes with hydrogeological models to improve constraints on surface-groundwater interactions at the watershed scale

Auteurs : S. Guillon (1), A. Rivière (1), N. Flipo (1)

1. Centre de Géosciences, MINES ParisTech, Fontainebleau, France

Résumé :

The Orgeval watershed (70km East of Paris, France) is a temperate agricultural catchment within the Seine river basin, which has been highly instrumented and studied for more than 50 years, and is part of the French Critical Zone Observatories network. Coupled surface-groundwater models are currently developed for this watershed at MINES ParisTech, and, in addition to piezometer head and flow data, require other proxies for calibration and validation. Here we incorporate water stable isotopes data into these models in order to improve constraints on water flow paths and transit times.

Water stable isotopes are monitored at daily to hourly time scale in the river, upstream and downstream the watershed, as well as at the monthly time scale in the river, the nearby bank alluvial aquifer, the regional aquifer and in precipitation.

First, the global agreement between isotope data and the hydrological functioning of the watershed is checked based on hydrograph separation. In such a temperate climate, the temporal and spatial variability of water stable isotopes in surface and groundwater is limited, requiring fine scale monitoring to calibrate the dynamics. Coupling water stable isotopes with dissolved radon data in surface and groundwater is thus proposed to better localize and quantify groundwater inflows in the river. Finally, high-frequency surface water isotope composition will be used to calibrate transport properties and transit time distributions of the models.



POSTER

LUC LAMBS

HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

PO07 : Dynamique du carbone et émissions de gaz à effet de serre, de la source de plusieurs affluents de l'Ariège jusqu'à leur confluence avec la rivière Ariège

Auteurs : T. Hoang Anh (1), I. Moussa (2), V. Vaury (3), S. Huon (3), L. Lambs (4), F. Guérin (1), D. Serca (5)

1. Laboratoire, GET, Toulouse, France
2. Laboratoire, Ecolab, Toulouse, France
3. Laboratoire, UPMC, Paris, France
4. laboratoire, Ecolab, Toulouse, France
5. laboratoire, LA, Toulouse, France

Résumé :

Les rivières transportent du carbone dissous et particulaire depuis les surfaces continentales vers les océans. Pendant de nombreuses années, ce fut le seul rôle attribué aux rivières dans le cycle du carbone. Mais les rivières transportaient et émettaient également vers l'atmosphère du dioxyde de carbone (CO_2) et du méthane (CH_4) qui sont les deux principaux gaz à effet de serre.

C'est ce qui sera ici étudié sur plusieurs affluents de l'Ariège dans les massifs carbonatés au pied de la chaîne des Pyrénées, au cours de plusieurs de campagne de mesure entre Février et Juin 2019. Outre les mesures de concentration de ces gaz in situ, des mesures isotopiques du $\delta^{13}\text{C}$ sont réalisées pour caractériser le CO_2 , le CH_4 , le DIC, le DOC et le POC, ainsi que des mesures de $\delta^{18}\text{O}$ pour évaluer les interactions eau des rivières et eaux de nappes.

Les premiers résultats montrent un faible effet de saison, amis des fortes variabilités intersites, avec pour certains des valeurs très fortes en CO_2 ou CH_4 en tête de bassin.



POSTER

MATHILDE ZBRACKI

HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

PO13 : Anomalie isotopique de l'uranium dissous dans le bassin versant de L'Essonne

Auteurs : M. Zebracki (1), O. Diez (1), C. Gréau (2), V. Durand (3)

1. PSE-ENV/SEDRE/LELI, IRSN, Fontenay-aux-Roses, France
2. PSE-ENV/SEREN/BERAD, IRSN, Fontenay-aux-Roses, France
3. Département Sciences de la Terre, Université Paris Sud, Orsay, France

Résumé :

L'application de la Directive cadre sur l'eau s'accompagne de mesures de gestion visant le retour à l'état naturel du fonctionnement hydrologique des rivières. L'Essonne (affluent de La Seine) est l'une des rivières pour lesquelles le projet de réhabilitation soulève la question des échanges avec l'eau souterraine. Aussi, l'analyse des eaux est susceptible de faire émerger des outils géochimiques pour tracer et in fine mieux comprendre les échanges nappe/rivière.

Dans le cadre de ses travaux d'expertise, de recherche et de surveillance, l'IRSN s'intéresse à l'uranium (U) dissous dans L'Essonne et son affluent L'OEuf [1]. Les résultats montrent que la concentration en U augmente d'aval en amont (^{238}U : 0,08–25,9 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) et que cette contribution est associée à un déséquilibre $^{234}\text{U}_{-}^{238}\text{U}$ au détriment de ^{234}U ($(^{234}\text{U}/^{238}\text{U}) = 0.42 \pm 0.02$ min.). A l'échelle d'un bassin versant, les affluents drainant des substrats géologiques contrastés peuvent influencer sur la composition isotopique de l'U dans un cours d'eau [2]. Dans L'Essonne, il semblerait que la variation en U soit davantage liée à des apports d'eaux souterraines. En effet, l'analyse de l'eau dans la nappe régionale met en évidence un déséquilibre $^{234}\text{U}_{-}^{238}\text{U}$ équivalent et associé à une concentration relativement élevée en U [3]. Le déséquilibre $^{234}\text{U}_{-}^{238}\text{U}$ constitue une anomalie isotopique qui a été rarement rapportée dans la littérature [4]. L'anomalie observée est susceptible de fournir un outil de traçage original des apports d'eaux souterraines et donc des échanges nappe/rivière. Pour ce faire il est nécessaire d'investiguer davantage l'origine de l'U ainsi que les mécanismes impliqués dans le déséquilibre $^{234}\text{U}_{-}^{238}\text{U}$.

[1] IRSN 2009, Rapport DEI n°04, 164 p. ; [2] IRSN 2019, Rapport n°00529, 59 p. ; [3] Zebracki et al., 2017, J. Env. Rad., 178–179, pp.279–289 ; [4] Osmond et al. 1983, Int. J. Appl. Radioat. Isot., 34, pp. 283-308.



POSTER

VIRGINIE SELLIER

HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

PO26 : Apport des radionucléides dans le traçage des sources de sédiments d'un bassin versant minier de Nouvelle-Calédonie

Auteurs : V. Sellier (1), O. Evrard (2), O. Navratil (2), P. Laceby (3), M. Allenbach (4), I. Lefèvre (5)

1. Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE/IPSL), Unité Mixte de Recherche 8212 (CEA/CNRS/UVSQ), Université Paris-Saclay, Gif-sur-Yvette, France , Paris , France
2. Laboratoire Environnement-Ville-Société (UMR 5600), Université Lumière Lyon 2, Lyon, France, Lyon, France
3. Environmental Monitoring and Science Division (EMSD), Alberta Environment and Parks (AEP), 3115 – 12 Street NE, Calgary, Alberta (Canada), Alberta, Canada
4. Université de la Nouvelle-Calédonie, PPME-EA 332, BP R4, 98 800 Nouméa (Nouvelle-Calédonie), Noumea, Nouvelle-Calédonie
5. Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE/IPSL), Unité Mixte de Recherche 8212 (CEA/CNRS/UVSQ), Université Paris-Saclay, Gif-sur-Yvette, France , Paris, France

Résumé :

La Nouvelle-Calédonie présente une richesse souterraine exceptionnelle en nickel. Bien que l'exploitation de cette ressource ait contribué à la croissance économique de l'île, elle est aujourd'hui considérée comme le principal facteur de dégradation de son environnement. En effet, l'apport excessif de sédiments généré par l'érosion des sols des mines à ciel ouvert a fortement modifié la morphologie des cours d'eau et affecté les écosystèmes de l'île. La contribution des affluents miniers dans l'export total des sédiments transitant dans les hydrosystèmes néo-calédoniens est encore inconnue à ce jour. Or, pour guider la mise en place de mesures visant à réduire ces apports sédimentaires, il convient de discriminer ces matériaux des sédiments provenant des glissements de terrains, des zones de feux de forêts ou encore des zones où le couvert végétal a été dégradé par le pâturage des cervidés (contribution des affluents non-miniers). À cette fin, une étude de traçage sédimentaire qualifiée de fingerprinting a été menée sur le bassin versant de Thio (400 km²). Trois types de traceurs (radionucléides issus de retombées atmosphériques, radionucléides géogéniques, géochimie élémentaire) ont été testés pour modéliser les contributions sédimentaires des affluents miniers et nonminiers dans la rivière Thio sur deux événements cycloniques (2015 et 2017). Les résultats obtenus montrent que ce sont les radionucléides géogéniques qui offrent la meilleure discrimination des contributions des affluents miniers et non-miniers. Ces traceurs indiquent que 68 % (± 28 %) des apports sédimentaires générés par l'événement cyclonique de 2015 provenaient des affluents miniers tandis que pour l'événement cyclonique de 2017, leurs contributions s'élevaient à 86 % (± 7 %). Dans le futur, des études similaires devraient être menées dans d'autres bassins versants miniers de Nouvelle-Calédonie afin de permettre la mise en place de mesures limitant ces apports sédimentaires.



POSTER

RAFAEL RAMON

HYDROLOGIE, ÉROSION, SOL : NOUVELLES AVANCÉES

PO34 : Soil degradation due occupation of native grasslands by croplands in the Pampa biome – (Southern Brazil) and the impact on suspended sediment supply to the rivers

Authors: R. Ramon (1), O. Evrard (2), T. Tiecher (3), S. Huon (4), F. Bernardi (5), A. Augusto Marques Batista (6), T. Tiecher (7), V. Vaury (8), J. Minella (9)

1. PhD Student, UFRGS/LSCE, Porto Alegre, BRAZIL

2. Researcher, LSCE, Gif-sur-Yvette, FRANCE

3. Professor, UFRGS, Porto Alegre, BRAZIL

4. Professor, iEES Paris, Paris, FRANCE

5. PhD Student, UFSM, Santa Maria, BRAZIL

6. Undergraduate Student, IFFar, Alegrete, BRAZIL

7. Professor, IFFar, Porto Alegre, BRAZIL

8. Researcher, Sorbonne Université, Paris, FRANCE

9. Professor, UFSM, Santa Maria, BRAZIL

Abstract :

The conversion of the native grasslands of the Pampa biome, specifically the “Campos Sulinos” (Southern Brazil) into cropfields may increase soil erosion and land degradation. The conversion of natural grasslands, where C_4 plants predominate, to crops with C_3 plants, mainly soybean (*Glycine max*), tends to change the soil organic carbon (SOC) isotopic signature. This study aims to evaluate the impact of land use change on sediment supply to rivers by calculating the sediment contribution of each potential sediment source using organic matter properties as potential tracers in a sediment fingerprinting approach. The study site (Ibirapuitã river catchment – 5942 km²) is a representative catchment of the “Campos Sulinos” of the Pampa biome. Soil was sampled in representative areas of the potential sediment sources, which include surface (croplands, rice paddy fields and native grasslands) and subsurface (unpaved roads, stream banks and gullies) sources. Samples were taken from the soil surface layer in surface sources, as well as the top layer of exposed sites in subsurface sources with evidence of erosion occurring. Suspended sediment samples were collected using time-integrated samplers at the catchment’s outlet. Total organic carbon concentration (TOC), total nitrogen concentration (TN), $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$, were measured using a continuous flow C-N analyzer coupled with an isotope ratio mass spectrometry (EA-IRMS). The Kruskal Wallis H-test demonstrate that the difference between sediment source were significant for all variables ($p < 0.01$). The discriminant function analyses included all variables, showing that all of them contribute to the discrimination between the sediment sources, resulting in 57% of samples correctly classified. Paddy fields and croplands sources contribute with 48 and 13% to river sediment, respectively, while native grasslands contribute with only 2%, proving that land use change tends to increase soil erosion and sediment inputs to the river. cohortes d'échantillons.



POSTER

MIRANDE-NEY MIRANDE-NEY

L'ISOTOPIE, UNE CLÉ AU CŒUR DU VIVANT

PO24 : ¹³C-labelling for K effect on oil palm yield via photoassimilates pathways from leaves to fruits

Auteurs : C. Mirande-ney (1), G. Tcherkez (2), J. Ghashghaie (3), E. Lamade (1)

1. PERSYST, CIRAD, Montpellier, France

2. Research School of biology, Australian National University, Canberra, Australie

3. CNRS Laboratoire ESE UMR 8079, ESE, ORSAY, France

Résumé :

The positive effects of K⁺ fertilization on oil palm yield are well known for many years. However, they remain poorly predictable, mainly because of a lack of knowledge of underlying mechanisms. Recent studies on mineral nutrition trials, in Indonesia, showed the simultaneous occurrence of K⁺ and hexoses in heterotrophic tissue (Lamade et al. 2014) suggesting that in oil palm, K⁺ availability has an impact on sugar translocation and metabolism. Unfortunately, associated specific mechanisms are not known and furthermore, the effect this can have on other pathways (such as respiration) has not been characterized yet.

Still, understanding these mechanisms is crucial to anticipate the response of the various genotypes to potassium fertilization and how it can be modulated by photosynthesis.

The present study will be focused on the role of K⁺ as modulator of photosynthetic activity, transport of sugars, carbon allocation and fruit production. Recently, carbon allocation and sugar metabolism were examined using modelling based on natural isotope abundance in carbon-13 in total organic matter, sugars, lipids (Lamade et al., 2016). We suggest here to exploit this work so as to focus on the role of K⁺ in sugar partitioning from source to sink.

To do so, a ¹³CO₂ labeling experiment in a semi-closed system was realized on oil palm leaves submitted to different K availability (K0, without KCl application and K3, with 4.5 kg/tree/year) in Deli x La Mé and Deli x Yangambi crosses. In a preliminary study, carbon stable isotopes of leaflets organic matter were analyzed at different time after the labeling for the different replicates. Despite difficulties in the field (temperature and relative humidity too high in the chamber), ¹³C/¹²C signatures showed that ¹³C label was imprinted in δ¹³C bulk leaves.



POSTER

VICTOR BABIN

L'ISOTOPIE, UNE CLÉ AU CŒUR DU VIVANT

PO28 : Late Stage Radiolabeling of Linear Ureas with CO₂ : Application to Drugs Candidates

Authors: **V. Babin** (1)

1. SCBM LCM, CEA, Gif sur Yvette, FRANCE

Abstract :

Labeling of biomolecules with radioactive isotopes presents a high interest for the scientific community, as it strongly impacts the discovery process in life science and nuclear medicine. In this context, carbon plays a fundamental role due to its high abundance in human body. Long life β^- isotope carbon-14 (^{14}C , $t_{1/2} = 5730$ years) is paramount importance for the collection of biological data through ADMET studies, while short β^+ isotope carbon-11 (^{11}C , $t_{1/2} = 20$ min) is routinely employed for imaging studies in humans and primates.

Nowadays, traditional multi-step synthesis of [^{14}C]-labelled compounds generates high amounts of radioactive waste and are extremely demanding in terms of resources and sustainability. On the other hand carbon-11 is produced in limited amounts and necessitates fast and efficient reactions for its valorization in a radio-synthetic process.

In order to overcome such limitations, our group recently developed a Staudinger aza-Wittig cascade reaction using stoichiometric amounts of readily available [^{14}C]-CO₂, that allows a rapid and straightforward realization of different radio-labeled cyclic ureas, minimizing the generation of radioactive waste. Here we report our preliminary findings to target the radio-labeling of linear ureas, a scaffold widely found in pharmaceuticals.



POSTER

YANG XIA

L'ISOTOPIE, UNE CLÉ AU CŒUR DU VIVANT

PO29 : Impact of varying $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ratios in supplied N on C-isotope composition of leaf- and root-respired CO_2 and putative respiratory substrates in *Phaseolus vulgaris* L.

Authors: Y. Xia (1), F.-W. Badeck (2), C. Bathellier (3), C. Girardin (4), C. Fresneau (1), M. Faucon (1), K. Cosnier (1), J. Ghashghaie (1)

1. Ecologie Systématique Evolution, Université Paris-Sud, Paris-Saclay, CNRS, AgroParisTech, Orsay, FRANCE
2. Genomics research centre, Council for Agricultural Research and Economics (CREA- GPG), Fiorenzuola d'Arda (PC), ITALY
3. Ingenieur service, Elementar France, Lyon, FRANCE
4. INRA, UMR 1402, ECOSYS, AgroParisTech, Thiverval Grignon, FRANCE

Abstract :

Metabolic origin of the C-isotope composition of plant respired CO_2 has received increasing interest in the past years. However, the impact of anaplerotic C-fixation via PEPc (strongly linked with N assimilation) on respiratory fractionation is not elucidated yet. In order to better understand in which extent (i) the isotopic composition of putative respiratory substrates and respired CO_2 is affected by N-type nutrition in plants, and (ii) the anaplerotic pathway could explain isotope changes in leaves and roots under different N-type nutrition, bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants were grown with varying $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ratios in supplied N. The results showed that leaf-respired CO_2 was ^{13}C enriched under NO_3^- and became ^{13}C depleted with increasing amount of NH_4^+ in supplied N, while C-isotope composition of root-respired CO_2 remained unchanged across N-type gradient. Although, no particular change in C-isotope composition of individual metabolites was observed across N-type gradient, isotope compositions of respired CO_2 were positively correlated with that of total water soluble organic matter in leaves. We suggest that a higher amount of ^{13}C enriched C-pools fixed by PEPc through anaplerotic pathway contributed to respired CO_2 in leaves under NO_3^- nutrition. However, a similar effect in roots expected under NH_4^+ nutrition was masked because of a rather ^{13}C depleted C source (i.e. respired CO_2) for PEPc. The isotopic gap between malate and citrate was low and changed slightly across N-type gradient in both organs, malate being slightly ^{13}C enriched compared to citrate at high NO_3^- and vice versa, suggesting a higher contribution of anaplerotically fixed C to citrate pool in bean. Double labelling experiments (^{13}C and ^{15}N) are needed for better understanding the impact of metabolic plasticity of TCA on isotopic gap between malate and citrate and on C-isotope composition of respired CO_2 in different species under varying N-type nutrition.



POSTER

ILLA TEA

L'ISOTOPIE, UNE CLÉ AU CŒUR DU VIVANT

PO32 : Exploration d'un nouveau type de marqueur dans le cancer du poumon : l'abondance naturelle en isotopes stables carbone-13 et azote-15

Authors: I. Tea (1), S. Renou (2), A-M. Schiphorst (3), J. Hureauux (4), G. Tcherkez (5)

1. Université de Nantes, CEISAM UMR CNRS n° 6230 UFR Sciences et Techniques 2 rue de la Houssinière - BP 92208 44322 NANTES Cedex 3, NANTES, FRANCE
2. Université de Nantes, CEISAM UMR CNRS n° 6230 UFR Sciences et Techniques 2 rue de la Houssinière - BP 92208 44322 NANTES Cedex 3, Nantes, FRANCE
3. , CEISAM UMR CNRS n° 6230 UFR Sciences et Techniques 2 rue de la Houssinière - BP 92208 44322 NANTES Cedex 3, NANTES, FRANCE
4. CHU Angers, Pneumologie et oncologie thoracique, Pôle Hippocrate, Inserm U1066/CNRS 6021, Centre Hospitalier Universitaire, 4, rue Larrey, 49 933 Angers Cedex 9, Angers, FRANCE
5. Australian National University-ANU, Research School of Biology, The Australian National University, Canberra 2601 ACT, Australia, Canberra, AUSTRALIA

Abstract :

Le cancer du poumon (CP) est un des cancers les plus meurtriers, causant 40000 décès chaque année en France. Afin de réduire cette mortalité, il est essentiel que le diagnostic soit moins tardif. Jusqu'à maintenant, aucun test sanguin génétique ou protéique s'est révélé totalement fiable et applicable cliniquement. Ici, on se propose d'utiliser une technique innovante, exploitant l'abondance naturelle en isotopes stables ^{13}C et ^{15}N . En effet, la différence de métabolisme entre cellules tumorales et saines conduit à une différence de redistribution naturelle des isotopes. Les applications des isotopes au métabolisme existent depuis longtemps chez les plantes, mais sont quasi inexistantes en médecine. Une signature isotopique naturelle ^{13}C et ^{15}N globale (tissu dans son ensemble) des tumeurs broncho-pulmonaires en comparaison avec du tissu sain a été déterminée sur une paire (tissu adjascent/cancéreux) provenant de 35 patients avec un cancer type adénocarcinome (n=25) et des carcinomes épidermoïdes (n=10). Les résultats montrent que les compositions isotopiques en ^{15}N et ^{13}C et le %N sont plus pauvres dans les tissus tumoraux que dans les tissus sains, plus particulièrement chez les patients atteints d'adénocarcinome. Ces changements sont le reflet d'une modification du métabolisme primaire des cellules cancéreuses comme le montre les modifications du profil isotopique en ^{13}C de l'alanine, la glycine, la valine, la leucine + Isoleucine, la proline, l'asparagine, la méthionine, la sérine, la glutamine, la phénylalanine et en ^{15}N pour l'aspartate, la glutamine, la phénylalanine, la lysine + tyrosine, l'arginine, observées dans les tissus des patients atteints du CP et dans les plasmas de volontaires sains. Ces premiers résultats sont très prometteurs pour la découverte d'un nouveau type de marqueur plasmatique du CP et l'impact médical est l'ouverture à des essais cliniques à grandes cohortes d'échantillons.



POSTER

FRANZ-WERNER BADECK

L'ISOTOPIE, UNE CLÉ AU CŒUR DU VIVANT

PO33 : Grain $\delta^{13}\text{C}$ in five years of barley cultivation

Authors : F.-Werner Badeck (1), J. Ghashghaie (2), S. Afshari-Behbahanzadeh (3), D. Pagani (4), F. Rizza (1)

1. CREA-GB, Research Centre for Genomics and Bioinformatics, Fiorenzuola d'Arda, ITALY
2. Ecologie, Systématique et Evolution, Université Paris-Sud, CNRS, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, Orsay, FRANCE
3. Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Aburaihan, University of Tehran, Tehran, IRAN, ISLAMIC REPUBLIC
4. CREA-GB, Research Centre for Genomics and Bioinformatics, Fiorenzuola d'Arda, ITALY

Abstract :

The isotopic signature of carbon in the grains of 30 barley varieties cultivated in 5 successive agronomic years at Fiorenzuola d'Arda in Northern Italy were analyzed. Yearly average grain $\delta^{13}\text{C}$ varied between -25.73 and -28.00 ‰ and were significantly different between all years. Grain $\delta^{13}\text{C}$ was negatively correlated with grain yield in four of the five years (significantly in three of the four years) and was positively correlated with grain yield in the remaining year. A high interaction between variety and agronomic year in determining grain $\delta^{13}\text{C}$ indicated relevant changes in the ranking of varieties for grain $\delta^{13}\text{C}$ between years. We will present results on the climatic characteristics of the years with different grain $\delta^{13}\text{C}$ and correlations between grain $\delta^{13}\text{C}$ and grain yield and discuss the relevance of the results for the use of grain $\delta^{13}\text{C}$ in breeding approaches.

Nous avons analysé la composition isotopique du carbone des graines de 30 variétés d'orge cultivées en cinq années agronomiques successives à Fiorenzuola d'Arda au Nord d'Italie. Le $\delta^{13}\text{C}$ moyen des graines variait entre -25.73 et -28.00 ‰ et était significativement différent entre années.

Le $\delta^{13}\text{C}$ corrélait négativement avec le rendement en graines dans quatre des cinq années (significativement dans trois des quatre années) et positivement avec le rendement en graines dans l'année restante. Une interaction élevée entre variétés et année agronomique pour le $\delta^{13}\text{C}$ des graines indiquait des changements pertinents du classement des variétés par rapport au $\delta^{13}\text{C}$ entre années. Nous allons présenter les caractéristiques climatiques des années avec différent $\delta^{13}\text{C}$ des graines et les corrélations entre $\delta^{13}\text{C}$ des graines et rendement en graines. Enfin nous allons discuter la pertinence de ces résultats pour l'application des mesures de $\delta^{13}\text{C}$ pour la sélection de nouvelles variétés et en ^{15}N pour l'aspartate, la glutamine, la phénylalanine, la lysine + tyrosine, l'arginine, observées dans les tissus des patients atteints du CP et dans les plasmas de volontaires sains. Ces premiers résultats sont très prometteurs pour la découverte d'un nouveau type de marqueur plasmatique du CP et l'impact médical est l'ouverture à des essais cliniques à grandes cohortes d'échantillons.



POSTER

MARCEAU LECASBLE

LES GRANDES ÉCHELLES DE TEMPS : COSMOCHIMIE ET DYNAMIQUE TERRESTRE

PO06 : Impact de l'hydrothermalisme astéroïdal sur l'évolution des isotopes du carbone et de l'hydrogène de la matière organique extraterrestre

Auteurs : M. Lecasble (1)

1. IMPMC, Sorbonne Université, Paris, France

Résumé :

Les astéroïdes carbonés contiennent une grande quantité d'eau et de matière organique (jusqu'à 4% en poids). Durant des épisodes d'altération hydrothermale sur ces corps, de l'eau liquide circule entraînant la modification de ses constituants. Les minéraux sont impactés, engendrant la formation de phases secondaires tels que des phyllosilicates ou des oxydes. Les composés organiques, dont la composition isotopique permet de tracer leur origine, sont eux aussi probablement altérés. Lors des épisodes hydrothermaux, certaines molécules peuvent réagir et voir leur composition isotopique se modifier. L'impact de l'hydrothermalisme sur les compositions chimique et isotopique des molécules organiques reste mal contraint. C'est pourquoi nous avons effectué des expériences d'altération hydrothermale sur des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), composés représentatifs du milieu interstellaire et présents dans les chondrites carbonées. Nous avons soumis trois d'entre eux (naphtalène, phénanthrène et pyrène) aux conditions hydrothermales astéroïdales (150 °C) pendant 2, 16 et 64 jours. Les expériences ont été conduites en présence de minéraux typiques de la matrice des chondrites : fer métal, oxydes de fer, pyrite, olivine et saponite. Les espèces organiques ont été caractérisées par chromatographie en phase gazeuse avec un détecteur à ionisation de flamme ou couplée à un spectromètre de masse isotopique.

Cette dernière technique permet de mesurer les compositions isotopiques du C et de l'H de chaque molécule. Cela apporte une information sur l'influence des minéraux, de la structure des molécules et de la cinétique des réactions sur les échanges isotopiques. Cette approche expérimentale est primordiale pour contraindre l'amplitude de l'altération hydrothermale du corps parent afin de remonter aux conditions régnautes avant son accréation et de proposer une origine à la matière organique des chondrites.



POSTER

ÉMILIE THOMASSOT

LES GRANDES ÉCHELLES DE TEMPS : COSMOCHIMIE ET DYNAMIQUE TERRESTRE

PO35 : Large Oxygen and hafnium isotopic variations in zircon from the Saglek Block (North Atlantic Craton) document reworking of mature supracrustal rocks as early as 3.5 Ga.

Authors: E. Thomassot (1), A. Vezinet, G. Pearson

1. Université de Lorraine, FRANCE

Abstract :

For the last 60 years, whole-rock isotope geochemistry has provided benchmark results that have shed light on Earth's evolution. With improvements in analytical resolution, those results have been complemented by spatially resolved information extracted from accessory mineral phases, predominantly zircon. Many of the results recovered from the two approaches on early Earth materials are hard to reconcile. While isotope signatures (e.g. Sm/Nd or Lu/Hf) obtained from whole-rock protocols indicate extensive chemical differentiation of the mantle before 3.6 Ga, those from spatially resolved analysis of individual minerals point toward much less dramatic differentiation, with the majority of crystal domains having sub-chondritic compositions.

To investigate likely reasons for the observed discrepancies between whole-rock and mineral data, here we present a coupled trace element and U–Pb/Hf/O isotope dataset for ca. 3.86 zircon from an early TTG component of the Saglek Block (North Atlantic Craton), for which whole-rock isotopic data have been published.

Lead isotope show 3 distinct zircon crystallization events: (1) an Eoarchean event at ca 3.86 Ga; (2) an early Paleoproterozoic metamorphic event at ca. 3.5 Ga, and (3) a Neoproterozoic event (ca. 2.75 Ga) with zircon domains showing complex zoned overgrowths.

Oldest domains display mantle-like $\delta^{18}\text{O}$ ($+4.9 \pm 0.2\%$ to $+6.8.0 \pm 0.2\%$, $n=30$) while Paleoproterozoic metamorphic domains have sub-chondritic ϵ_{Hf} and $\delta^{18}\text{O}$ values up to $+9\%$, clearly related to a mature supracrustal precursors involved in the reworking of 3.86 Ga crust at ca. 3.5 Ga.

Youngest domains (ca. 2.8-2.7 Ga) display heterogeneous Hf-signature from -23 to -5 ϵ -units with homogeneous $\delta^{18}\text{O}$ of $+6.7 \pm 0.1\%$ ($n=7$).

These results show that large isotopic heterogeneities are preserved at the grain scale. In the light of these intra-sample heterogeneities we will discuss the potential consequences for whole-rock isochrones interpretation.



POSTER

HUGO JAEGLER

LES ISOTOPES : DE FORMIDABLES OUTILS DE TRAÇAGE

PO05 : Exploring uranium minor isotopes (U-233, U-236) as a new tracer to highlight uranium contamination downstream former uranium mine sites

Auteurs : H. Jaegler (1), A. Gourgiotis (1), A. Mangeret (1), P. Blanchart (1), G. Morin (2), K. Hain (3), P. Steier (3), R. Golser (3), C. Cazala (1)

1. Environnement, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, France
2. Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie, Paris, France
3. , University of Vienna, Faculty of Physics, Isotope Research and Nuclear Physics, Vienna Environmental Research Accelerator, Vienna, Autriche

Résumé :

Uranium (U) is naturally occurring in the environment and its concentration ranges between 1 to 10 mg/kg. In the vicinity of former uranium mines, these concentrations can increase by several orders of magnitude, due to U remobilisation from mill tailings and waste rocks. However, high U concentrations have also been observed in sediments and soils in areas not influenced by U mining activities. Therefore, identifying U origin in the vicinity of former U mines is a key element for assessment of uranium mining waste management strategies.

Natural processes like the alpha recoil effect and isotope fractionation limit the use of $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ and $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ isotope ratios as fingerprints to identify the U origin. In this work, the use of natural U minor isotopes was explored. The $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ ratio of the geochemical background is estimated to be around 10^{-14} . On the contrary, in U ore, the higher neutron flux leads to a significant production of ^{236}U by activation of ^{235}U . Consequently, uranium ores show a $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ isotope ratios ranging between 10^{-12} and 10^{-10} . However, ^{236}U has also been released in the environment by atmospheric nuclear weapon tests. This anthropogenic input in the environment increased the $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ ratio of the geochemical background at levels close to U ore signature, thus limiting the use of this ratio as a fingerprint. Furthermore, natural ^{238}U concentration variations can also induce fluctuation of the $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ isotope ratios. Therefore, we investigated the use of environmental ^{233}U . In nature, the main production process of ^{233}U is by neutron activation of ^{232}Th . The resultant $^{233}\text{U}/^{236}\text{U}$ isotope ratios are about 10^4 . The main origin of ^{233}U in the environment is global fallout from the atmospheric nuclear weapon tests with a typical $^{233}\text{U}/^{236}\text{U}$ isotope ratio of 10^{-2} . This isotopic "contrast" between global fallout and U ores makes the $^{233}\text{U}/^{236}\text{U}$ ratio a potential fingerprint to highlight U contamination of the environment by mining and milling activities.



POSTER

PASCAL FLAMENT

LES ISOTOPES : DE FORMIDABLES OUTILS DE TRAÇAGE

PO10 : Iron solubility and isotope fractionation of industrial particles during simulated cloud processing

Auteurs : D. Santos Mulholland (1), P. Flament (2), J. de Jong (3), N. Mattielli (3), K. Deboudt (2)

1. Departamento de Química Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, Brésil
2. Laboratoire de Physico-Chimie de l'Atmosphère, Université du Littoral-Côte d'Opale, Dunkerque, France
3. Laboratoire G-Time, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique

Résumé :

Iron (Fe) is a key nutrient for marine phytoplankton, and low dissolved Fe concentrations in seawater limits primary production in about a third of the world ocean surface. Anthropogenic aerosols (biomass burning, industry and traffic emissions) are now recognized as potential Fe fertilizers for the ocean. The Fe solubility in aerosols is increased through in-cloud processes taking place throughout the lifetime of airborne particles. Iron isotopes are known to fractionate through kinetic and equilibrium effects in low temperature environments and therefore might be a prominent tool to better understand the aqueous-solid phase reactions between atmospheric Fe-bearing particles and cloud water. We investigate changes in Fe solubility and isotopic composition of industrial ash during simulated cloud processing, to contribute for a better understanding of in-cloud chemical processes during atmospheric transport of Fe aerosols and helping tracking potential sources of these particles.

Experiments were performed using solutions that mimic chemical compositions of cloud water. After a careful literature data compilation, we choose to run our experiments for 120 min max., at room temperature, under continuous irradiation with a solar simulator. Iron contents in leachate solutions were analysed by ICP-OES and Fe isotope analyses were conducted on a Nu Plasma II MC-ICP-MS, using standard-sample bracketing and external normalization (Ni) for corrections of the instrumental drift and mass bias.

Measurements show Fe solubilities up to 6-7 wt.% after 2 hours of contact with cloud water, at least twice the solubilities reported in literature for mineral dust. $\delta^{56}\text{Fe}/\text{IRMM-014}$ results for leachates indicate variable extents of fractionation relative to unprocessed particles, with a systematic preferential enrichment in light isotopes in the early-stage of dissolution. This reflects an influence of superimposed fractionation processes related to proton-promoted, ligand-controlled and reductive dissolution.



POSTER

NAGHAM TABAJA

VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET RECONSTITUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS

PO14 : Monumental olive and cedar trees of Lebanon: lessons from the past for the future

Auteurs : N. Tabaja (1), L. Chalak (2), D. Amouroux (3), D. Bosch (4), M. El Riachy (5), F. Fourel (6), I. Jomaa (7), J. Ruelle (8), R. Touchan (9), I. Bentaleb (1)

1. Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier (ISEM) UMR 5554, Montpellier University, Montpellier, France
2. Faculté d'Agronomie, Département de Production Végétale (ULFA), Lebanese University, Beirut, Liban
3. CNRS, University of Pau and Pays de l'Adour, pau, France
4. Geoscience Montpellier UMR 5243 (GM), Montpellier University, Montpellier, France
5. Département de l'Olivier, Institut de Recherches Agronomiques du Liban (IRAL), Zahle, Liban
6. Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés, UMR CNRS 5023 (LEHNA), Université Lyon 1, Villeurbanne, France
7. Département d'Agrométéorologie, Institut de Recherches Agronomiques du Liban (IRAL), Zahle, Liban
8. INRA, Forest Resources Research Laboratory (LRFoB), Nancy, France
9. Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson, Etats-Unis

Résumé :

Dendrochronology is used in dating events and studying environmental and climatic changes throughout previous periods, and is accomplished through a comparative study between growth rings related to the tree and aged wood. The analysis of tree species reaction to environmental condition changes is an important issue, considering global changes taking place. Among the Mediterranean vegetation, olive trees (*Olea europaea* L.) and cedar trees (*Cedrus libani* A. Rich.), are significant symbols of the Mediterranean basin, with the former considered among the oldest trees in the world. Historical cultures, like Phoenicians, Etruscans, Greeks and Romans, have helped spread olive trees around the region. In Lebanon, monumental olive trees, as well as cedar trees, have continued to survive at diverse altitudes, which not only stands as a testament to the long history of these trees in the country, but also serves as an important socio-economic role. Here we present our methodology developed in the frame of a PhD focusing on olive and cedar trees. In this study, two ancient olive groves are selected, Bchaaleh village (1300m-North), Kawkaba (672m- South), and one site of cedar trees, Maasser El-Shouf (1700m-Mount Lebanon). Multiple proxies are used; stable isotopes of carbon, nitrogen, oxygen and hydrogen will assess the past climatic and environmental changes, x-ray microdensitometry will help assess the width and periodic structure of tree rings, C-14 dating will help match the ages to the different used proxies, and measurements of dendro-isotopy will assist to reconstruct the dynamics of climatic and environmental conditions recorded by trees, which will clarify the resilience of these trees, having endured various climatic and environmental shocks. The study of olive tree rings in Lebanon will be used to identify the age of the ancient olive trees in relation to genetics, and circumstances faced by olive trees such as temperature, precipitation, drought, heavy weather changes and other aspects.



POSTER

MARINE CANESI

VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET RECONSTITUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS

PO21 : SST reconstructions from elemental geochemistry of tropical corals

Auteurs : M. Canesi (1), E. Douville (1), S. Reynaud (2), S. Caquineau (3), L. Bordier (1), P. Montagna (4), G. Iwankow (5), D. Allemand (2)

1. LSCE, UVSQ - CEA, Gif sur Yvette , France
2. Centre Scientifique de Monaco, Centre Scientifique de Monaco, Monaco, Monaco
3. LOCEAN, IRD, Bondy, France
4. Istituto di Scienze Marine, CRS, Bologna, Italie
5. CRIOBE , CNRS-EPHE-UPVD, Perpignan, France

Résumé :

Li/Mg, Sr/Ca and multiproxy SST-calibrations

The evaluation of SST-proxy precision and accuracy in calcifying organisms is essential to reconstruct past reliable variabilities of the sea surface temperature (SST) and to better understand the interactions between shallow oceans and the Climate. Many studies have shown the potential of both separate [1, 2] and most recently, combined [3] Sr/Ca and Li/Mg ratios in corals. In this study, new SST-multi-proxy calibrations based on the 40 *Porites* sp. and 6 *Diploastrea* sp. living coral colonies collected during the Tara-Pacific expedition (2016-2018) have been compared. As first observations, multielement calibrations seem improve the suitability of SST reconstructions. The potential effects of extension rates and the presence of calcite on these results have been evaluated.

Palau SST reconstructions over the last century The SST changes have been reconstructed and compared from trace element analysis of *Porites* sp. and *Diploastrea* sp. colonies collected at the same location in Palau, using the SST-calibrations developed in this study. Over the last century, the inter-annual reconstructed SST from both genera in Palau are consistent with those of the databases (NOAA). Recent warm SST peaks inferred from the geochemical proxies coincide with strong El Niño events in Palau.

Nevertheless, depending on proxy or genus considered, differences remain in both long-term trends and amplitudes of temperature change.

[1] Corrège et al. (2006) [2] Montagna et al. (2014)

[3] Zinke et al. (2019)



POSTER

PIERRE CADEAU

VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET RECONSTITUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS

PO22 : Sulfur isotope systematics in a modern analogue of Precambrian environments

Auteurs : P. Cadeau (1), P. Cartigny (2), D. Jezequel (3), G. Sarazin (3), C. Leboulanger (4), M. Ader (1)

1. Géochimie des Isotopes Stables, Institut de Physique du Globe de Paris, Paris, France

2. GIS, Institut de Physique du Globe de Paris, Paris, France

3. Biogéochimie environnementale, Institut de Physique du Globe de Paris, Paris, France

4. IRD, UMR MARBEC, Sète, France

Résumé :

Sulfur isotope systematics of the sedimentary rock record is commonly used to reconstruct the evolution of redox state during the Precambrian, to identify the main S-metabolizing organisms and/or to constrain the cycle of oceanic sulfate. Yet, these interpretations often remain ambiguous, especially when only based on sedimentary $\delta^{34}\text{S}$ values and their secular variations. To gain more insights into the processes controlling sedimentary $\delta^{34}\text{S}$ values we present here $\delta^{34}\text{S}$ results from the Dziani Dzaha Lake located on Mayotte Island (Indian Ocean, France), a new sulfatepoor modern analog of Precambrian oceans.

This saline and alkaline tropical volcanic crater lake presents a unique combination of analogies with some Precambrian environments: water column is permanently anoxic in depth (below 1.5 meter) in spite of seasonal mixing; biomass is mainly dominated by prokaryotes; and several kinds of microbialites and carbonate-rich sediments are found. Sulfate concentration is close to 3 mM, except below the chemocline during stratified seasons when it drops to zero while sulphide concentration increase sometimes reaching 6 mM. Compared to the sulfate concentration of the ocean (28 mM), from which the lake water originates, sulfate has thus been strongly depleted.

The $\delta^{34}\text{S}$ values of sulfate and sulfide in the water column are close to 33.5‰ and 37‰, respectively. The high $\delta^{34}\text{S}$ value of sulfate compared to that of the ocean (21‰) can be interpreted in terms of bacterial sulfate reduction (BSR) and sulfide burial over time, assuming a low apparent fractionation factor of 5‰ for BSR. This is compatible with the fact that, at present, the $\delta^{34}\text{S}$ value of H_2S is slightly more positive than that of sulphate. This is unexpected and remains to be further understood, but would be compatible with the idea that the sulfate reservoir is often exhausted and regenerated by sulfide oxidation during stratified seasons, preventing the expression of the isotope fractionation associated with BSR.



POSTER

IVAN JOVOVIC

VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET RECONSTITUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS

PO23 : De marin à euxinique : la sulfureuse histoire du lac Dziani

Auteurs : I. Jovovic (1), V. Grossi (1), P. Adam (2), M. Ader (3), F. Gelin (4), L. Simon (5), I. Antheaume (1), P. Cartigny (3)

1. Équipe de Géochimie Organique, LGLTPE, Lyon, France
2. Équipe de Biogéochimie Moléculaire, Institut de Chimie, Strasbourg, France
3. Équipe de Géochimie des Isotopes Stables, IPGP, Paris, France
4. Chef de projet R&D, TOTAL E&P, Pau, France
5. Équipe d'Écologie Isotopique, LEHNA, Lyon, France

Résumé :

Au coeur des cycles biogéochimiques, le soufre est un élément-clé pour comprendre les processus de mise en place, préservation et diagénèse des roches sédimentaires. Le lac Dziani Dzaha (Mayotte) est un candidat actuel pour étudier ces processus : initialement rempli par de l'eau de mer (il y a environ 7000 ans), ce maar en est aujourd'hui isolé et présente une colonne d'eau stratifiée hypersalée, majoritairement anoxique, pauvre en sulfates et riche en H_2S (3-7 mM), où la production primaire est dominée par les cyanobactéries. Ces caractéristiques en font un analogue de choix pour mieux comprendre non seulement les océans Protérozoïques, mais également certaines roches-mères pétrolières.

En nous appuyant sur des techniques classiques de distillation du soufre, nous avons mis au point une nouvelle méthode permettant une analyse multi-isotopique et séparée des sulfures, des sulfates, du soufre élémentaire et du soufre organique au sein d'un même échantillon. Cette approche nous a permis de confirmer une signature initiale marine du lac Dziani, ainsi que d'identifier sa fermeture. Mais nous avons également caractérisé une transition brutale de ce système vers son fonctionnement actuel, marqué notamment par des appauvrissements de 30 % en ^{34}S du soufre organique par rapport à la pyrite, inédits dans la littérature. Nous associons ces fractionnements à une sulfuration extrêmement précoce de la matière organique, qui permettrait de réinterpréter certains modèles de la littérature.



POSTER

CHARLOTTE PRUD'HOMME

VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET RECONSTITUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS

PO27 : Aridification of Central Asia during the Plio-Pleistocene transition: evidence from the Charyn Canyon sequence, Kazakhstan

Authors: C. Prud'homme (1), G. Scardia (2), H. Vonhof (3), D. Guinoiseau (4), S. J.G Galer (3), J. Fiebig (5), D. Bajnai (5), S. Nigmatova (6), K. Fitzsimmons (1)

1. Research group for Terrestrial Palaeoclimates, Max Planck Institute for Chemistry, Mainz, GERMANY
2. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, BRAZIL
3. Department of Climate Geochemistry, Max Planck Institute for Chemistry, Mainz, GERMANY
4. External envelopes geochemistry, Institut de Physique du Globe de Paris, Paris, FRANCE
5. Institute of Geosciences, Goethe-Universität Frankfurt, Frankfurt am Main, GERMANY
6. Institute of Geological Sciences K. Satpaeva, Ministry of Education and Science of Kazakhstan, Almaty, KAZAKHSTAN

Abstract :

Continuous terrestrial records of palaeoclimate over long timescales extending to the Pliocene are rare, and still more so in transition zones between major climatic subsystems such as Central Asia. Charyn Canyon, located in the Ili Basin of southeast Kazakhstan, provides one such archive. Its location lies between the polar front to the north, the Asian monsoon systems to the south and the mid-latitude westerlies. The Charyn sedimentary succession is an 80-m thick exposure of alternating fluvial, alluvial, and loess deposits. Loess thickness increases upwards, suggesting a long-term trend of aridification in this part of Central Asia.

Here we provide high resolution palaeoenvironmental change over the late Cenozoic, which spans ca. 5-1.5 Ma based on coupled palaeomagnetic and U-Pb datings. Magnetic susceptibility and grain size data provide additional chronostratigraphic information. Strontium isotopes on selected pedogenic carbonates were performed to track the origin of the calcium. Stable oxygen and carbon isotopes, including clumped isotope analysis, are used to reconstruct quantitative palaeoclimatic parameters and variability down the sequence. Our combined proxy data approach in the Charyn Canyon sequence enables us to better understand climate system dynamics in arid Central Asia during the late Cenozoic.



INFORMATIONS GÉNÉRALES

ACCÈS À PARIS-SUD (CAMPUS DE LA VALLÉE) :

L'Université de Paris Sud est très facile d'accès depuis l'ensemble du territoire français, que ce soit en train (gare de Massy-TGV pour l'Ouest et le Sud-Est), RER B pour rallier les autres gares parisiennes et l'aéroport d'Orly.

SE TRANSPORTER VERS PARIS-SUD :

L'Université de Paris-Sud, Campus d'Orsay, est accessible par la Ligne B du RER (descendre à la Station "ORSAY-VILLE"). Direction Saint-Rémy les Chevreuses (depuis Paris).

Pour accéder à l'Université, passer sous le passage piéton, descendre vers l'Yvette, puis tourner à gauche vers le poste de garde de l'Université.

La ligne B du RER :



Les horaires :

www.transilien.com/lignes/rer-trains/rer-B

www.transilien.com/fr/les-fiches-horaires

www.u-psud.fr/fr/acces.html?search-keywords=plan%20site%20Orsay



INFORMATIONS GÉNÉRALES

ADRESSE DE LA CONFÉRENCE :

Lieu:

La conférence se tiendra au Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (LAL), Bâtiment 200, Campus de l'UFR d'Orsay, Université Paris-Sud/Paris-Saclay, 91405 Orsay.

Itinéraire:

Passer sous le passage piéton du RER. Descendre vers l'Yvette, puis tourner à gauche vers le poste de garde de l'Université. Suivre la route principale jusqu'au Bâtiment 200.

Prévoir environ 10-15 minutes de marche entre le RER et le Bâtiment 200.



HEURES DE LA CONFÉRENCE :

Les heures d'accès au LAL sont : 9:00 à 17:00

WIFI :

Au bâtiment 200, vous pourrez également vous connecter en utilisant "Eduoram" si vous possédez un identifiant.

BAGDES :

Pour des raisons de sécurité, tous les participants sont priés de porter leur badge sur le campus d'Orsay et sur le site du LAL ou de l'ICMMO.

POSTERS :

Les posters devront être affichés le mercredi matin (13/11) et retirés des grilles le vendredi matin (15/11). Vous trouverez le numéro du poster dans le book.

COCKTAIL DE BIENVENUE :

Le cocktail aura lieu au LAL (Bâtiment 200) de 17:15 à 20:00.



INFORMATIONS GÉNÉRALES

SHORT COURSES :

Lieu :

Les short courses se dérouleront à l'ICMMO (Bâtiment 410, Salles 21 et 22, au 1er étage, accès par l'escalier extérieur sur le coté est) de 13:45 à 17:00.

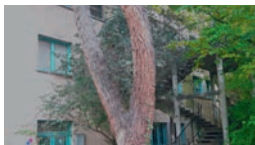
Itinéraire :

Sortir du Bâtiment 200 et prendre la première route à gauche (Route montante, passage sur le pont enjambant l'Yvette, arrivé en haut de la route, vous serez face au Bâtiment 410 (voir photo). Prenez à droite en longeant le bâtiment sur 100 m, puis tourner à gauche. Vous êtes arrivé(e)s ! (Coté est du bâtiment, RDC).

Prévoir environs 10-15 minutes de marche entre le Bâtiment 200 et 410.



Bât. 410: Entrée principale,
vue de face



Bât. 410: Entrée est,
escalier extérieur



Salles et programme :

Salle 21 : "La métrologie, les propagations d'erreur, les calculs derrière les logiciels"

Salle 22 : "Les techniques de mesure, leurs applications et limites"

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE LA SFIS :

Lieu :

L'assemblée Générale de la SFIS se déroulera également à l'ICMMO de 16:45 à 20:00 heure, (Bâtiment 410, Salle Olivier Khan au RDC, accès par le coté est, voir photos ci-dessus).

ITINÉRAIRE :

Sortir du Bâtiment 200 et prendre la première route à gauche (Route montante, passage sur le pont enjambant l'Yvette, arrivé en haut de la route, vous serez face au Bâtiment 410 (voir photo). Prenez à droite en longeant le bâtiment sur 100 m, puis tourner à gauche. Vous êtes arrivé(e)s ! (Coté est du bâtiment, RDC).

Prévoir environs 10-15 minutes de marche entre le Bâtiment 200 et 410.



LA SFIS REMERCIE TOUS SES PARTENAIRES

Partenaires GOLD :



ThermoFisher
SCIENTIFIC

Partenaires SILVER :



Autres Partenaires :



Soutiens Institutionnels :



Organisation générale - MCO Congrès : +33(0)4 95 09 38 00
Information & Registration : audrey.soulier@mcocongres.com
Sponsorship & Exhibition opportunities : celine.burel@mcocongres.com