

PROPOSITION D'UN PROJET DE THÈSE A L'ÉCOLE DOCTORALE « Végétal, Animal, Aliment, Mer, Environnement »

INFORMATIONS GÉNÉRALES

<p>Titre de la thèse : (F) Incorporation du soufre dans les coquilles de foraminifères afin de découvrir la chimie passée des carbonates océaniques (SHERLOCK) (GB) Sulfur incorporation in foraminiferal shells to unlock past ocean carbonate chemistry (SHERLOCK)</p>
<p>Acronyme : SHERLOCK</p>
<p>Discipline de recherche 1 : Géosciences marines, Paléoclimatologie, Paléoenvironnement Discipline de recherche 2 : Géochimie et cycle biogéochimique</p>
<p>Trois mots-clés : (F) Foraminifères, acidification des océans, chimie des carbonates (GB) Foraminifera, ocean acidification, carbonate chemistry</p>
<p>Etablissement d'inscription : Université d'Angers</p>
<p>Unité d'accueil : UMR 6112, LPG</p>
<p>Nom, prénom du directrice de thèse (HDR indispensable) : Geslin Emmanuelle Adresse courriel : emmanuelle.geslin@univ-angers.fr Nom, prénom du co-encadrante de thèse 1 : van Dijk Inge Adresse courriel : inge.vandijk@univ-angers.fr Nom, prénom du co-encadrante de thèse 2 : Barras Christine Adresse courriel : christine.barras@univ-angers.fr</p>
<p>Contact(s) (adresse postale) : Faculté des Sciences, Université d'Angers, 2 Bd Lavoisier, 49 045 Angers cedex</p>
<p>Mode de recrutement (cf. Guide du recrutement) Le mode de recrutement du-de la doctorante dépend de la nature du financement du projet de thèse.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Concours (CDE)</p> <p><input type="checkbox"/> Entretien (préciser dates ouverture/ fermeture) :</p> <p><input type="checkbox"/> Autre (précisez) :</p>

DESCRIPTION SCIENTIFIQUE DU PROJET DE THÈSE

Contexte socio-économique et scientifique : (10 lignes)

La composition chimique de la coquille des foraminifères reflète la composition de l'eau de mer qui varie en fonction des paramètres physico-chimiques du milieu. La répartition cosmopolite des foraminifères, leur grand potentiel de préservation et leur abondance dans les archives océaniques font de ces organismes le candidat idéal pour reconstruire le climat passé dans les temps profonds. Actuellement, le développement et l'application de proxies biogéochimiques visent à déterminer l'évolution du cycle du carbone passé, ce qui est essentiel pour comprendre la réactivité du climat dans le passé et dans le futur aux vues des émissions de CO₂ atmosphérique. Afin de reconstituer le système de carbone inorganique marin, il est nécessaire de tracer deux paramètres du système des carbonates or les proxies actuels ciblent uniquement le pH. Le but de cette thèse sera de développer et calibrer un nouvel outil géochimique de caractérisation du système des carbonates.

Hypothèses et questions scientifiques (8 lignes)

Pour compléter les proxies de pH existant, un autre proxy fiable et indépendant du pH est nécessaire pour reconstruire le système complet des carbonates. Nous proposons de développer (calibrer, valider et appliquer) un proxy basé sur l'incorporation du soufre dans les coquilles de foraminifères, en tant que nouvel indicateur de la concentration en ions carbonates [CO₃²⁻]. On émet l'hypothèse que le SO₄²⁻ dans l'eau de mer est la seule source de soufre (S) dans le carbonate biogénique et que les valeurs S/Ca des foraminifères changent en fonction de la [CO₃²⁻] en raison de la substitution du SO₄²⁻ par le CO₃²⁻ dans le réseau cristallin. Le ratio SO₄/CO₃ dans l'eau de mer peut être reconstituer par le ratio S/Ca des foraminifères par mesures ICP-MS. Des calibrations en conditions contrôlées sont nécessaires sur diverses espèces de foraminifères.

Principales étapes de la thèse et démarche (10-12 lignes)

Pour relever les défis liés à l'application du proxy S/Ca comme traceur du [CO₃²⁻], trois approches principales seront explorées durant la thèse :

A) Expériences sous conditions contrôlées en laboratoire pour étudier l'incorporation du Soufre dans la coquille des foraminifères : « S/Ca proxy development »

A1 : Quel est l'effet des différents paramètres environnementaux (ex. pH, [CO₃²⁻], [SO₄²⁻] dans l'eau de mer) sur le rapport S/Ca de la calcite des foraminifères étudiés ?

A2 : Comment le soufre est-il incorporé dans la coquille du foraminifère ?

B) Validation des données de laboratoire sur les échantillons actuels de terrain « field validation »

C) « Application » sur des carottes sédimentaires longues pour reconstruire le système des carbonates passé

Approches méthodologiques et techniques envisagées (4-6 lignes)

Partie A1 : expériences de croissance des foraminifères dans des conditions contrôlées (ex. pH ou [CO₃²⁻]) et analyse de composition chimique de la coquille avec ICP-MS.

Partie A2 : utilisation de techniques à haute résolution (ex. microXRF, NanoSims, synchrotron) sur des foraminifères issus de ces expériences de croissance contrôlée pour étudier la voie d'incorporation du soufre.

Partie B : Mesures du S/Ca des coquilles actuels *in situ* permettant de valider nos résultats expérimentaux

Partie C : application de ce proxy sur des carottes géologiques .

Compétences scientifiques et techniques requises pour le candidat

Le candidat devra avoir une formation en géosciences marines et/ou en biogéochimie. La thèse comprend des analyses physico-chimiques et géochimique du milieu de culture et des coquilles avec diverses techniques analytiques auxquelles le candidat devra se former. Des connaissances sur le système des carbonates seront un plus. Le candidat devra s'adapter rapidement aux techniques de laboratoire pour développer des systèmes sous conditions contrôlées. Des aptitudes au tri sous binoculaire sont nécessaires pour sélectionner et identifier les foraminifères.

Nom de l'unité d'accueil : UMR 6112 LPG Site angevin	Nom de l'équipe d'accueil : LPG Site angevin Thème : Systèmes littoraux et marins
Nom du directeur de l'unité : Benoit Langlais	Nom du responsable de l'équipe : Edouard Metzger (responsable de site), Aurelia Mouret (resp. Thème)
Coordonnées du directeur de l'unité : benoit.langlais@univ-nantes.fr	Coordonnées du responsable de l'équipe : edouard.metzger@univ-angers.fr aurelia.mouret@univ-angers.fr
Directrice de thèse Nom, prénom : Geslin Emmanuelle Fonction : PR Date d'obtention de l'HDR : 2011 Employeur : Univ Angers École doctorale de rattachement : VAAME Taux d'encadrement doctoral dans le présent sujet : 40% Taux d'encadrement doctoral en cours (directions et co-directions) (%) : 60% Nombre de directions/co-directions de thèse en cours : 1	
Co-encadrante de thèse 1 Nom, prénom : van Dijk Inge Fonction : CPJ Titulaire de l'HDR : <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non Si oui, date d'obtention de l'HDR : Employeur : Univ Angers École doctorale de rattachement : VAAME Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : 30% Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) : 0 Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours : 0	
Co-encadrant-e de thèse 2 Nom, prénom : Barras Christine Fonction : Ingénieure de recherche Titulaire de l'HDR : <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non Si oui, date d'obtention de l'HDR : Employeur : Univ Angers École doctorale de rattachement : VAAME	

Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : 30%

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) : 20%

Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours : 1

Devenir des anciens doctorants du/de la directeur-riche et co-directeur(s)/co-encadrant(s) de thèse (depuis 5 ans)

Compléter les informations suivantes pour chaque ancien doctorant

Nom, prénom : Choquel Constance

Date de début et de fin de thèse : soutenance Juillet 2021 – durée de la thèse 42 mois

Direction de thèse : E. Geslin

Emploi actuel, lieu : ATER Univ. Marseille (2023-2024)

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : Post-doc Univ. Lund (2021-2023)

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

CHOQUEL C., E. **GESLIN**, E. METZGER, H. L. FILIPSSON, N. RISGAARD-PETERSEN, P. LAUNEAU, M. GIRAUD, T. JAUFFRAIS, B. JESUS, A. MOURET, 2021, Denitrification by benthic foraminifera and their contribution to N-loss from a fjord environment, Biogeosciences, 18, 327–341, doi.org/10.5194/bg-18-327-2021.

Nom, prénom : Thibault de Chavalon Aubin

Date de début et de fin de thèse : soutenance 2016 – Durée de la thèse 40 mois

Direction de thèse : E. Geslin

Emploi actuel, lieu : CR CNRS Univ Pau

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : Post-doc aux Etats-Unis

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

THIBAUT DE CHAVALON A., METZGER E., MOURET A., KNOERY J., **GESLIN E.**, MEYSMAN F.J.R., 2017 Two dimensional mapping of Fe release in marine sediments at submillimetre scale. Marine Chemistry 191,34-49.

THIBAUT DE CHAVALON A., MOURET A., KNOERY J., **GESLIN E.**, PERON O., METZGER E., 2016, Manganese, iron and phosphorus cycling in an estuarine mudflat, Loire, France, Journal of Sea Research 118: 92-102. doi:10.1016/j.seares.2016.10.004

THIBAUT DE CHAVALON A., METZGER E., MOURET A., CESBRON F., KNOERY J., ROZUEL E., LAUNEAU P., NARDELLI MP., JORISSEN F., **GESLIN E.**, 2015, Two-dimensional distribution of living benthic foraminifera in anoxic sediment layers of an estuarine mudflat (Loire estuary, France) Biogeosciences, 12, 6219–6234. doi:10.5194/bg-12-6219-2015.

Nom, prénom : Brinkmann Inda

Date de début et de fin de thèse : 2018-2022, soutenance Octobre 2022

Direction de thèse : Helena Filipsson, co-encadrante C. Barras

Emploi actuel, lieu : Post-doc, Malmö en Suède

Contrat (post-doc, CDD, CDI) :

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

BRINKMANN, I., **BARRAS, C.**, JILBERT, T., PAUL, K.M., SOMOGYI, A., NI, S., SCHWEIZER, M., BERNHARD, J.M., FILIPSSON, H.L., 2023. Benthic foraminiferal Mn/Ca as low-oxygen proxy in fjord sediments. *Global Biogeochemical Cycles*, 37, e2023GB007690.

<https://doi.org/10.1029/2023GB007690>

BRINKMANN, I., SCHWEIZER, M., SINGER, D., QUINCHARD, S., **BARRAS, C.**, BERNHARD, J.M., FILIPSSON, H.L., 2023. Through the eDNA looking glass: Responses of fjord benthic foraminiferal communities to contrasting environmental conditions. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 00, e12975. <https://doi.org/10.1111/jeu.12975>

BRINKMANN, I., **BARRAS, C.**, JILBERT, T., NAERAA, T., PAUL, K.M., SCHWEIZER, M., FILIPSSON, H.L., 2022. Drought recorded by Ba/Ca in coastal benthic foraminifera. *Biogeosciences*, 19, 2523-2535. <https://doi.org/10.5194/bg-19-2523-2022>

BRINKMANN, I., NI, S., SCHWEIZER, M., OLDHAM, V.E., QUINTANA KRUPINSKI, N.B., MEDJOUBI, K., SOMOGYI, A., WHITEHOUSE, M.J., HANSEL, C.M., **BARRAS, C.**, BERNHARD, J.M., FILIPSSON, H.L., 2021. Foraminiferal Mn/Ca as Bottom-Water Hypoxia Proxy: An Assessment of *Nonionella stella* in the Santa Barbara Basin, USA. *Paleoceanogr. Paleoclimatology* 36.

<https://doi.org/10.1029/2020PA004167>

Nom, prénom : Depuydt Pauline

Date de début et de fin de thèse : 2019-2023, soutenance Février 2023

Direction de thèse : Meryem Mojtahid, co-encadrante C. Barras

Emploi actuel, lieu : Post-doc, LSCE Paris Saclay

Contrat (post-doc, CDD, CDI) :

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

DEPUYDT, P., TOUCANNE, S., **BARRAS, C.**, LE HOUUEDEC S., MOJTAHID, M., 2024. Last Glacial – Holocene variability of the European Slope Current, NE Atlantic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 633, 111884. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2023.111884>

DEPUYDT, P., **BARRAS, C.**, TOUCANNE, S., FOSSILE, E., MOJTAHID, M., 2023. Implication of size fraction on benthic foraminiferal-based paleo-reconstructions: a case study from the Bay of Biscay (NE Atlantic). *Marine Micropaleontology*, 181, 102242.

<https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2023.102242>

DEPUYDT, P., MOJTAHID, M., **BARRAS, C.**, BOUHDAYAD, F.Z., TOUCANNE, S., 2022. Intermediate ocean circulation and cryosphere dynamics in the northeast Atlantic during Heinrich Stadials: benthic foraminiferal assemblage response. *Journal of Quaternary Science*. 1-15. DOI: 10.1002/jqs.3444

Publications majeures des 5 dernières années du/de la directeur-riche de thèse et co-directeur(s)/co-encadrant(s) sur le sujet de thèse :

DAVIRAY M., **GESLIN E.**, RISGAARD-PETERSEN N., SCHOLZ V., FOUET M., METZGER E., 2024, Potential impacts of cable bacteria activity on hard shelled benthic foraminifera: a prelude to implications for their interpretation as bioindicators or paleoproxies. *Biogeosciences*, 21, 911–928. <https://doi.org/10.5194/bg-21-911-2024>

LEKIEFFRE C., JAUFFRAIS T., J. M. BERNHARD, H. L. FILIPSSON, H. ROBERGE, C. SCHMIDT, O. MAIRE, G. PANIERI, **E. GESLIN**, A. MEIBOM, 2022, Ammonium and sulfate assimilation is widespread in benthic foraminifera. *Frontiers in Marine Science*, 9:861945. doi: 10.3389/fmars.2022.861945

BOUCHET V., FRONTALINI F., FRANCESCANGELI F., SAURIAU P.G., **GESLIN E.** et al., 2021, Benthic foraminifera - Transitional environments - Environmental biomonitoring - Totalorganic carbon - Foram-AMBI - English Channel - European Atlantic coasts -Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* 16. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112071>

CHOQUEL C., **E. GESLIN**, E. METZGER, H. L. FILIPSSON, N. RISGAARD-PETERSEN, P. LAUNEAU, M. GIRAUD, T. JAUFFRAIS, B. JESUS, A. MOURET, 2021, Denitrification by benthic foraminifera and their contribution to N-loss from a fjord environment, *Biogeosciences*, 18, 327–341, doi.org/10.5194/bg-18-327-2021.

I. VAN DIJK, L.J. DE NOOIJER, **C. BARRAS** AND G.-J. REICHART (2020), Mn Incorporation in Large Benthic Foraminifera: Differences Between Species and the Impact of pCO₂. *Frontiers in Earth Science* 8, 439, <https://doi.org/10.3389/feart.2020.567701>

I. VAN DIJK, A. MOURET, M COTTE, S LE HOUEDEC, G.-J. REICHART, J REYES-HERRERA, H. FILIPSSON, AND **C. BARRAS** (2019). Chemical heterogeneity in benthic foraminiferal calcite: Mn versus Mg, Na, S and Sr, *Frontiers in Earth Science*, <https://doi.org/10.3389/feart.2019.00281>

I. VAN DIJK, **C. BARRAS**, L.J. DE NOOIJER, A. MOURET, S. ORON, E. GEERKEN, AND G.-J. REICHART (2019). Coupled Ca and inorganic carbon uptake suggested by magnesium and sulfur incorporation in foraminiferal calcite, *Biogeosciences*, 16, 2115-2130 <https://doi.org/10.5194/bg-16-2115-2019>

BRINKMANN, I., **BARRAS, C.**, JILBERT, T., PAUL, K.M., SOMOGYI, A., NI, S., SCHWEIZER, M., BERNHARD, J.M., FILIPSSON, H.L., 2023. Benthic foraminiferal Mn/Ca as low-oxygen proxy in fjord sediments. *Global Biogeochemical Cycles*. 37, e2023GB007690. <https://doi.org/10.1029/2023GB007690>

MOJTAHID, M., DEPUYDT, P., MOURET, A., LE HOUEDEC, S., FIORINI, S., CHOLLET, S., MASSOL, F., DOHOU, F., FILIPSSON, H.L., BOER, W., REICHART, G.-J., **BARRAS, C.**, 2023. Decoupling the impact of different carbonate system parameters on benthic foraminifera from controlled growth experiments. *Chemical Geology*, 663, 121396. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2023.121396>

BRINKMANN, I., NI, S., SCHWEIZER, M., OLDHAM, V.E., QUINTANA KRUPINSKI, N.B., MEDJOUBI, K., SOMOGYI, A., WHITEHOUSE, M.J., HANSEL, C.M., **BARRAS, C.**, BERNHARD, J.M., FILIPSSON, H.L., 2021. Foraminiferal Mn/Ca as Bottom-Water Hypoxia Proxy: An Assessment of *Nonionella stella* in the Santa Barbara Basin, USA. *Paleoceanogr. Paleoclimatology* 36. <https://doi.org/10.1029/2020PA004167>

FINANCEMENT DE LA THÈSE

Origine(s) du financement de la thèse : 50% UA (acquis) 50% ALM (en cours de demande)
Salaire brut mensuel : salaire réglementaire pour un contrat doctoral
État du financement de la thèse : Une partie acquise (cofinancement)
Date du début/durée du financement de la thèse (Au format JJ/MM/AA, pour renseigner le contrat) : 1/10/2024 au 30/09/2027

Date : 14/03/2024

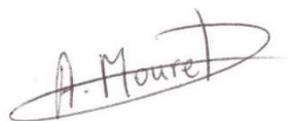
Nom, signature du directeur d'unité :

Directeur du LPG
Benoit LANGLAIS



Nom, signature de la responsable du thème de recherche :

Aurélia Mouret



Nom, signature de la directrice de thèse :



E. Geslin