

**Sujet : Etude de la biodiversité des foraminifères benthiques vivants du golfe du Lion (Méditerranée)
: étude comparative entre approche moléculaire et morphologique.**

Dans le golfe du Lion, les habitats marins sont très largement dominés par des substrats meubles, dont la granulométrie évolue rapidement de substrats sableux vers de la vase terrigène côtière en fonction de la profondeur et de la proximité de fleuves côtiers. La nature de ces fonds est également conditionnée par les pressions issues d'activités anthropiques nombreuses le long du littoral : dégradation mécanique par les arts trainants, recouvrement ou dégradation d'habitats en raison de l'aménagement et de l'urbanisation du littoral, pollutions diverses liés aux rejets continentaux. Les conséquences de ces perturbations anthropiques sur les fonctions jouées par ces biocénoses (frayères et nurseries de poissons, ressources trophiques, zones de transfert de matière organique, etc.) peuvent être importantes.

L'objectif du projet CAPDONA est, par la synthèse des données existantes dans le golfe du Lion, complétée par l'étude de zones atelier, de proposer une méthodologie standardisée de l'évaluation de l'état écologique des substrats meubles dans le cadre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM). Le LPG est spécialisé dans l'analyse des foraminifères benthiques. Les foraminifères sont d'excellents bio-indicateurs de la qualité des eaux marines et côtières grâce à leur forte densité, à leur diversité et aux différences interspécifiques concernant la résistance aux paramètres de stress (e.g. O'Brien et al., 2021). Plusieurs indices biotiques ont été développés, notamment le TSI-Med (Tolerant Species Index-Mediterranean, Barras et al., 2014; Parent et al., 2021) et le Foram-AMBI (Alve et al., 2016; Jorissen et al., 2018). Ces indices, ainsi que les indices de diversité tels que Shannon ou l'équitabilité sont traditionnellement basés sur l'identification morphologique des espèces sous la loupe binoculaire. Dernièrement, une autre approche innovante est également explorée pour évaluer la diversité génétique du milieu qui est basée sur l'ADN environnemental. Le métabarcoding permet de séquencer directement l'ADN présent dans le sédiment sans prélever les organismes qui s'y trouvent, ce qui représente un réel gain de temps. Grâce à des amorces spécifiques aux foraminifères, il est possible de s'intéresser en particulier à la biodiversité génétique de ce groupe et d'identifier d'éventuelles espèces bio-indicatrices de stress environnemental grâce à leur ADN (e.g. Pawlowski et al., 2014; Brinkmann et al., 2023).

Dans le cadre de ce stage, nous proposons de comparer ces deux approches, morphologique et moléculaire, en focalisant sur 3 zones atelier : le Golfe de Beauduc (10 stations, bathymétrie 10-20m), Port-la-Nouvelle (5 stations, bathymétrie 50-70m) et le Grau-du-Roi (5 stations, bathymétrie ~20m). Pour l'étude morphologique des assemblages, les données sont déjà disponibles pour les zones de Beauduc et Port-la-Nouvelle. L'étudiant(e) sera en charge de l'analyse des échantillons de la zone de Grau du Roi en réalisant le lavage des échantillons bruts, le tri sous loupe binoculaire des foraminifères et l'identification taxonomique des espèces présentes. Pour les analyses moléculaires, les étapes d'extraction et d'amplification de l'ADN ont déjà été réalisées et les échantillons ont été envoyés au séquençage haut-débit. Le/la stagiaire sera en charge du traitement bio-informatique des données obtenues. Il/elle calculera les indices de diversité et fera des analyses multivariées pour comparer les assemblages de foraminifères reconnus par l'ADN avec ceux reconnus par l'identification morphologique. Il/elle devra ensuite faire une analyse critique et scientifique des approches moléculaire et morphologique, et discuter de leur potentielle application dans les études de bio-monitoring.

Références: Alve E., Korsun S., Schönfeld J., Dijkstra N., Golikova E., Hess S., Husum K. and Panieri G. (2016) Foram-AMBI: A sensitivity index based on benthic foraminiferal faunas from North-East Atlantic and Arctic fjords, continental shelves and slopes. *Mar. Micropaleontol.* 122, 1–12. Barras C., Jorissen F. J., Labrune C., Andral B. and Boissery P. (2014) Live benthic foraminiferal faunas from the French

Mediterranean Coast: Towards a new biotic index of environmental quality. *Ecol. Indic.* 36, 719–743.

Brinkmann I., Schweizer M., Singer D., Quincharde S., Barras C., Bernhard J. M. and Filipsson H. L. (2023) Through the eDNA looking glass: Responses of fjord benthic foraminiferal communities to contrasting environmental conditions. *J. Eukaryot. Microbiol.* n/a, e12975.

Jorissen F., Nardelli M. P., Almogi-Labin A., Barras C., Bergamin L., Bicchi E., El Kateb A., Ferraro L., McGann M., Morigi C., Romano E., Sabbatini A., Schweizer M. and Spezzaferri S. (2018) Developing Foram-AMBI for biomonitoring in the Mediterranean: Species assignments to ecological categories. *Mar. Micropaleontol.* 140, 33–45.

O'Brien P., Polovodova Asteman I. and Bouchet V. (2021) Benthic Foraminiferal Indices and Environmental Quality Assessment of Transitional Waters: A Review of Current Challenges and Future Research Perspectives. *Water* 13, 1898.

Parent B., Hyams-Kaphzan O., Barras C., Lubinevsky H. and Jorissen F. (2021) Testing foraminiferal environmental quality indices along a well-defined organic matter gradient in the Eastern Mediterranean. *Ecol. Indic.* 125, 107498.

Pawlowski J., Esling P., Lejzerowicz F., Cedhagen T. and Wilding T. A. (2014) Environmental monitoring through protist next-generation sequencing metabarcoding: assessing the impact of fish farming on benthic foraminifera communities. *Mol. Ecol. Resour.* 14, 1129–1140.