

## Altération des roches océaniques par les microorganismes endémiques des sources hydrothermales (Lucky Strike, MAR) C. Rommevaux-Jestin (Labo. GAP, IPGP)

Les sources hydrothermales sous-marines sont de véritables oasis de vie. Près de ces sources, de nombreuses communautés microbiennes ont été décrites jusqu'à 500m de profondeur dans les roches de la croûte océanique (Takai and Horikoshi, 1999; Summit and Baross, 2001). Ces communautés microbiennes développent des métabolismes basés sur les transformations redox des espèces chimiques du milieu, telles que S et Fe et utilisent des métaux traces tels que Co, Mo, Ni, Cu pour leurs réactions enzymatiques. Elles sont donc capables de coloniser et d'interagir avec les roches (basiques, ultrabasiques) de la croûte océanique percolées par les fluides hydrothermaux, participant ainsi au cycle géochimique de nombreux éléments (Jorgensen, 1982; Jannasch, 1995; Parkes *et al.*, 2000). Les effets des communautés microbiennes endémiques des fonds océaniques sur les processus d'altération des basaltes ou des péridotites, se traduisent par une grande variété d'évidences texturales et biochimiques (Thorseth *et al.*, 1992; Fisk *et al.*, 1998; Bach and Edwards, 2003). Malgré toutes ces études, de nombreuses questions demeurent sur le type de biosignatures structurales ou chimiques laissées par les microorganismes après l'altération des roches océaniques. Une meilleure connaissance de ces biosignatures pourra par exemple permettre de détecter des traces d'activité microbienne passée dans les roches terrestres archéennes ou dans les roches extraterrestres.

Notre approche à Lucky Strike combine l'échantillonnage, l'expérimentation *in situ*, et un large éventail de méthodes d'imagerie émergeant de la biologie moléculaire (FISH après avoir fait de la diversité microbienne), de la chimie, de la minéralogie et de la spectroscopie (MEB, RAMAN). De par son statut d'observatoire fond de mer, le site hydrothermal de Lucky Strike permet de faire des expériences de longue durée (1, 2 et plus de 3 ans) de culture *in situ* en condition hydrothermale de roches issues du plancher océanique (basaltes naturels, synthétiques et péridotites) avec les microorganismes indigènes. Ces cultures *in situ* sont disposées près des cheminées hydrothermales (Tour Eiffel, Montségur, Cypress Hill, « Ouest Lac de lave »), et sur des sites de référence loin de toute sortie hydrothermale (« Est volcan », Hors Axe et Lac de Lave ; Figure 1). Nous accompagnons ces expériences par des prises régulières d'échantillons et par des mesures physico-chimiques continues sur les lieux de culture.

Le dispositif expérimental comprend des tubes Falcon percés de trous de 1 mm et contenant des substrats de verres basaltiques synthétiques, de basaltes naturels et de péridotites. Des contrôles abiotiques permettent de distinguer la part biotique de ce qui est uniquement lié à l'interaction des substrats rocheux avec l'eau de mer et les fluides hydrothermaux. Les fluides environnant sont caractérisés par le biais d'analyses chimiques (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Fer, sulfates, acétates, méthane...) et par une mesure de température en continu. Après récupération de ces modules de colonisation, les substrats incubés, ainsi que les eaux contenues dans les tubes, sont conditionnés pour analyse à terre. Ces analyses comprennent des études de diversité (Clonage-séquençage, DGGE), de l'imagerie biologique (FISH, en utilisant les résultats de la diversité) et de l'imagerie chimique/minéralogique (RAMAN, MEB) à l'échelle sub-micrométrique autour des microorganismes.

Les analyses de diversité réalisées sur des prélèvements de modules de colonisation de Lucky Strike permettent de mettre en évidence la présence de souches microbiennes typiques des basaltes (sulfato-réductrices, méthanotrophes, fer oxydantes de type *Mariprofundus ferroxydantes*...). La surface des substrats basaltiques présente une couche d'altération de 1 µm d'épaisseur. L'utilisation du Microscope Confocal à Balayage Laser (MCBL) en fluorescence après coloration au SYTO®9 a montré, sur les échantillons biotiques, la présence

de cellules inexistantes sur les témoins abiotiques. Les spectres Raman réalisés dans les mêmes zones montrent différentes phases minérales d'altérations de type oxy-hydroxydes de fer, et un shift Raman autour de  $2900\text{ cm}^{-1}$  correspondant à la matière organique (spectre jaune Figure 2). L'examen au MEB des échantillons permet d'imager cette couche d'altération à l'échelle micrométrique et révèle des empreintes de cellules biologiques, ainsi que les cellules elles-mêmes (Figure 3) en forme de bâtonnets avec des flagelles.

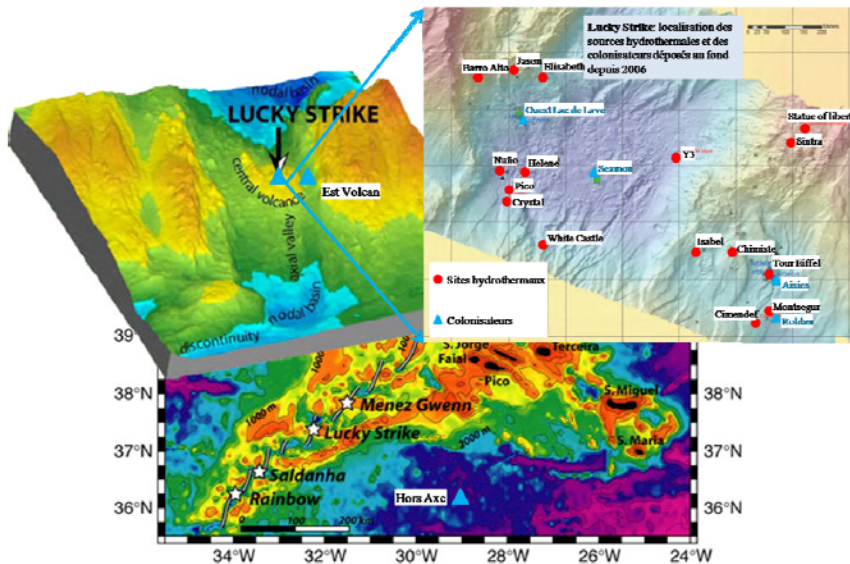


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude autour de Lucky Strike. Situation générale des colonisateurs dans les zones de références « hors-axe » et dans la zone hydrothermale active.

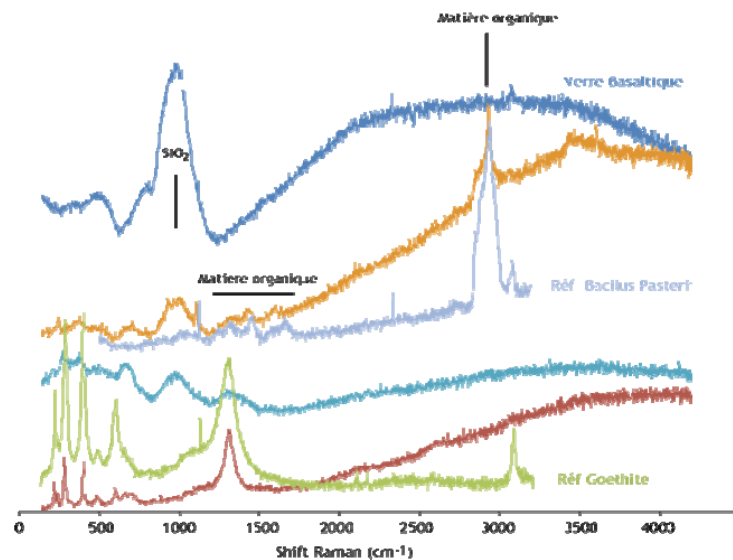


Figure 2 : Spectres RAMAN sur les verres basaltiques du site « hors axe » avec le laser 514 nm, comparés à des spectres de références (Goethite, *Bacillus pasteurii*, verre basaltique).

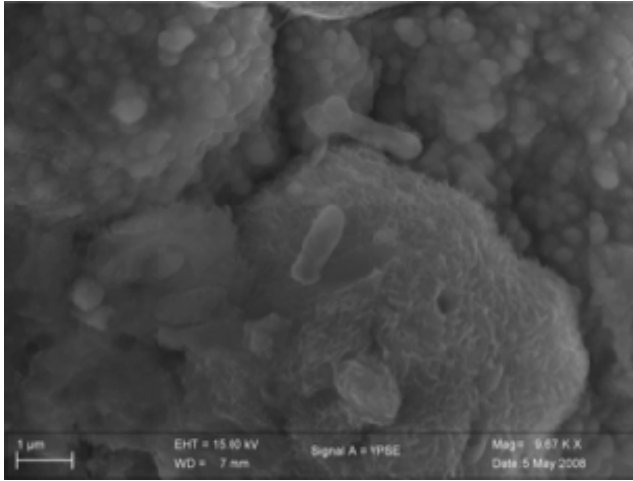


Figure 3 : Images MEB en électrons secondaires de la surface d'altération d'un basalte avec la présence de deux microorganismes