

## **La composition chimique des fluides hydrothermaux**

(Valérie Chavagnac, Cédric Boulart, Alain Castillo ; GET, Toulouse)

L'existence d'une circulation d'eau dans les sédiments marins et dans la croûte océanique a été mise en évidence à la fin des années 1970 par l'observation directe de sorties de fluides diffusés le long du Rift des Galapagos et de décharge de fluides à haute température à l'axe des dorsales. L'existence d'un panache hydrothermal dans la colonne d'eau a été montrée ensuite à partir d'anomalies de température ( $\sim 0.2^\circ\text{C}$ ), et d'un excès local de radon et d' $^3\text{He}$ . Les communautés animales chemo-synthétiques qui s'agglutinent autour des événements hydrothermaux utilisent les flux d'éléments et les réactions redox des fluides hydrothermaux pour vivre. La découverte de systèmes hydrothermaux le long des dorsales océaniques est donc un résultat scientifique majeur qui a conduit à un bouleversement dans l'approche des processus non seulement thermiques et géochimiques mais aussi biologiques sur la Terre.

La circulation hydrothermale est due à la pénétration dans la croûte océanique d'eau de mer dont la composition chimique est altérée au fur et à mesure de son interaction avec les roches encaissantes. L'eau de mer se charge ainsi en divers éléments, dont des métaux lourds (fer, zinc, cuivre,...) et en gaz (méthane, hydrogène, dioxyde de carbone,...) et émerge vigoureusement à la surface du plancher océanique en formant les spectaculaires et célèbres fumeurs. À l'orifice de la cheminée hydrothermale, le fluide chaud se mélange de manière turbulente avec l'eau de mer ambiante froide pour former un panache hydrothermal. Celui-ci est le site d'une multitude de réactions chimiques conduisant à la précipitation de particules poly-métalliques, de sulfures, de sulfates et d'oxy-hydroxydes, dans la cheminée hydrothermale mais aussi à plus grande distance des événements, ce qui explique les fortes teneurs en métaux des sédiments marins à proximité des dorsales. La composition de ces fluides fournit des indications sur la géométrie et sur la dynamique des systèmes de circulation hydrothermale.

Nous échantillonnons chaque année depuis 4 ans plusieurs fumeurs du champ hydrothermal de Lucky Strike, sur la dorsale Atlantique. Nous utilisons pour cela des bouteilles en titane capables de résister aux fortes températures de ces fluides (jusqu'à  $340^\circ\text{C}$ ). Ces bouteilles étanches (photo n°1) permettent de prélever des fluides et des gaz hydrothermaux dans des conditions de forte pression (jusqu'à 750 bars) et jusqu'à des températures de  $400^\circ\text{C}$ . Les bouteilles sont préalablement conditionnées en surface à bord du *Pourquoi Pas?* : avant déploiement, un vide partiel est effectué pour réduire au maximum la pollution de l'échantillon par l'atmosphère ou l'eau de surface. Les bouteilles sont conçues pour être déclenchées par le bras manipulateur du ROV Victor6000 lorsqu'elles sont correctement

positionnées dans l'orifice de la cheminée hydrothermale (photo n°2). Au retour de la plongée, les bouteilles sont emportées au laboratoire. La première étape est de collecter les gaz pour en déterminer la composition chimique par chromatographie en phase. Une fois les gaz extraits, nous récupérons le fluide hydrothermal. Un aliquot est utilisé pour des mesures de conductivité, de salinité, de pH, directement à bord. Le fluide restant est conditionné dans divers flacons pour analyse de sa composition chimique à terre. Les bouteilles de prélèvement en titane sont ensuite nettoyées et reconditionnées, prêtes pour une nouvelle plongée du ROV Victor6000.

Le champ hydrothermal de Lucky Strike est le plus vaste (1 km<sup>2</sup> en superficie) de la dorsale Atlantique. Les fumeurs hydrothermaux que nous étudions se répartissent tout autour d'un ancien lac de lave, à l'aplomb d'une chambre magmatique située à 3km de profondeur dans la croûte océanique. La composition chimique des fluides et des gaz hydrothermaux montre à la fois une variabilité spatiale et temporelle. Par exemple, les teneurs en chlorinité (Cl) des fluides du site Y3 (carte) ont augmenté depuis les premières mesures effectuées par une équipe américaine en 1997 pour atteindre celle de l'eau de mer en 2009. Cette évolution suggère que les fluides hydrothermaux atteignaient leur point critique et subissaient une séparation de phase au cours de leur trajet dans la croûte océanique dans les années 90, mais que ce processus n'est plus prévalent en 2009. Il s'agit pour nous de comprendre ce que de telles évolutions de la composition chimique des fluides révèlent sur la dynamique du système hydrothermal et sur ses relations avec la chambre magmatique en profondeur.