

Georges BARBIER
IFREMER, Brest

LES PRÉLÈVEMENTS D'ÉCHANTILLONS DANS LES SOURCES HYDROTHERMALES OCÉANIQUES

Contexte, conditions et limites

Les écosystèmes hydrothermaux sous-marins profonds dont l'étude a débuté à la fin des années 70 sont généralement caractérisés par d'importantes biomasses animales dont le développement dépend d'une production primaire bactérienne chimiosynthétique.

L'importance biologique des micro-organismes de ces milieux mais aussi l'aptitude de certains d'entre eux à croître en conditions extrêmes justifie l'étude de ces communautés dans le cadre de campagnes océanographiques d'étude de l'hydrothermalisme océanique.

La collecte d'échantillons au niveau des sources hydrothermales océaniques pose l'ensemble des questions auxquelles l'échantillonneur est habituellement confronté :

- définition de la stratégie d'échantillonnage : lieu, moment, nombre d'échantillons ;
- choix des moyens de prélèvement ;
- conditions de stockage et transport des échantillons.

Mais les difficultés d'accès au domaine abyssal compliquent grandement la collecte d'échantillons.

La première difficulté, majeure, est la localisation des sources chaudes. Ce problème ne se pose pas en zone continentale ou littorale car les zones volcaniques sont cartographiées et accessibles sous réserve d'équipements et de prudence suffisants. En domaine abyssal, les sites cartographiés sont extrêmement rares et par conséquent, le travail d'exploration s'impose. Un minimum de trois campagnes océanographiques successives est nécessaire à la collecte d'échantillons originaux. La première campagne de bathymétrie a pour objet de construire la carte physique d'une portion de dorsale océanique. La seconde consacrée à l'étude de la colonne d'eau sur la zone susceptible d'abriter des sources chaudes a pour objet d'identifier des anomalies thermiques et chimiques permettant d'identifier des « points chauds ». La troisième permet la recherche et dans le meilleur des cas la découverte des sources chaudes à l'aide d'un submersible.

Une campagne océanographique hauturière est, du fait de son coût (plusieurs millions de francs) et de la rareté des submersibles grande profondeur, toujours une opération demandée par une équipe scientifique, soumise à évaluation au niveau national. Par conséquent, une opération d'échantillonnage ne pourra avoir lieu en année *n* qu'en cas d'acceptation par des commissions *ad hoc* d'une demande de campagne déposée en fin d'année *n-2*. Le moment exact de sa programmation au cours de l'année *n* dépendra de la programmation d'ensemble de la flotte océanographique hauturière, dès lors, les souhaits des chefs de missions ne peuvent pas toujours être respectés. Comme l'attribution de moyens océanographiques à un demandeur repose sur la qualité scientifique des résultats acquis antérieurement, l'accès à une nouvelle zone hydrothermale peut être une œuvre de longue haleine.

Les nombres de prélèvements sont en pratique limités par les moyens utilisés et leurs conditions de mise en œuvre.

Les écosystèmes hydrothermaux sous-marins profonds étudiés jusqu'à présent par les océanographes biologistes français se situent dans une gamme de profondeur allant de 700 m à 3 400 m. Compte tenu de la pression hydrostatique rencontrée à de telles profondeurs (une atmosphère pour 10 m d'eau, soit respectivement de 70 à 340 atmosphères), l'utilisation de submersibles s'impose. Deux sous-marins scientifiques grande profondeur sont utilisés par la communauté scientifique française : *Cyana* (3 000 m maximum) et *Nautile* (6 000 m maximum). Le développement d'instruments de prélèvement relève de la responsabilité des scientifiques utilisateurs de ces véhicules. Au stade actuel, nous disposons des matériels suivants :

- pour les prélèvements de fluides : seringues en titane et préleveur multi-flacons en titane ;
- pour les prélèvements de roches et d'animaux : caisse isotherme et boîtes à prélèvements ;
- pour les prélèvements de sédiments : carottiers.

La plupart de ces équipements ont comme caractéristiques communes de pouvoir supporter les fortes pressions, dans certains cas les fortes températures, et les conditions corrosives du milieu.

Les fluides hydrothermaux qui sont émis selon les cas de façon diffuse ou ponctuelle, sont généralement caractérisés par leurs températures élevées, de faibles pH et de fortes teneurs en hydrogène sulfuré. La température au point d'émission du fluide hydrothermal, c'est-à-dire à l'orifice des structures minérales appelées « fumeurs », peut dépasser 400 °C ainsi que des mesures effectuées en 1989 dans le Sud-Ouest Pacifique lors de la campagne « BIOLAU » l'ont montré. Ces fluides se diluent selon des gradients très marqués dans une eau de mer ambiante dont la température est de l'ordre de 2 °C à 2 000 m de profondeur.

Les variations spatiales très rapides des caractéristiques physiques et chimiques du milieu viennent accroître les difficultés d'échantillonnage (difficulté à définir des zones homogènes).

Il convient d'indiquer de plus que la présence d'un seul observateur scientifique à bord du submersible impose *de facto* une fréquente collecte d'échantillons par personne interposée.

Dans ce contexte, l'objectif que peut raisonnablement espérer atteindre un participant à une campagne océanographique est de disposer en nombres plus ou moins importants d'échantillons prélevables par le submersible en fonction des instruments de prélèvement qu'il a développés ou dont il peut disposer.

L'application de plans d'échantillonnage complexes à mettre en œuvre dans un tel milieu (échantillonnage aléatoire simple, systématique, stratifié,...) est en pratique quasi impossible. Les biologistes compensent cette difficulté par l'exploitation d'images photographiques et vidéographiques ; ces moyens sont malheureusement sans grand intérêt pour les microbiologistes.

Rappelons ici que le seul fait de pouvoir disposer d'échantillons d'origine abyssale prélevés à quelques milliers de mètres de profondeur est un résultat suffisamment extraordinaire pour pouvoir s'en satisfaire.

La collecte de ces échantillons est accompagnée de mesures de températures qui permettent de les positionner dans le gradient thermique. En complément, les fluides environnant les échantillons solides ou semi-solides sont caractérisés par analyse chimique à bord du navire porteur du submersible pour les paramètres les plus élémentaires (pH, salinité, sulfures, oxygène) puis de retour au laboratoire pour les autres.

Le stockage, la conservation et l'exploitation des échantillons collectés méritent la plus grande attention. Selon leur nature les échantillons que nous collectons dans la perspective de cultures ultérieures sont conservés en anaérobiose à 4 °C (minéraux et fluides) ou congelés (congélateur 70 °C ou azote liquide) en présence d'un cryoprotecteur (DMSO ou glycérol). Une partie est immédiatement utilisée pour des cultures à bord du navire océanographique en aérobiose et/ou en anaérobiose qui ont été parfois suivies d'extractions d'ADN.

Les campagnes océanographiques successives nous permettent d'étudier les variations de la microflore hydrothermale à l'échelle océanique entre la ride Est Pacifique (« HYDRONAUT », 1987 ; « MVT », 1990 ; « HERO'91 » et « GUAYNAUT », 1991), le Sud-Ouest Pacifique (« BIOLAU » et « STARMER », 1989) et la ride médio-Atlantique (« MAR'93 », 1993 et « DIVA », 1994).

Il résulte de ces informations que l'écologie des sources hydrothermales profondes est un domaine de recherche d'une extraordinaire difficulté. Pour autant, l'enthousiasme des scientifiques participant à l'exploration de ces milieux reste intact face à l'extrême originalité de ces écosystèmes, à l'intérêt des champs de recherche qui s'y rattachent (biologie et écologie d'organismes taxonomiquement et physiologiquement originaux, vie en conditions extrêmes, origine de la vie, biotechnologie des extrémophiles), et à la beauté saisissante des sites qu'ils visitent.