

L'origine des gisements de cuivre dans l'ophiolite de Chypre

L'île de Chypre est célèbre depuis l'antiquité pour ses ressources en cuivre. Le mot cuivre est en fait lui-même dérivé du nom donné par les grecs à cette île : Kupros. Les chypriotes ont travaillé le cuivre depuis le quatrième siècle avant J.-C. Dans un premier temps, le minerai est utilisé pur, par exemple, pour la fabrication d'outils ou de statuettes. Ensuite, il est travaillé avec de l'étain afin de produire du bronze, un métal plus résistant que le cuivre pur, à partir duquel sont fabriqués de nombreux outils, armes, et objets précieux. Aujourd'hui encore, des gisements polymétalliques sont exploités sur l'île. On nomme gisement toute zone minérale contenant des concentrations chimiques anormales de métaux par rapport à la teneur moyenne de la croûte terrestre, résultant d'une migration puis d'une précipitation d'ions métalliques dans une zone donnée.



Statuette du Dieu au lingot ENKOMI (Musée national de Chypre). Bronze récent (13e – 12e siècle av. J.-C.). Elle représente un guerrier debout sur une base en forme de lingot d'oxyde de cuivre.

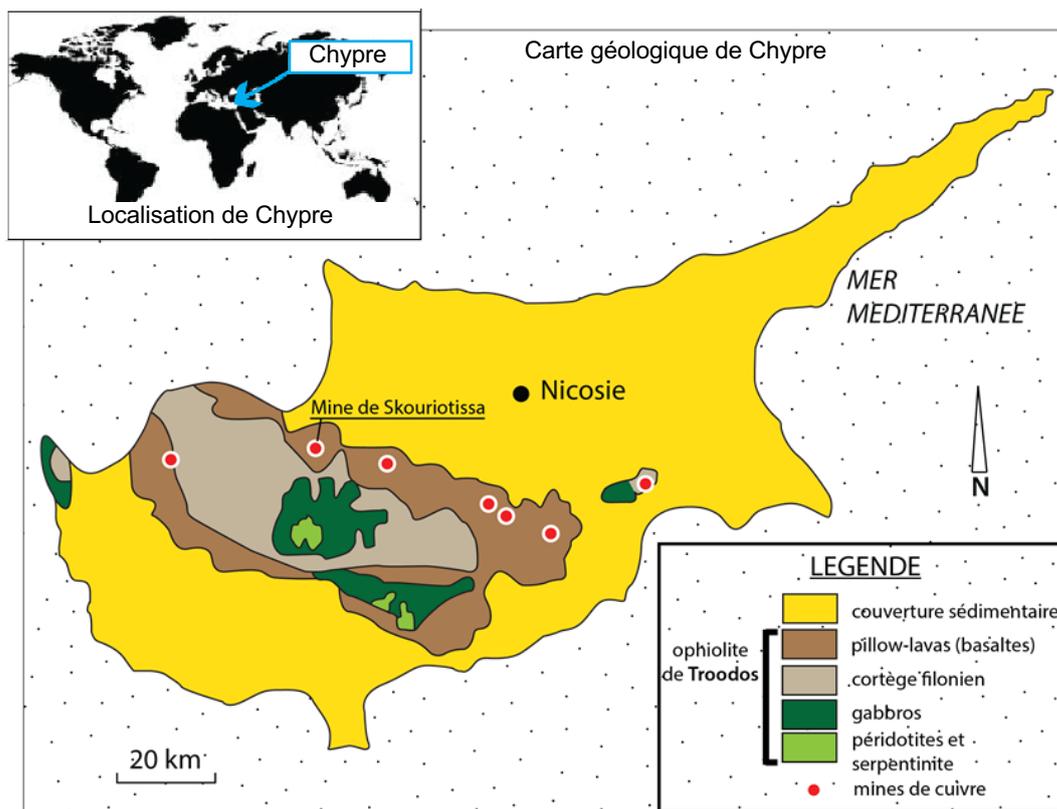
Question 1 – À l'aide des documents 1 à 5, relever les arguments en faveur d'une origine océanique des roches qui constituent l'ophiolite de Troodos et décrire les événements qui ont conduit à sa mise en place.

Question 2 – À l'aide des documents 6 à 8, proposer une explication à l'origine des gisements de cuivre de l'île de Chypre.

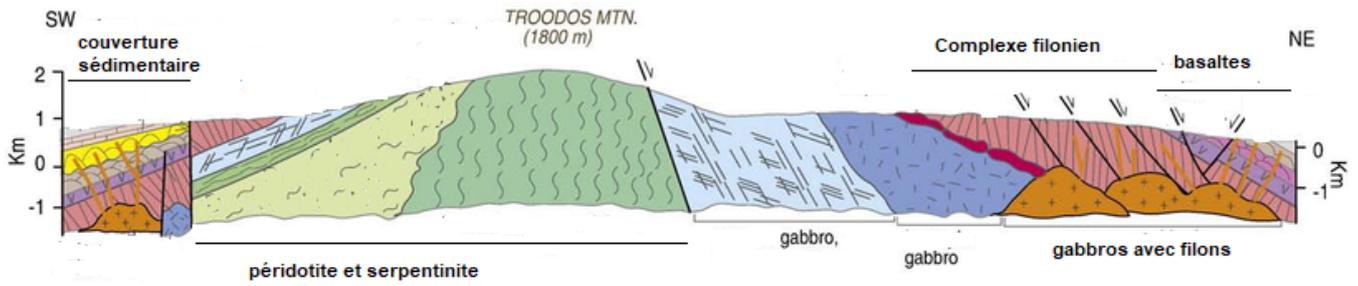
Document 1 – Localisation de Chypre et carte géologique simplifiée de Chypre

Document 1 a – Localisation de Chypre à l'échelle mondiale et carte géologique de Chypre

La carte géologique simplifiée présente les roches et les structures présentes en surface ou sub surface (à faible profondeur) dans une région donnée.



Document 1 b – Coupe géologique simplifiée

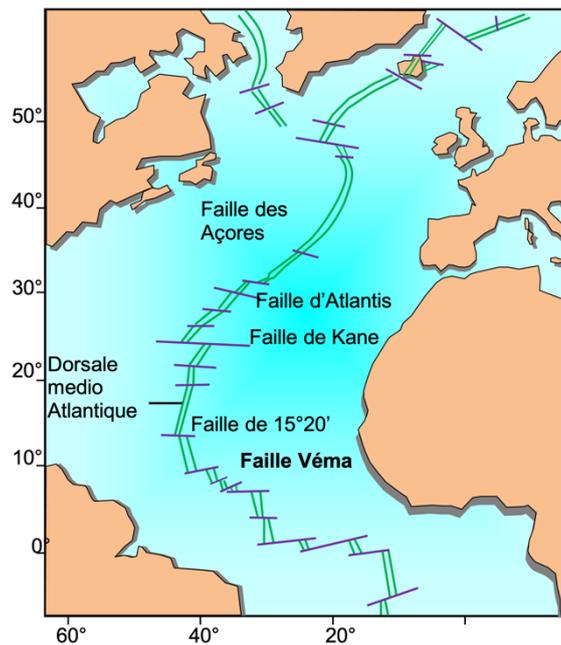


d'après Structure and geochemistry of Tethyan ophiolites and their petrogenesis in subduction rollback systems-2009

Document 2 – L'exploration de la faille Vema

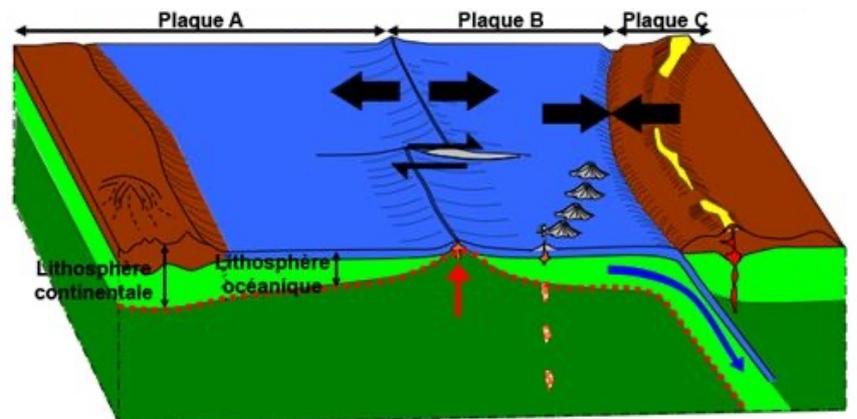
En 1988 un submersible, le Nautille, effectue plusieurs plongées d'observations directes de la faille transformante VEMA, située à proximité de la dorsale médio atlantique. Les dorsales sont le siège de la formation de la lithosphère océanique.

Document 2 a – Localisation de la faille Véma



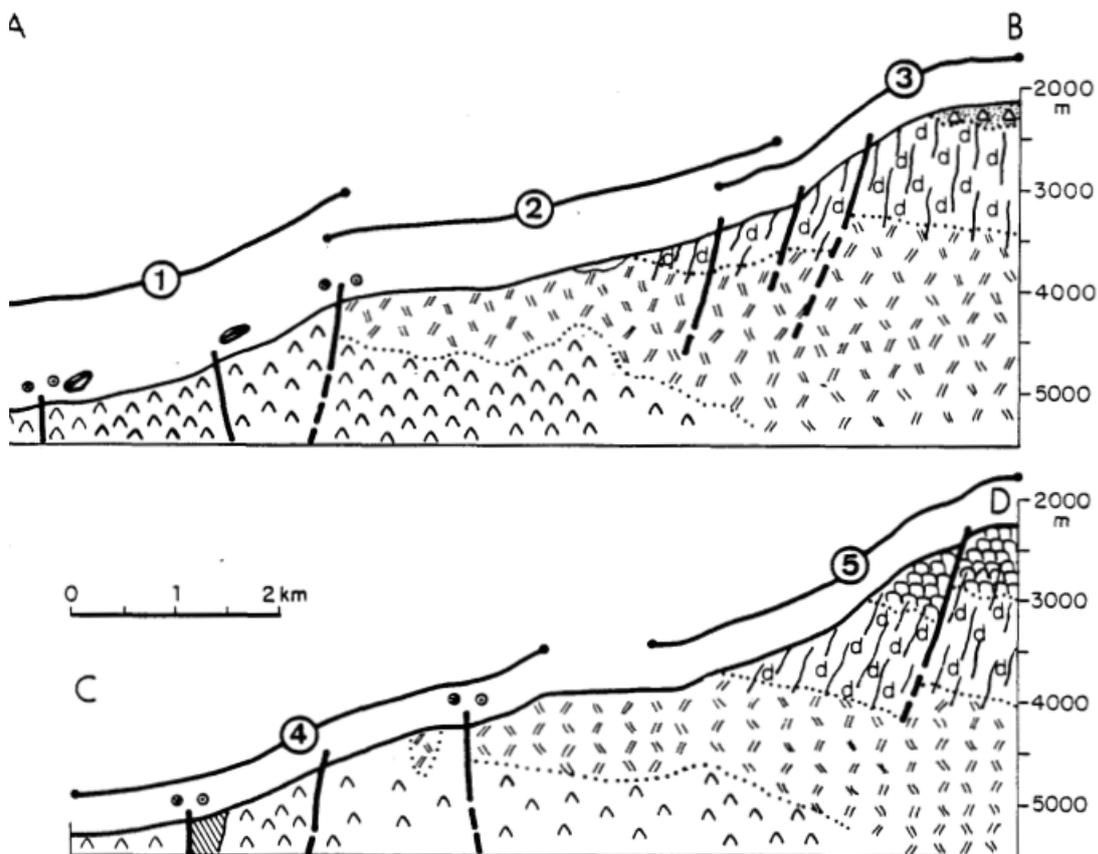
(d'après banque de schémas de Dijon)

Document 2 b – Modèle de la tectonique des plaques



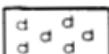
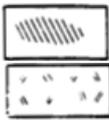
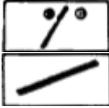
- | | | |
|---------------------|------------------------|---|
| Croûte océanique | Manteau lithosphérique | Dorsale = zone de divergence |
| Croûte continentale | Asthénosphère | Fosse de subduction = Zone de convergence |
| Isotherme 1300°C | | Faille transformante = Zone de coulissage |

Document 2 c – Deux coupes géologiques synthétiques d’après les données de cinq plongées du Nautilé



D'après Auzende et al (1990)

Légendes

-  pillow lavas
-  basaltes
-  filons (complexes filoniens)
-  } gabbros
-  serpentinites
-  } failles

①②③④⑤ Ces chiffres indiquent les zones explorées lors des 5 plongées du Nautilé

Document 3 – Photographie de lave en coussins ou pillow lavas, issue du refroidissement d'un magma basaltique sous l'eau à Hawaï



D'après National Undersearch Research Program (NURP) Collection

Document 4 – Affleurements de la région de Troodos

Document 4 a – Affleurement 1



civre reconnaissable à la couleur verte

Droits réservés © 2018 Pierre Thomas

Document 4 b – Affleurement 2

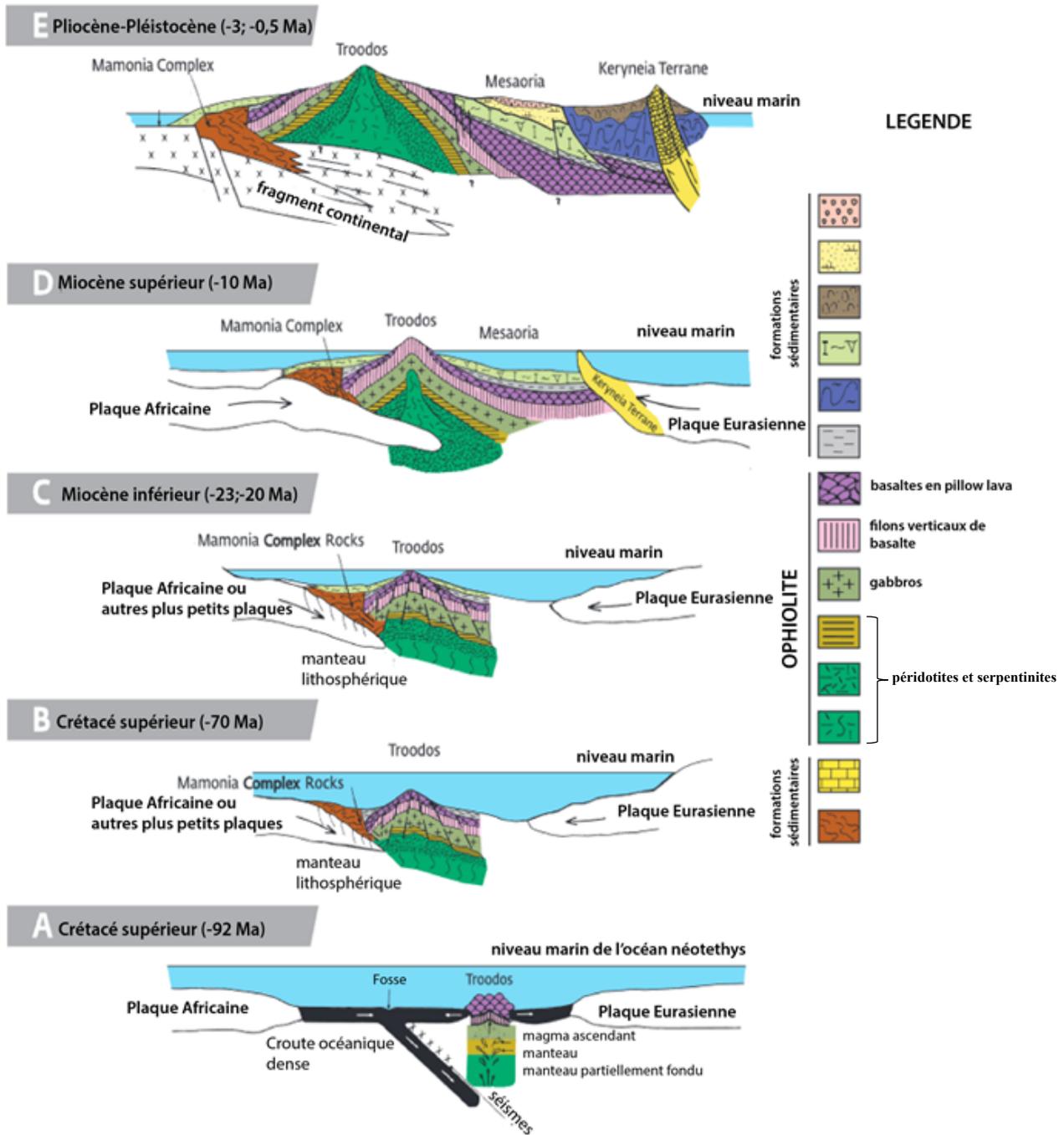


basalte sous forme de pillow lavas

D'après centre géologique de l'Oisans

Document 5 – Reconstitution de la mise en place de l’ophiolite de Troodos

Le modèle suivant propose un scénario de mise en place de l’ophiolite de Troodos, encore discuté à l’heure actuelle.

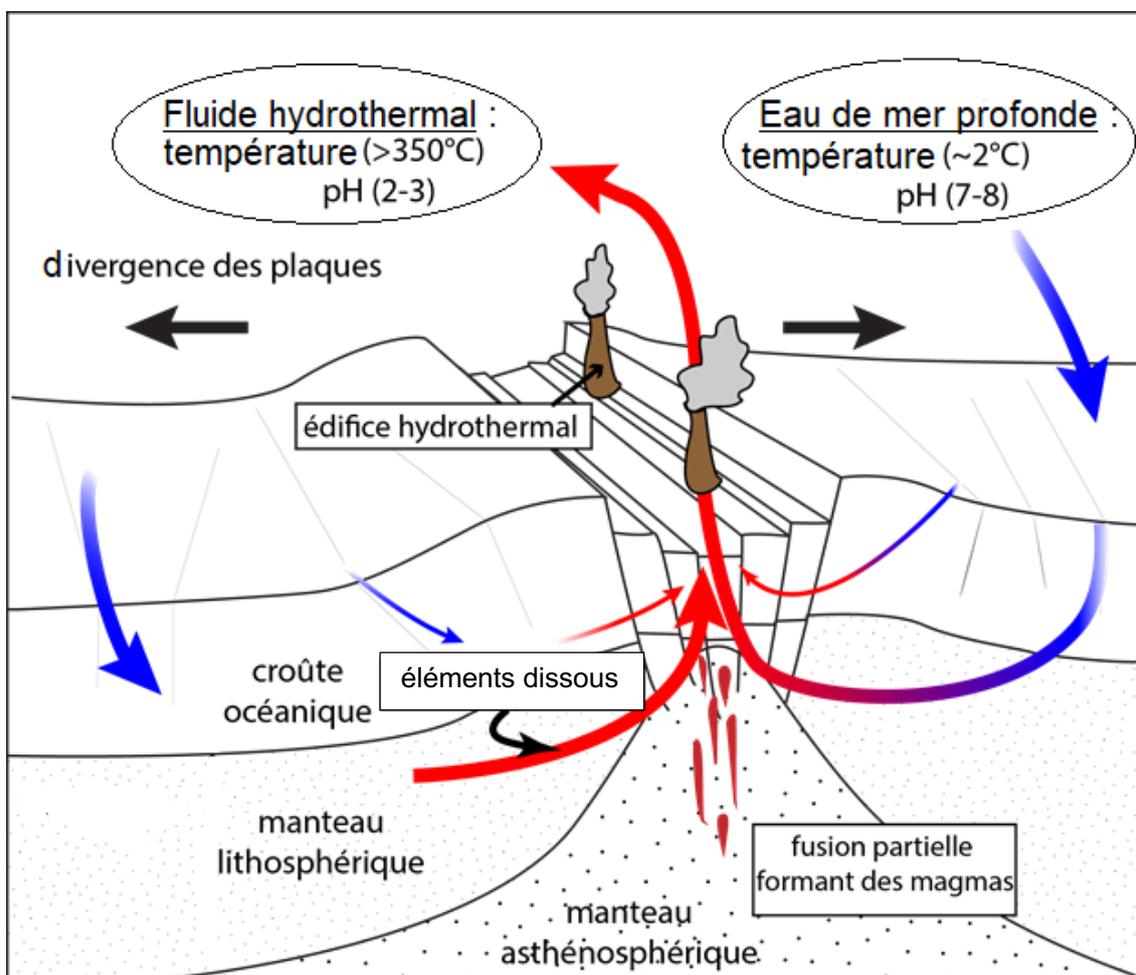


Adapté d’après © Chesterfieldresourcesplc.com

N.B. : les échelles verticales sont très largement exagérées afin de bien localiser et suivre l’unité ophiolitique de Troodos.

Document 6 – Fonctionnement schématique de la circulation hydrothermale au niveau d'une dorsale

Dès sa formation au niveau de l'axe de la dorsale océanique, la lithosphère océanique se fracture sous l'effet du refroidissement des roches et des contraintes tectoniques.



Source : Construction de l'auteur

Les flèches indiquent les circulations des fluides.

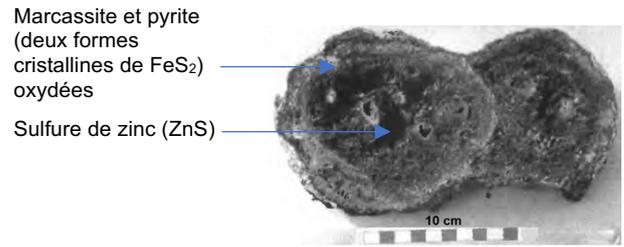
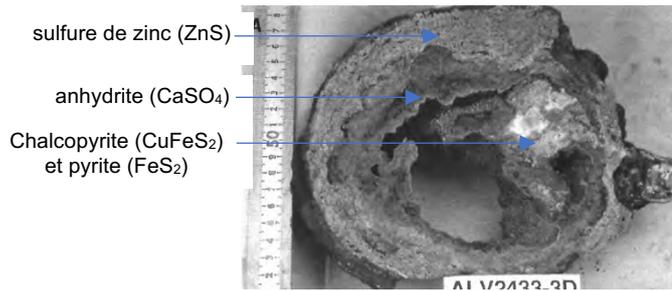
Document 7 – Un type d'édifices hydrothermaux, les fumeurs noirs

Document 7a – Expulsion d'un fluide hydrothermal par un édifice hydrothermal



Photographie de l'ouverture supérieure d'un fumeur noir à 2980 mètres de profondeur, au niveau de la dorsale médio-atlantique (d'après Rogers et al., 2015)

Document 7b – Composition de la paroi de deux fumeurs noirs



D'après [V. K. Smith et R. A. Koski, 1994](#)

Document 8 – Analyses chimiques comparatives d'échantillons d'eau de mer et d'un fluide hydrothermal prélevé au niveau de la dorsale médio-atlantique

échantillon paramètres mesurés	eau de mer	fluide du site hydrothermal Rainbow
T (°C)	2	365
pH (25°C)	7,8	2.8
Cl, mmol/kg	545	750
Na, mmol/kg	464	553
Ca, mmol/kg	10.2	67
K, mmol/kg	10.1	20
Ba, µmol/kg	0.14	> 67
H ₂ S, mmol/kg	-	1
H ₂ , mmol/kg	-	13
CO ₂ , mmol/kg	2.36	na
CH ₄ , mmol/kg	-	0.13–2.2

échantillon paramètres mesurés	eau de mer	fluide du site hydrothermal Rainbow
NH ₃ , mmol/kg	-	-
Fe, µmol/kg	0,0045	24000
Mn, µmol/kg	0,0013	2250
Cu, µmol/kg	0,0033	140
Zn, µmol/kg	0,0028	160
Pb, nmol/kg	0,0013	148
Co, µmol/kg	<2	13
Cd, nmol/kg	0,7	130
Ni, µmol/kg	<2	3
SO ₄ , mmol/kg	28	0
Mg, mmol/kg	53	0

- : non mesurable na : non analysé

adapté d'après Tivey, 2007 et Douville et al, 2002