



Suintements froids et sources hydrothermales : les communautés d'archées sédimentaires en interaction avec leur environnement

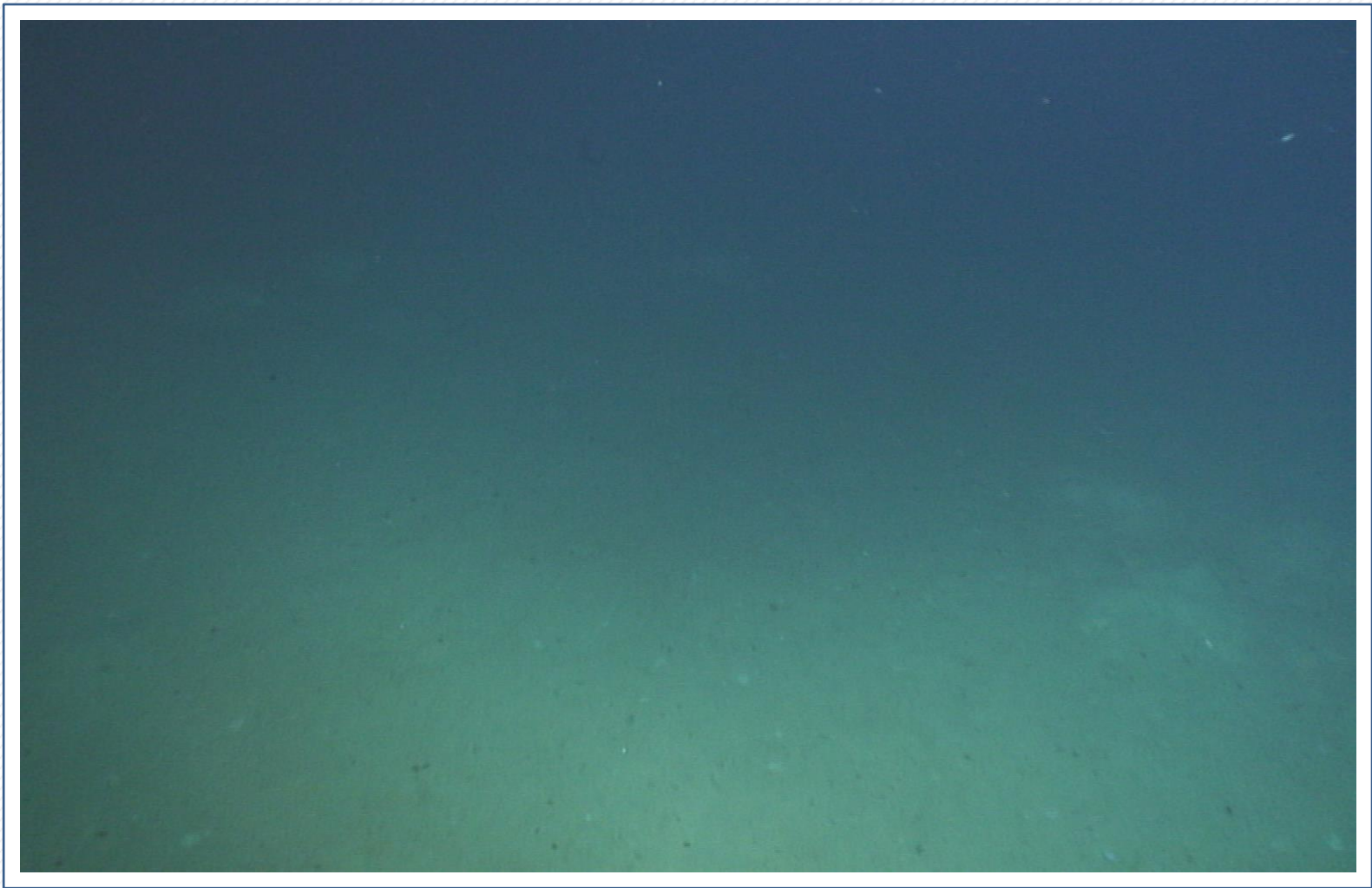
Perrine Cruaud

GDR Archaea – 12 mars 2015

Introduction

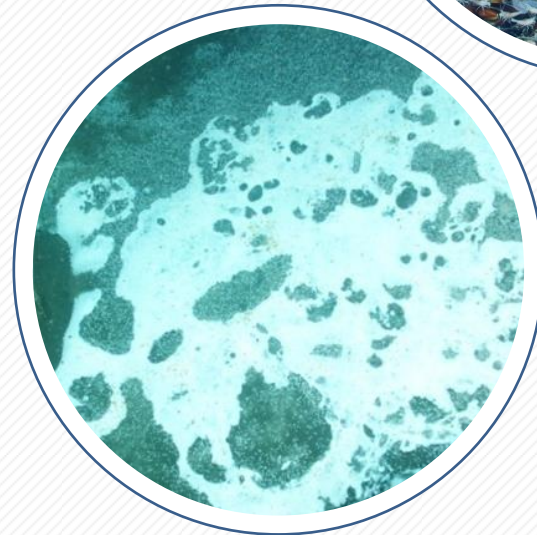


PAYSAGES ABYSSAUX



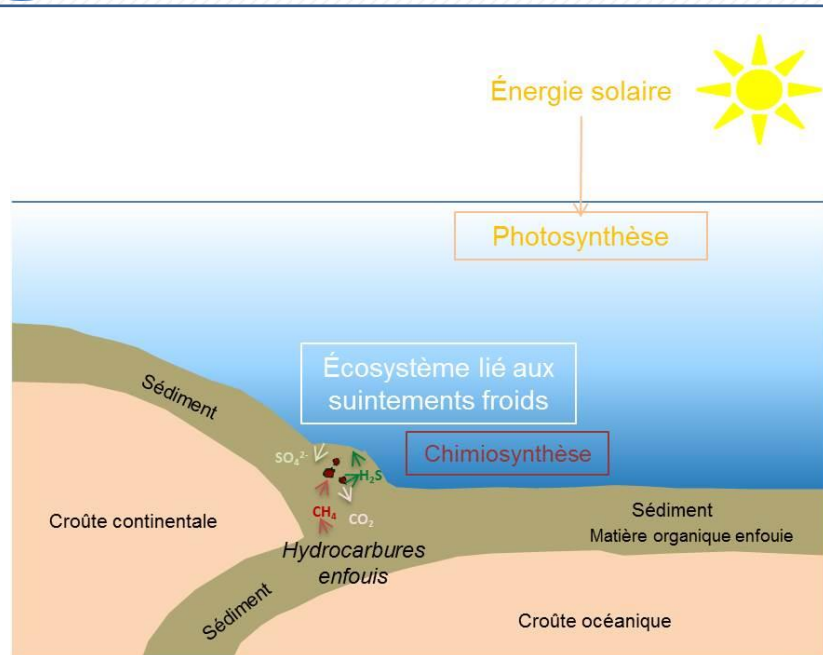


OASIS DE VIE AU MILIEU DES ABYSSES





LES ÉCOSYSTÈMES CHIMIOSYNTHÉTIQUES



Suintements froids

Principalement localisés au niveau des marges continentales

Enfouissement de la matière organique

Formation de réservoir d'hydrocarbures enfouis

Les fluides émis sont généralement riches en hydrocarbures légers comme le méthane

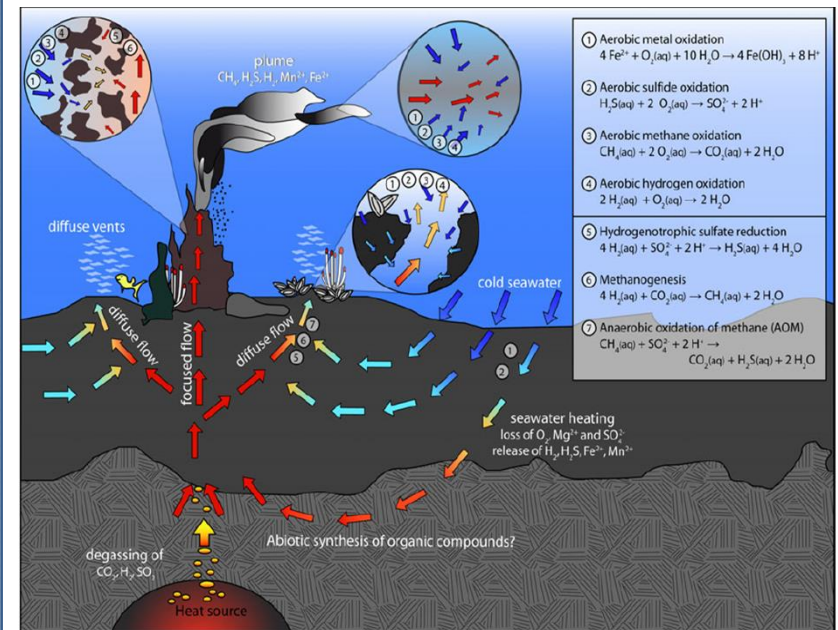
Sources hydrothermales

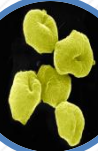
Principalement localisées au niveau des dorsales océaniques

Infiltration de l'eau de mer dans la nouvelle croûte océanique

Réchauffement de l'eau à l'approche des chambres magmatiques

Le fluide hydrothermal remonte vers la surface tout en lessivant les roches qu'il traverse.





VIVRE DANS CES ENVIRONNEMENTS

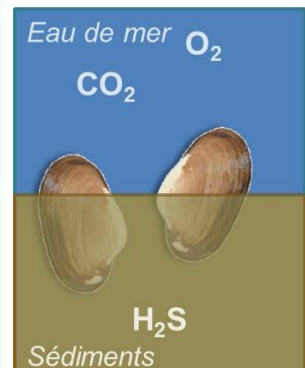
Oxydation anaérobie du méthane (AOM)

Couplée avec la réduction des sulfates de l'eau de mer

Agrégats AOM de bactéries et d'archées

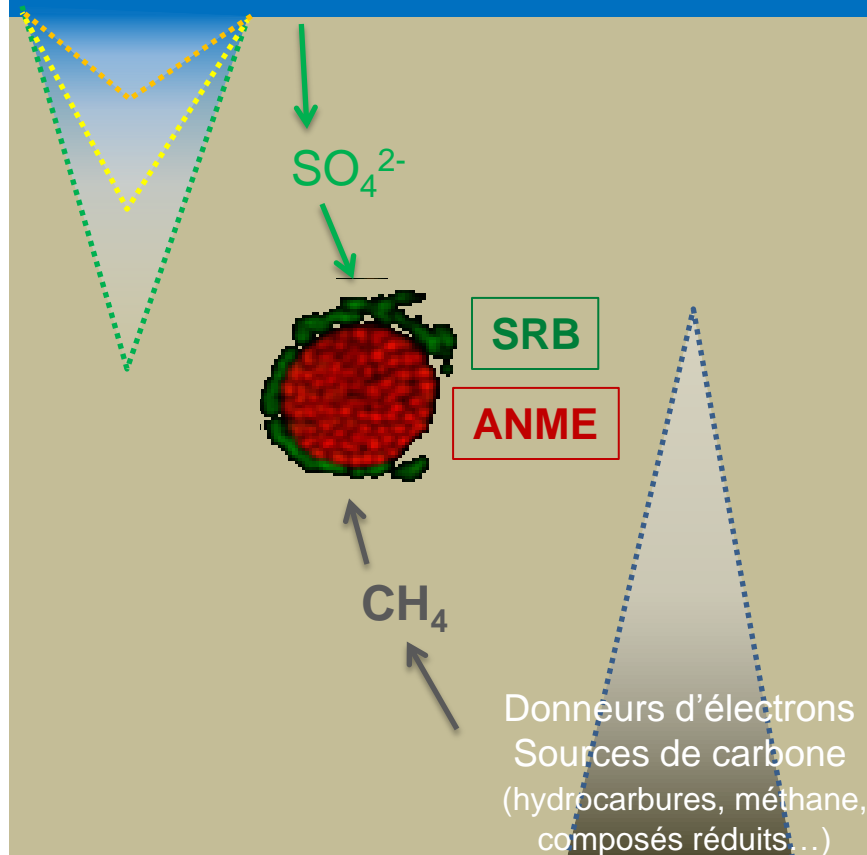
Localisés au niveau de la zone de transition méthane / sulfate

Production des sulfures permettant le développement de communautés thiotrophes



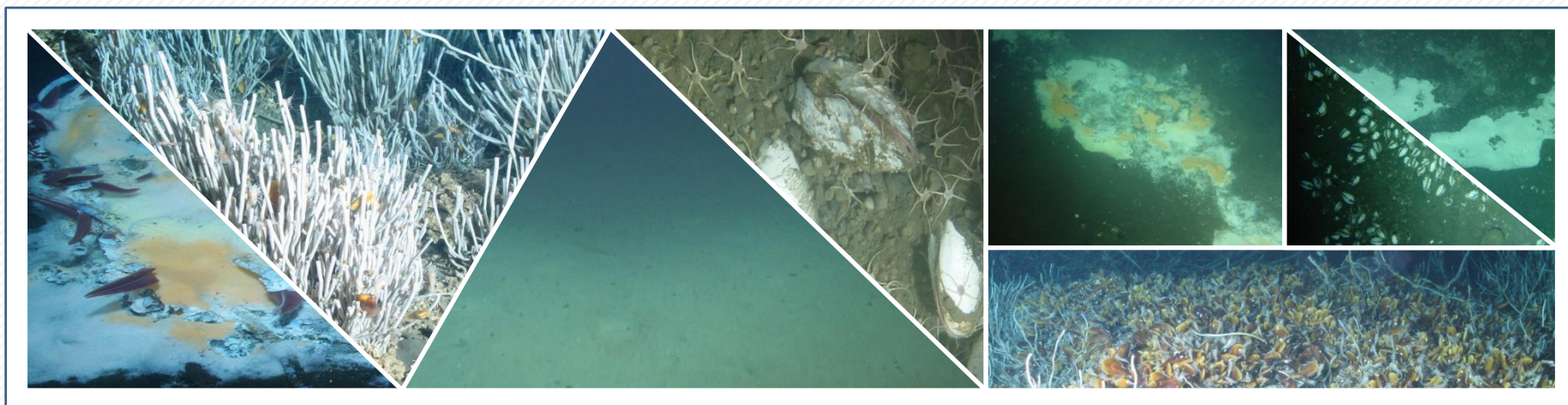
Accepteurs d'électrons
(oxygène, nitrate, sulfate...)

Source de carbone
(Dégradation de la
matière organique)





PROBLÉMATIQUE





PROBLÉMATIQUE



Étudier l'influence des communautés microbiennes sur la répartition des différents assemblages faunistiques

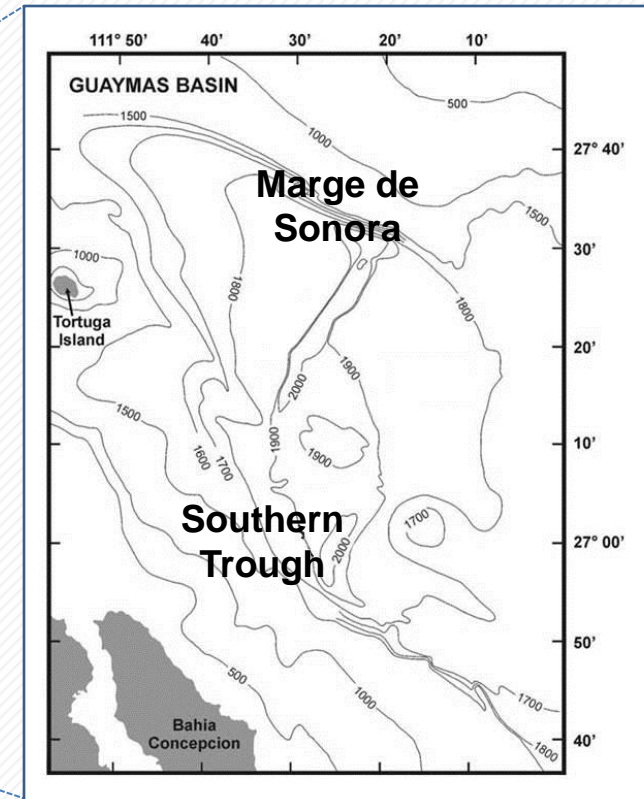
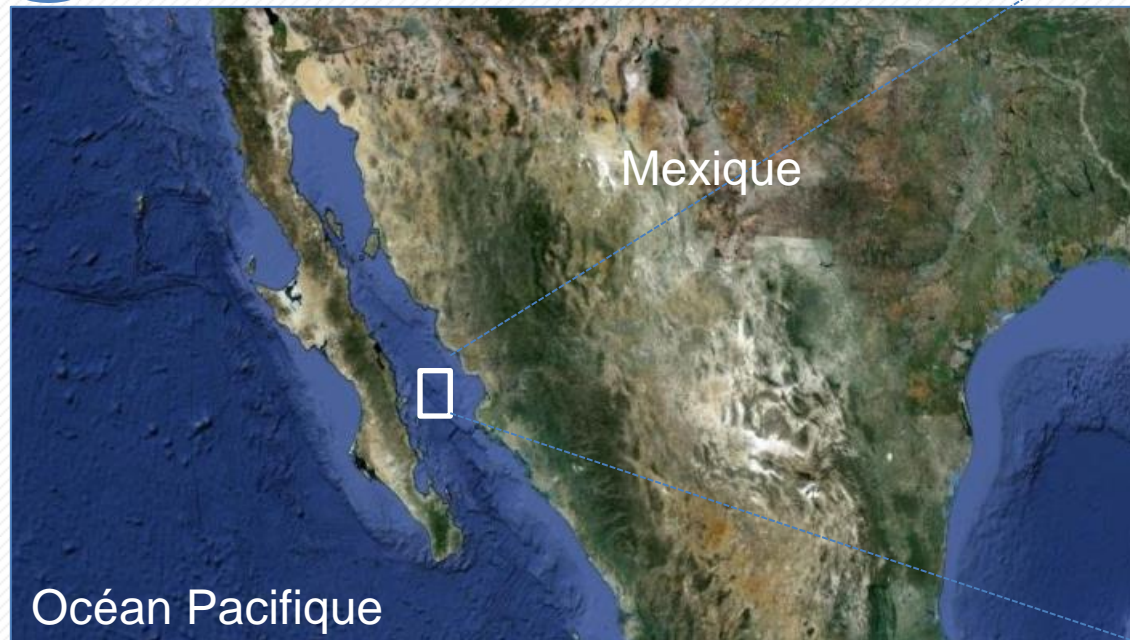
Quels sont les microorganismes présents dans les sédiments sous-jacents les différents assemblages?

Les communautés microbiennes reflètent-elles la présence de certains organismes de surface?

Quelles sont les influences réciproques des communautés microbiennes sédimentaires, des colonisateurs de surface et des caractéristiques physico-chimiques des sites?



LE BASSIN DE GUAYMAS



Le Bassin de Guaymas est situé dans le Golfe de Californie (Mexique)

Particularités :

- Il regroupe à la fois une zone de suintements froids (Marge de Sonora) et une zone de sources hydrothermales (Southern Trough)
- Le fond du bassin est recouvert par une épaisseur importante de sédiments (2,7 m accumulés tous les 1000 ans)



LE BASSIN DE GUAYMAS

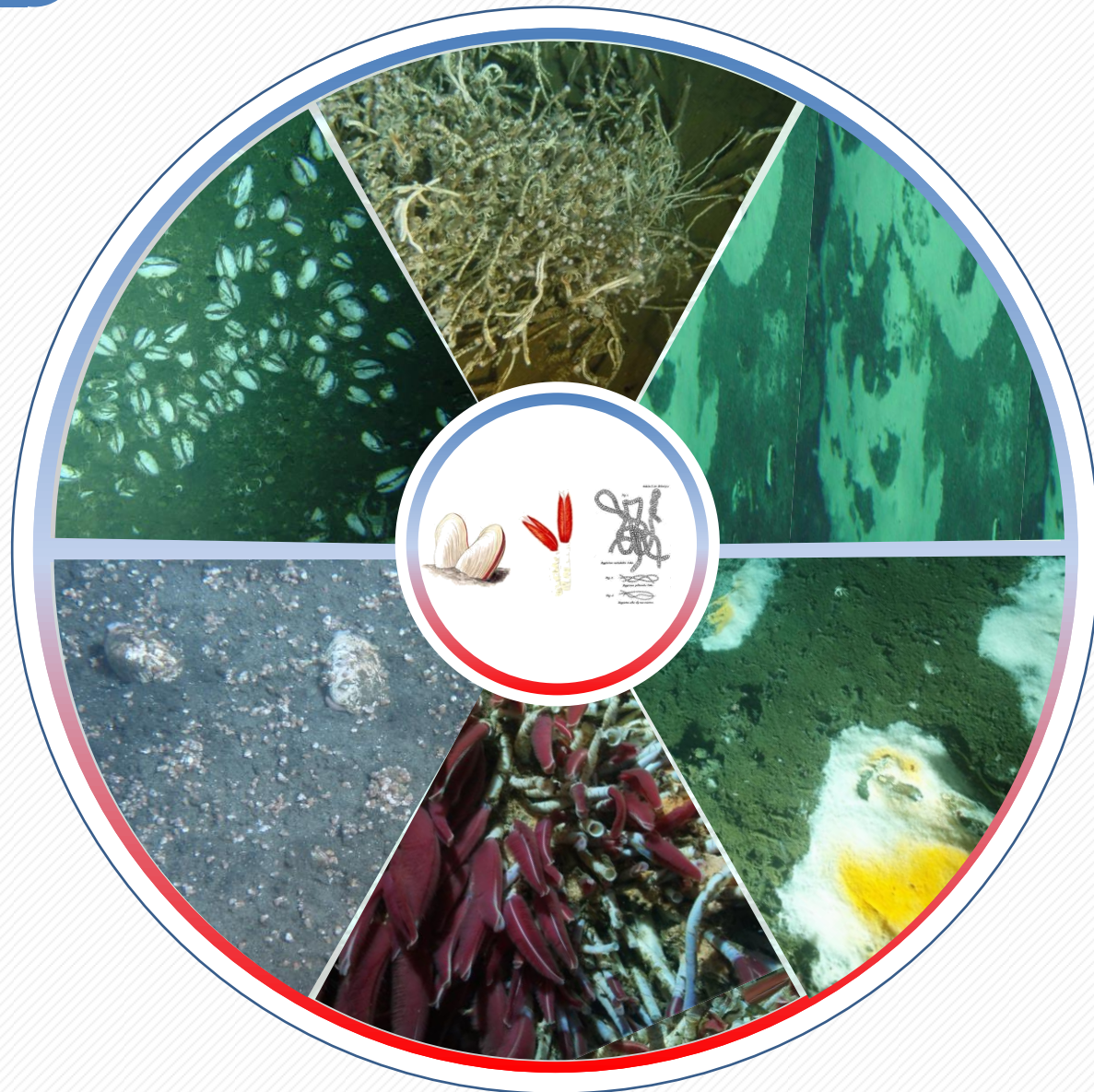
Le Bassin de Guaymas

Épaisse couche de sédiments

Zone de suintements froids
(Marge de Sonora) proches
d'une zone de sources
hydrothermales (Southern
Trough)

Les deux zones sont
colonisées par des
assemblages de surface
comparables :

- *Champ de vésicomydés*
- *Buissons de siboglinidés*
- *Tapis microbiens*



Méthodes d'étude



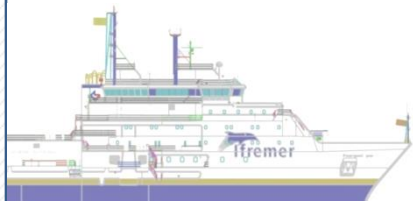
L'échantillonnage

Campagne BIG 2010
(Biodiversité et Interactions à
Guaymas)

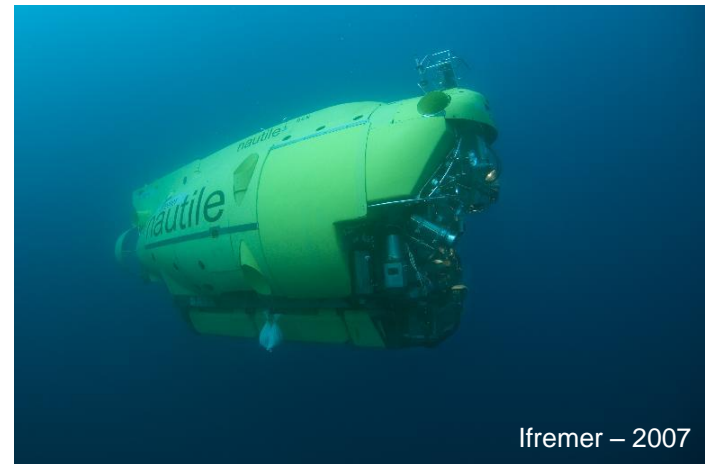
A bord du NO *l'Atalante* avec le
sous-marin habitable *Nautilus*

Échantillonnage des différents
habitats à l'aide de carottiers
tubes

Conditionnement des
échantillons à bord du bateau



Ifremer – 2006



Ifremer – 2007

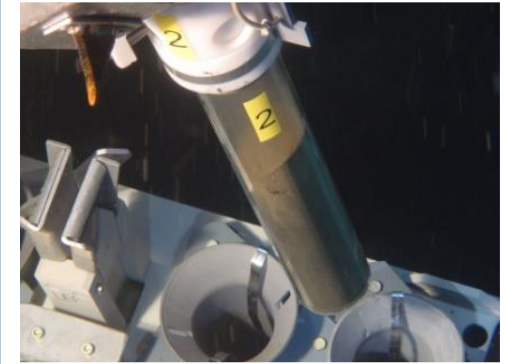
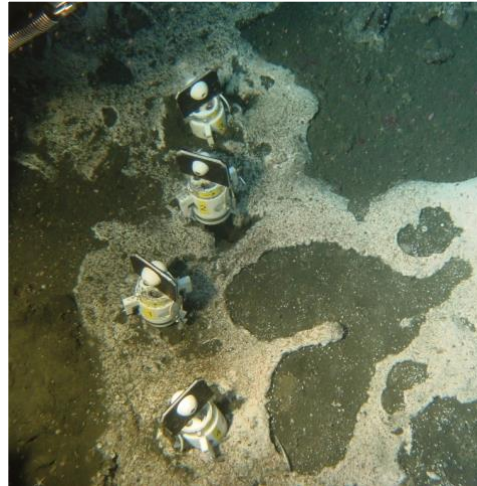
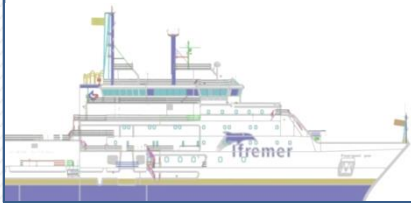
L'échantillonnage

Campagne BIG 2010
(Biodiversité et Interactions à
Guaymas)

A bord du NO *l'Atalante* avec le
sous-marin habitable *Nautil*

Échantillonnage des différents
habitats à l'aide de carottiers
tubes

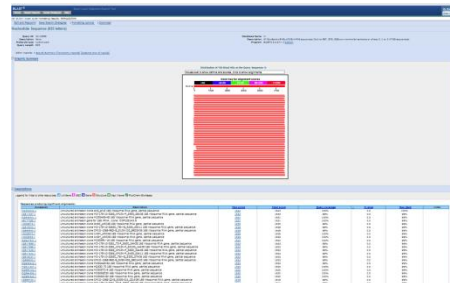
Conditionnement des
échantillons à bord du bateau



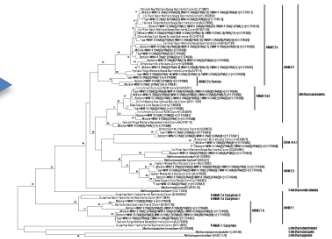
○ Identification de communautés microbiennes complexes



Extraction et Séquençage



Comparaison des séquences avec les bases de données



Identification des communautés

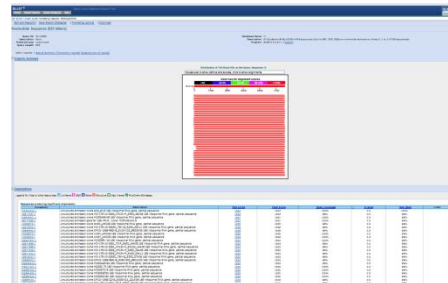


MÉTHODES D'ÉTUDE : SÉQUENÇAGE

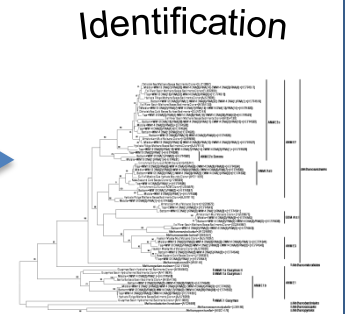
Identification de communautés microbiennes complexes



Extraction et Séquencage



Comparaison des séquences avec les bases de données



Identification des communautés

Identification grâce aux bases de données classiques

Analyse sur les bases de données et la taxonomie du NCBI

Affiliation	% de séquences obtenues
uncultured archaeon	81,41%
uncultured euryarchaeote	15,51%
uncultured Halobacteriales archaeon	1,03%
uncultured archaeon BA2H11fin	0,91%
uncultured archaeon WCHD3-30	0,34%
uncultured Methanosarcinales archaeon	0,23%
unidentified archaeon	0,23%
archaeon enrichment culture clone AOM-Clone-G10	0,11%
uncultured marine euryarchaeote	0,11%
uncultured methane-oxidizing archaeon	0,11%

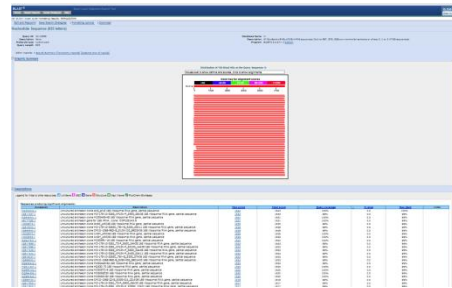


MÉTHODES D'ÉTUDE : SÉQUENÇAGE

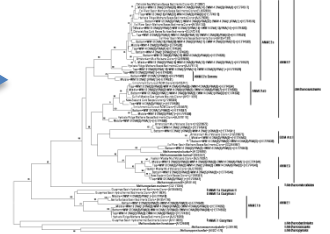
Identification de communautés microbiennes complexes



Extraction et Séquençage

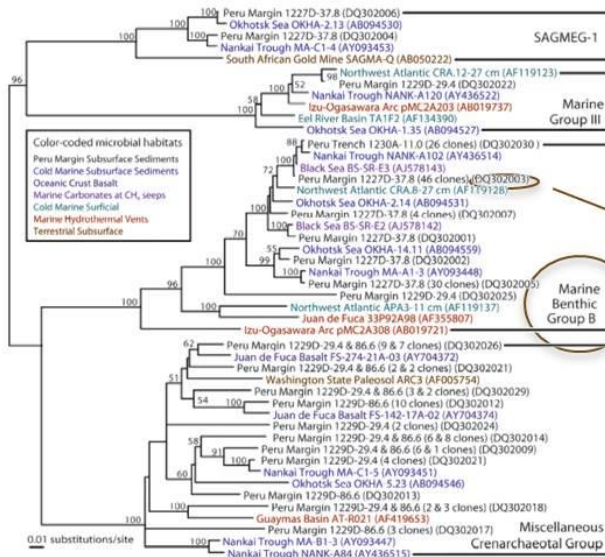


Comparaison des séquences avec les bases de données



Identification des communautés

Création d'une base de données personnalisée



Biddle & al., 2006

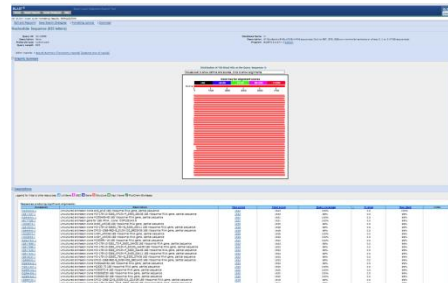


MÉTHODES D'ÉTUDE : SÉQUENÇAGE

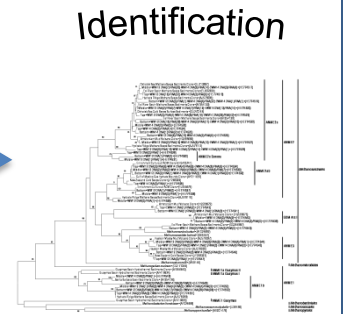
Identification de communautés microbiennes complexes



Extraction et Séquençage



Comparaison des séquences avec les bases de données



Identification des communautés

Analyse des résultats de séquençage



Extraction et Séquençage



Analyse des séquences

❖ Base de données Silva



❖ Base de données personnalisée

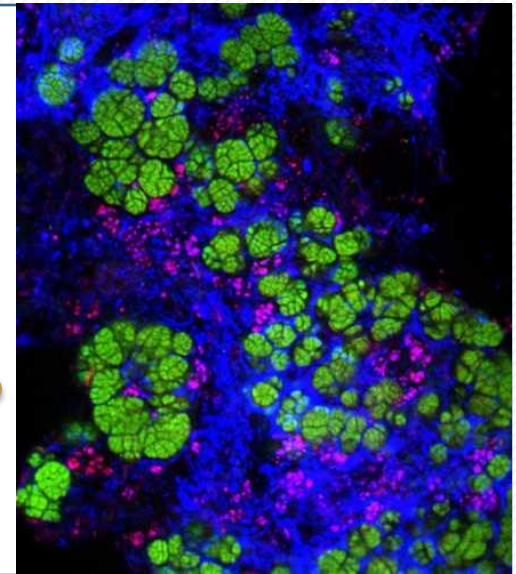
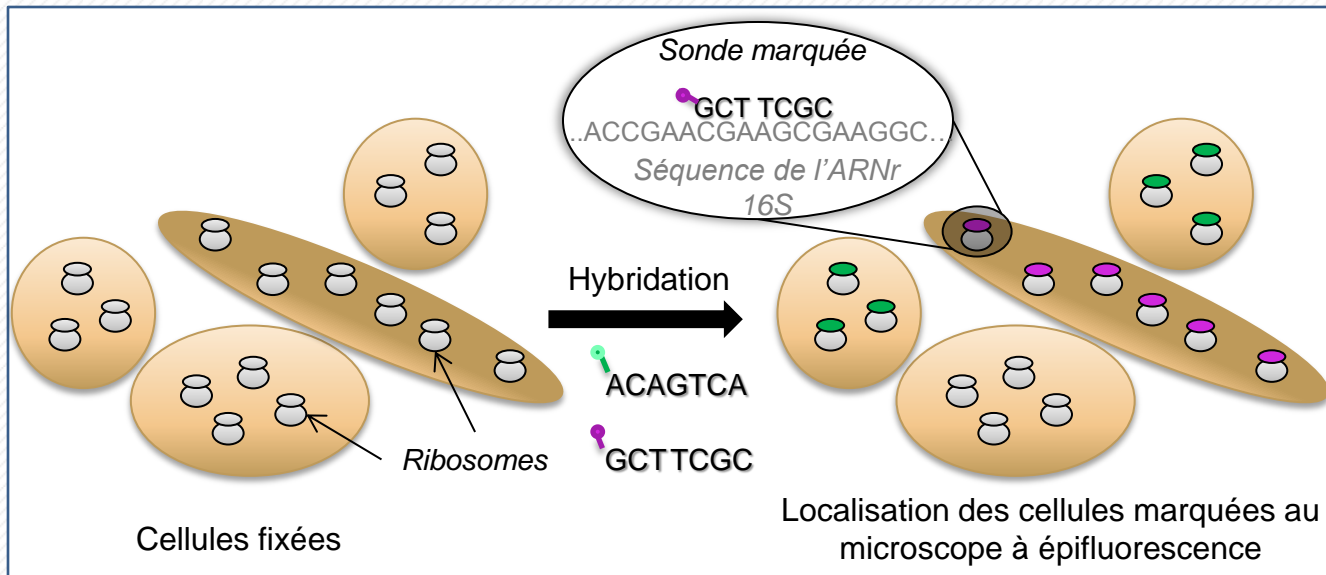
N°	Classification	Classification	Classification
Accession	NCBI	Littérature	Results
U00006	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00008	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00010	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00012	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00014	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00016	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00018	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00020	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00022	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00024	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00026	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00028	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00030	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00032	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00034	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00036	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00038	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00040	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00042	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00044	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00046	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00048	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00050	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00052	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00054	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00056	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00058	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00060	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00062	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00064	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00066	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00068	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00070	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00072	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00074	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00076	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00078	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00080	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00082	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00084	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00086	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00088	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00090	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00092	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00094	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00096	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00098	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED
U00100	Non défini	>1.816.14.1.1.1	SAGHED



Identification des communautés

MISES À JOUR





Microscopie FISH

Elle va permettre de détecter et de visualiser l'organisation spatiale et la morphologie des groupes microbiens théoriquement actifs dans nos échantillons à l'aide de sondes spécifiques

La PCR quantitative

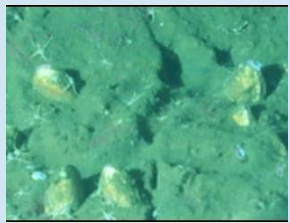
Elle va permettre de quantifier et d'analyser la distribution des groupes microbiens dans nos échantillons à l'aide d'amorces spécifiques

Résultats - Discussion



Sites colonisés par de la mégafaune

Marge de Sonora



Deux sites colonisés par des bivalves vésicomysidés (*Ayala* et *Vasconcelos*)

Un site colonisé par des vers siboglinidés (*Juarez*)

Southern Trough

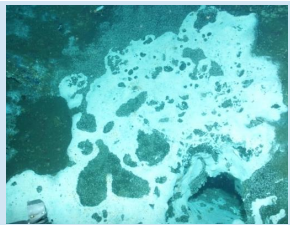


Un site colonisé par des bivalves vésicomysidés (*Morelos*)

Concentrations en méthane et en sulfure réduites dans les sédiments

Sites colonisés par des tapis microbiens

Marge de Sonora



Un site colonisé par un tapis microbien (*Vasconcelos*)



Le pourtour de ce tapis colonisé par des gastéropodes (*Vasconcelos*)

Southern Trough



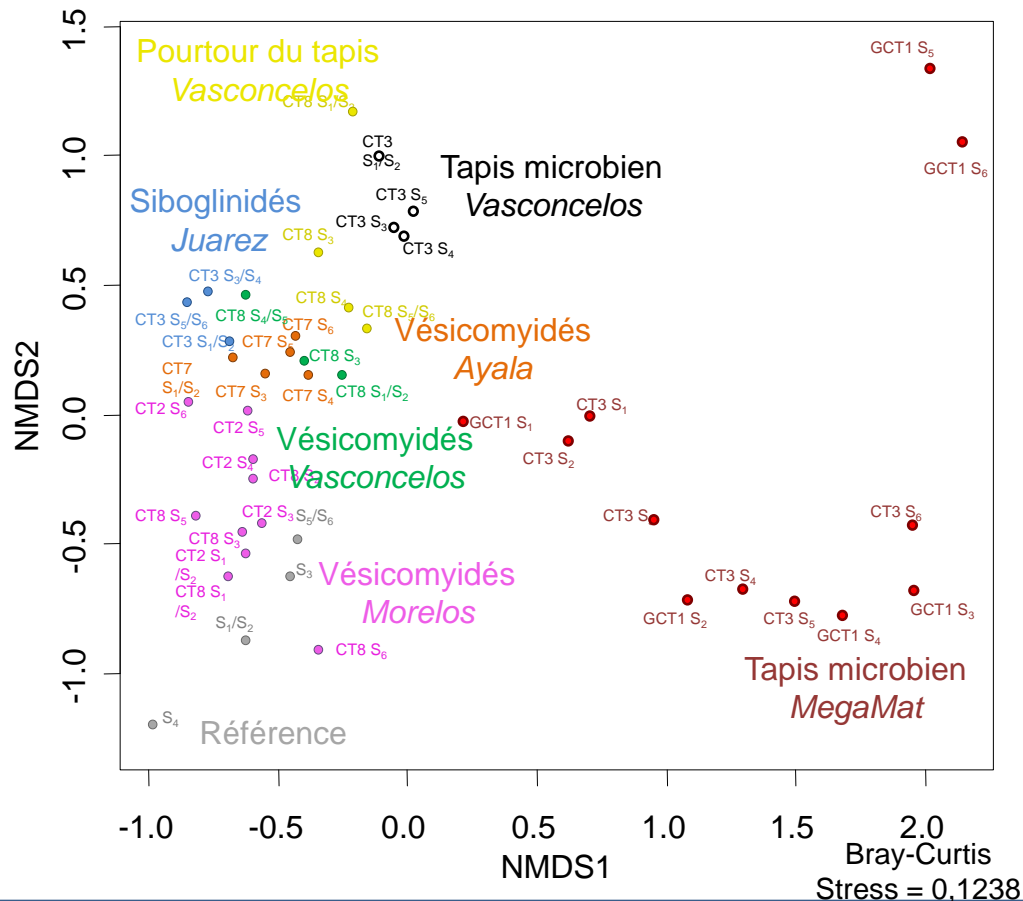
Un site colonisé par un tapis microbien (*MegaMat*)

Concentrations en méthane et en sulfure importantes dans les sédiments

RÉSULTATS DU PYROSÉQUENÇAGE

Visualisation et interprétation des données

Représentation graphique des résultats *NMDS* (*Non-Metric Multidimensional Scaling*)



Résultats Archaea

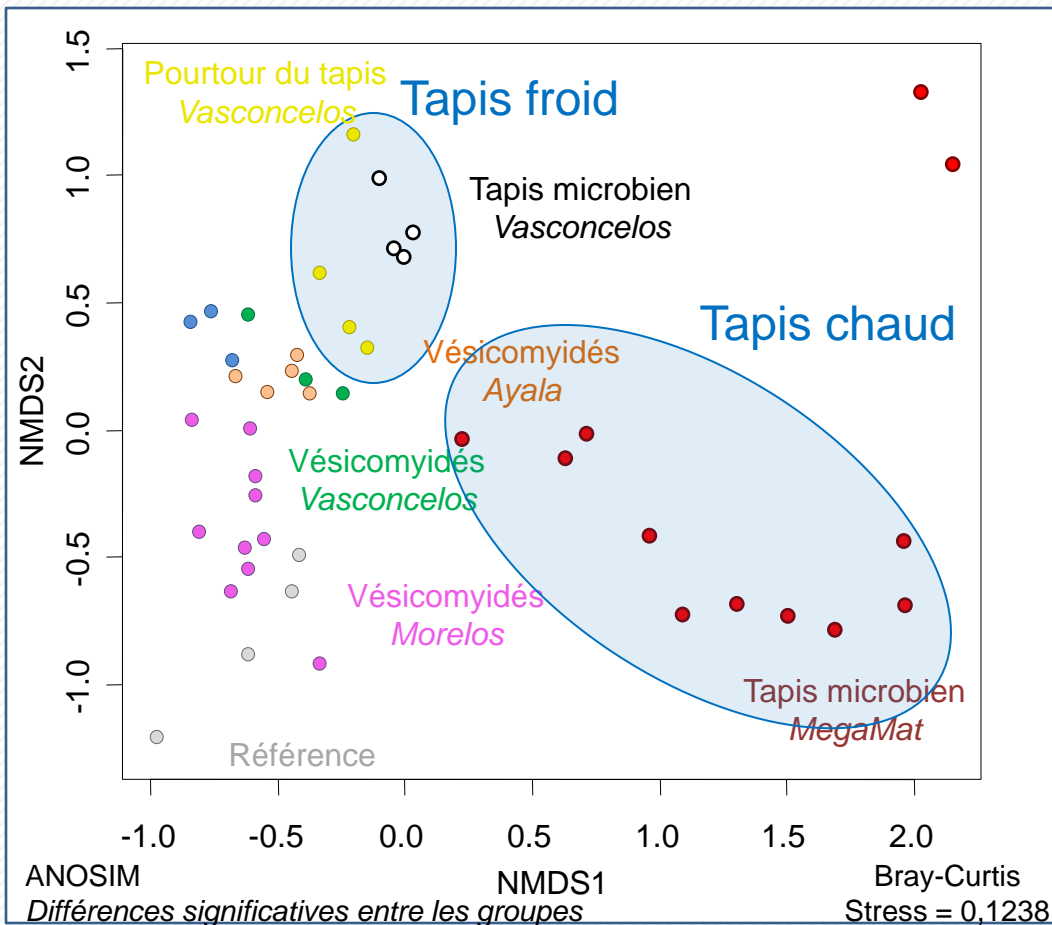
Résultats habitats suintements froids (pôle froid) et sources hydrothermales (pôle chaud)

Un point = Un échantillon

Plus les points sont proches, plus les structures des communautés microbiennes détectées dans les échantillons sont similaires.

Visualisation et interprétation des données

Représentation graphique des résultats *NMDS* (*Non-Metric Multidimensional Scaling*)



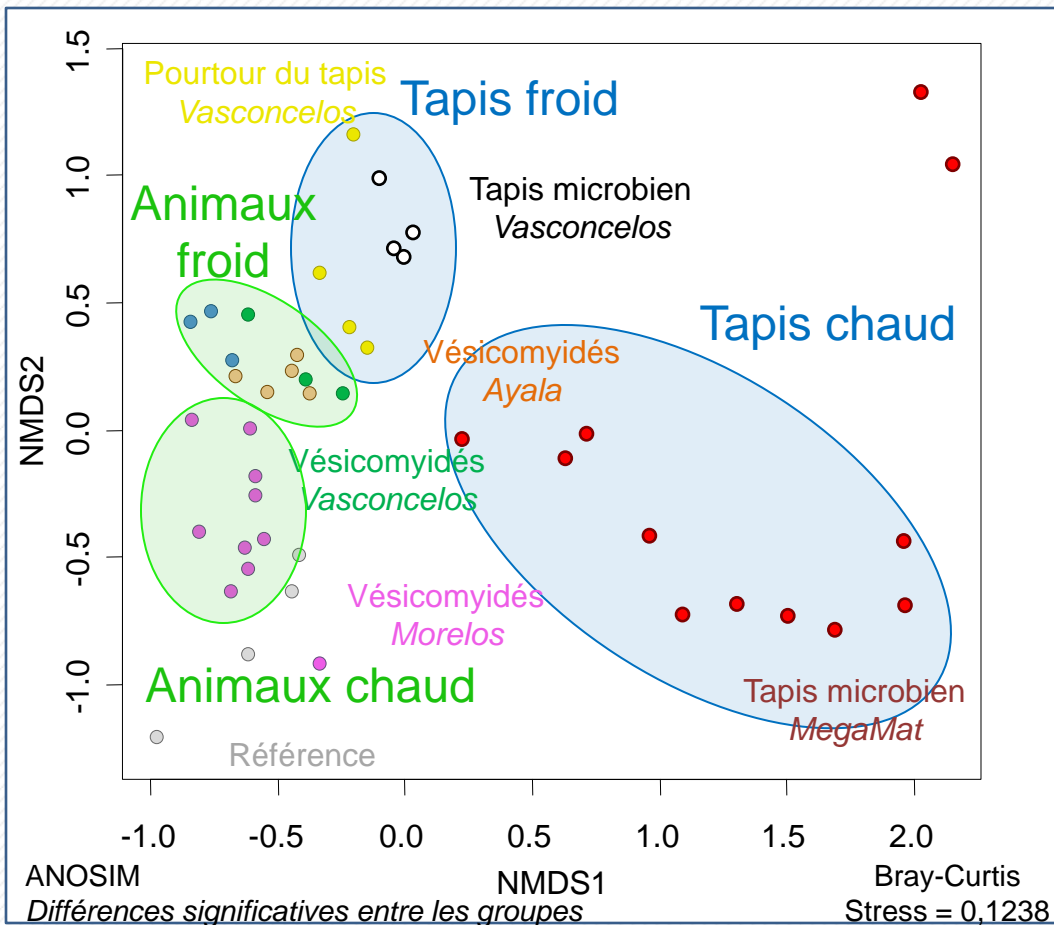
Résultats *Archaea*

Différences significatives entre les groupes

RÉSULTATS DU PYROSÉQUENÇAGE

Visualisation et interprétation des données

Représentation graphique des résultats *NMDS* (*Non-Metric Multidimensional Scaling*)



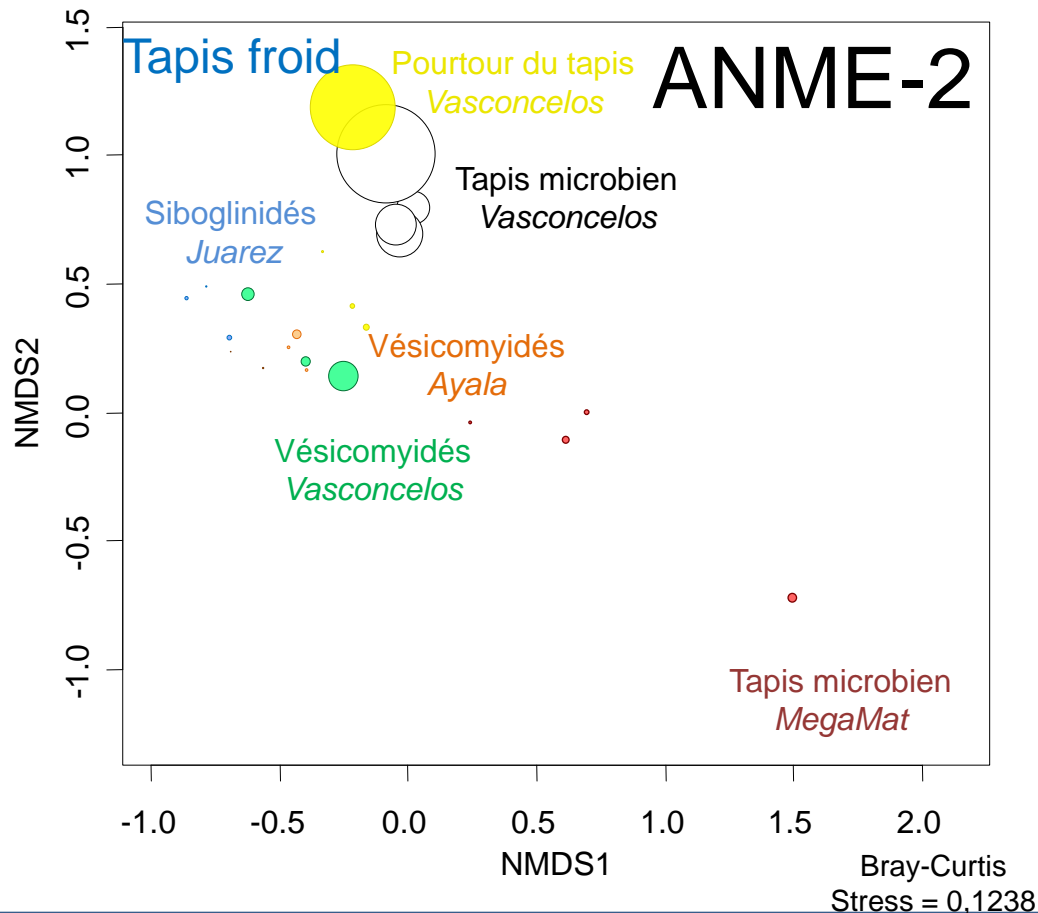
Résultats *Archaea*

Différences significatives entre les groupes



Visualisation et interprétation des données

Représentation graphique des résultats *NMDS* (*Non-Metric Multidimensional Scaling*)



Résultats *Archaea*

Différences significatives entre les groupes

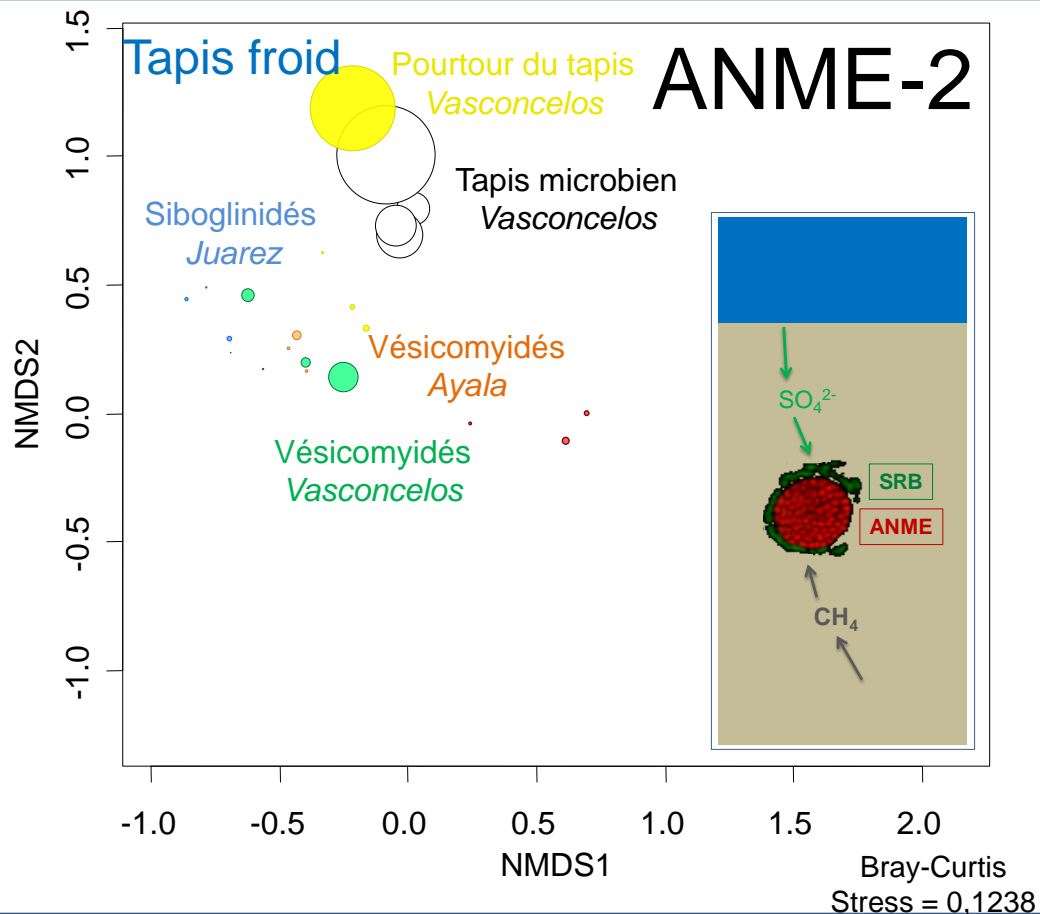
Groupes microbiens responsables

ANME-2

Proportions importantes sous les tapis microbiens du pôle froid

Visualisation et interprétation des données

Représentation graphique des résultats *NMDS* (*Non-Metric Multidimensional Scaling*)



Résultats *Archaea*

Différences significatives entre les groupes

Groupes microbiens responsables

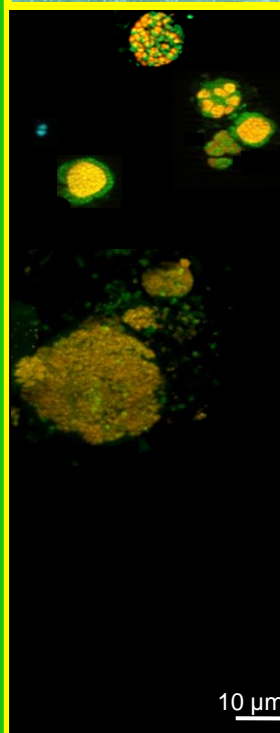
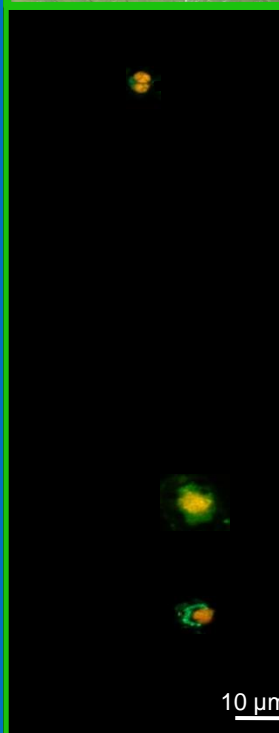
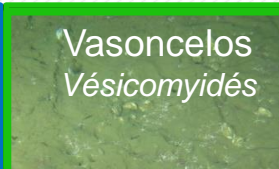
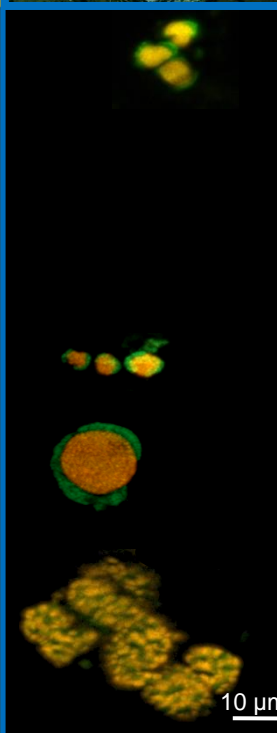
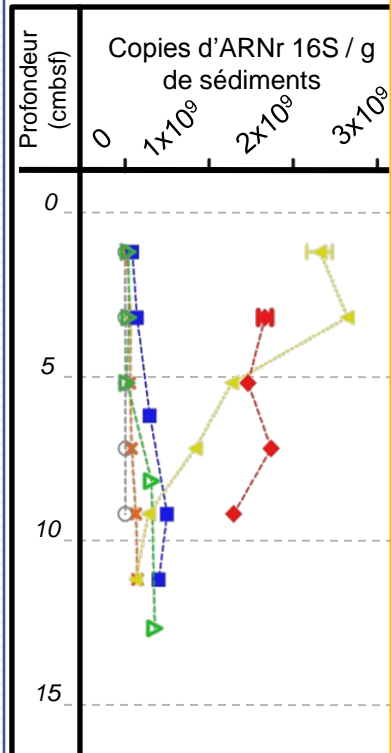
ANME-2

Proportions importantes sous les tapis microbiens du pôle froid

Visualisation et interprétation des données

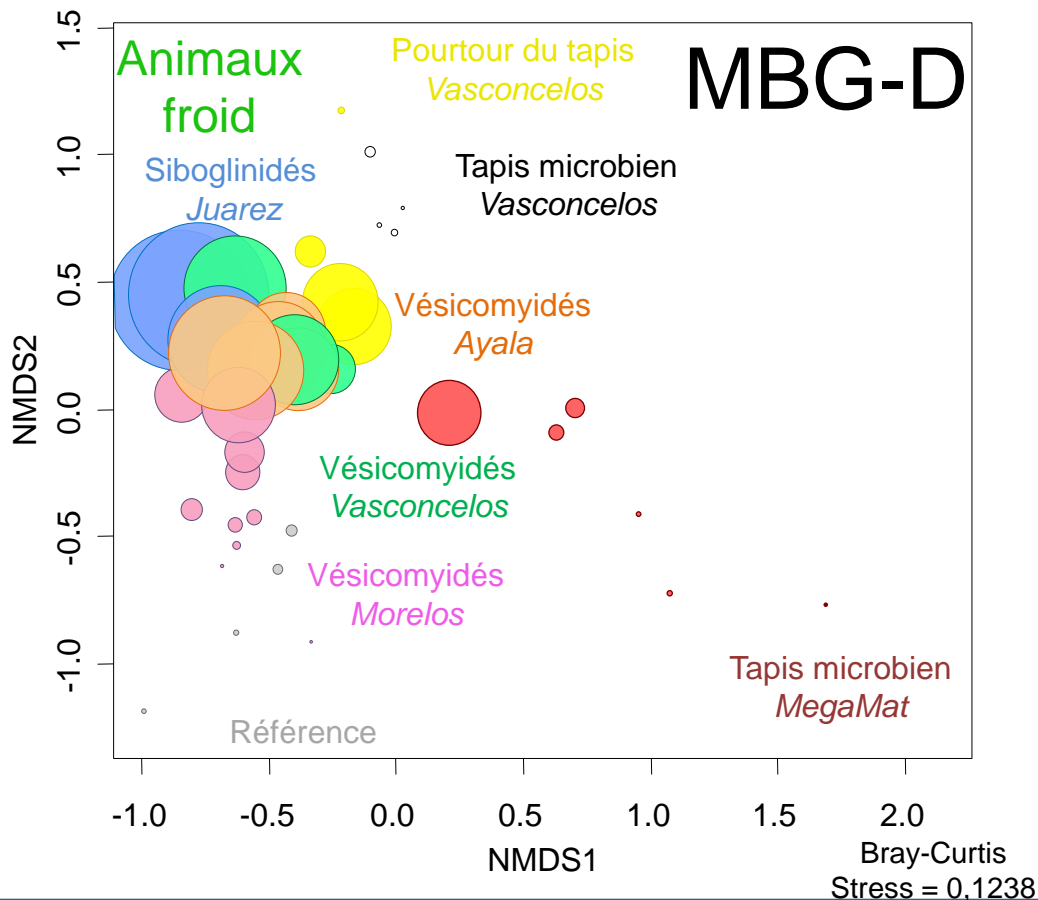
PCR quantitative et Hybridation fluorescente *in situ* (FISH)

ANME-2



Visualisation et interprétation des données

Représentation graphique des résultats *NMDS* (*Non-Metric Multidimensional Scaling*)



Résultats Archaea

Différences significatives entre les groupes

Groupes microbiens responsables

ANME-2

Proportions importantes sous les tapis microbiens du pôle froid

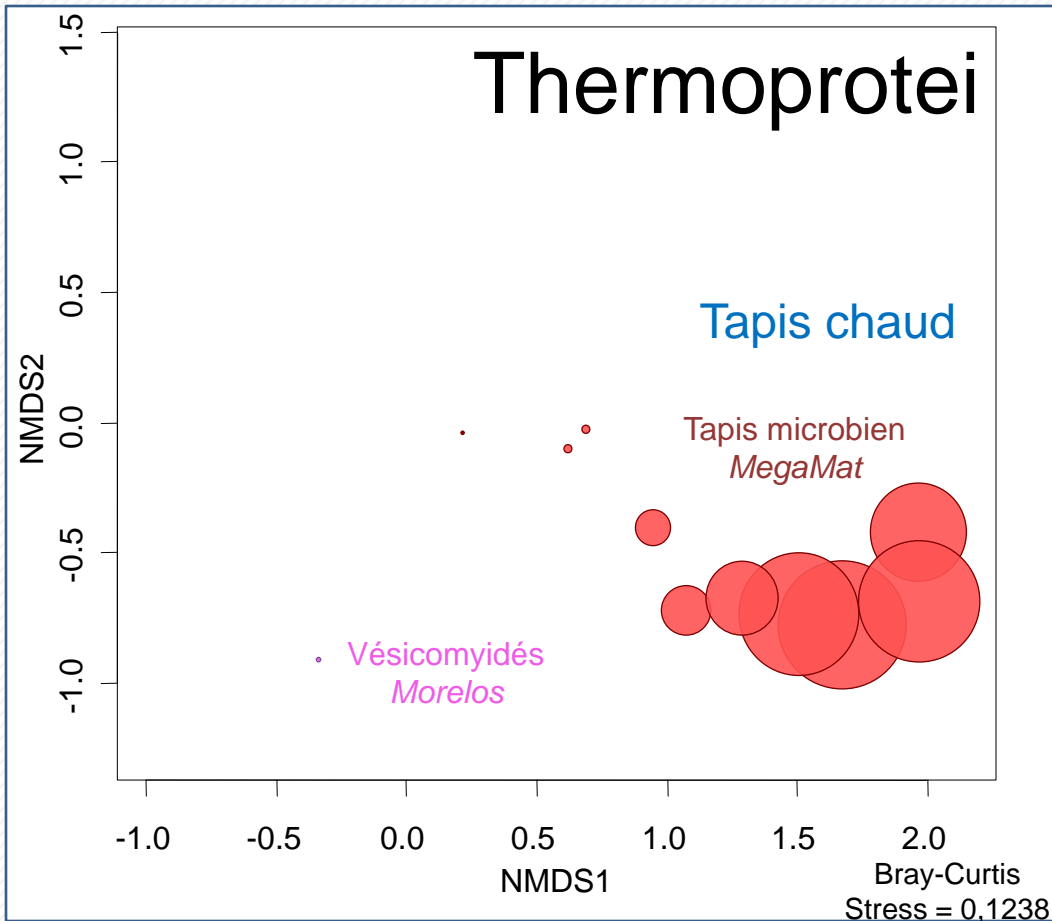
MBG-D (Marine Benthic Group D)

Proportions importantes sous les animaux du pôle froid et en profondeur sous les vésicomysidés du pôle chaud



Visualisation et interprétation des données

Représentation graphique des résultats *NMDS* (*Non-Metric Multidimensional Scaling*)



Résultats *Archaea*

Différences significatives entre les groupes

Groupes microbiens responsables

- ANME-2

Proportions importantes sous les tapis microbiens du pôle froid

- MBG-D

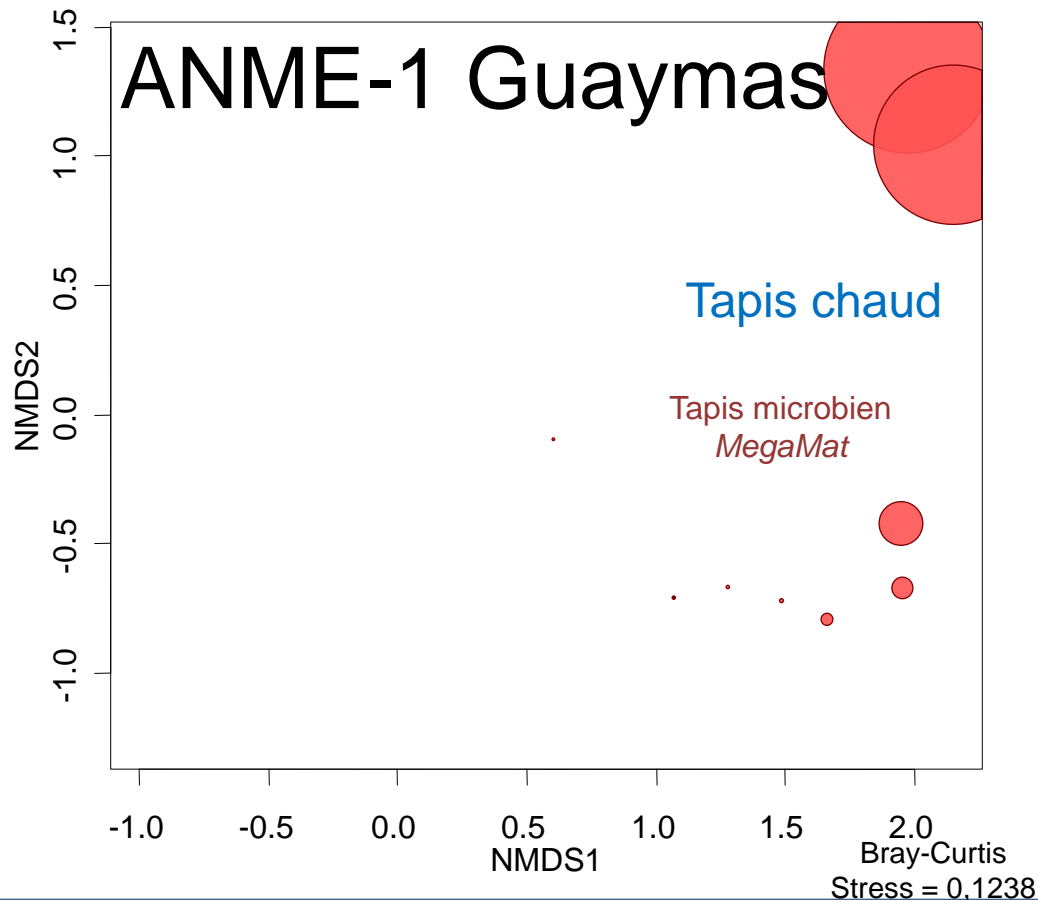
Proportions importantes sous les animaux du pôle froid et en profondeur sous les vésicomydés du pôle chaud

- Thermoprotei

Proportions importantes sous les tapis microbiens du pôle chaud

Visualisation et interprétation des données

Représentation graphique des résultats *NMDS* (*Non-Metric Multidimensional Scaling*)



Résultats *Archaea*

Différences significatives entre les groupes

Groupes microbiens responsables

- ANME-2

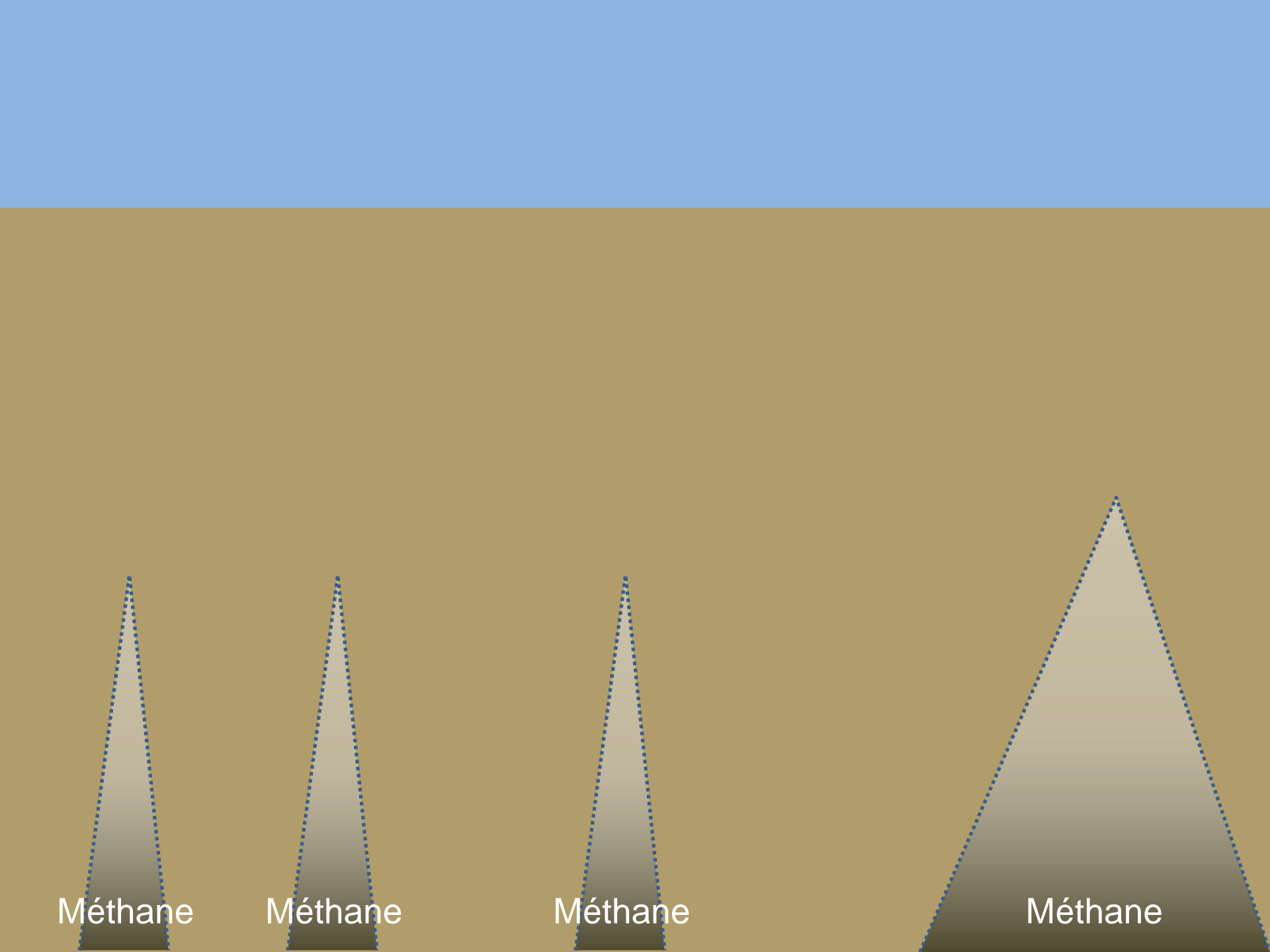
Proportions importantes sous les tapis microbiens du pôle froid

- MBG-D

Proportions importantes sous les animaux du pôle froid et en profondeur sous les vésicomys du pôle chaud

- ANME-1 Guaymas

Détectées exclusivement sous les tapis microbiens du pôle chaud

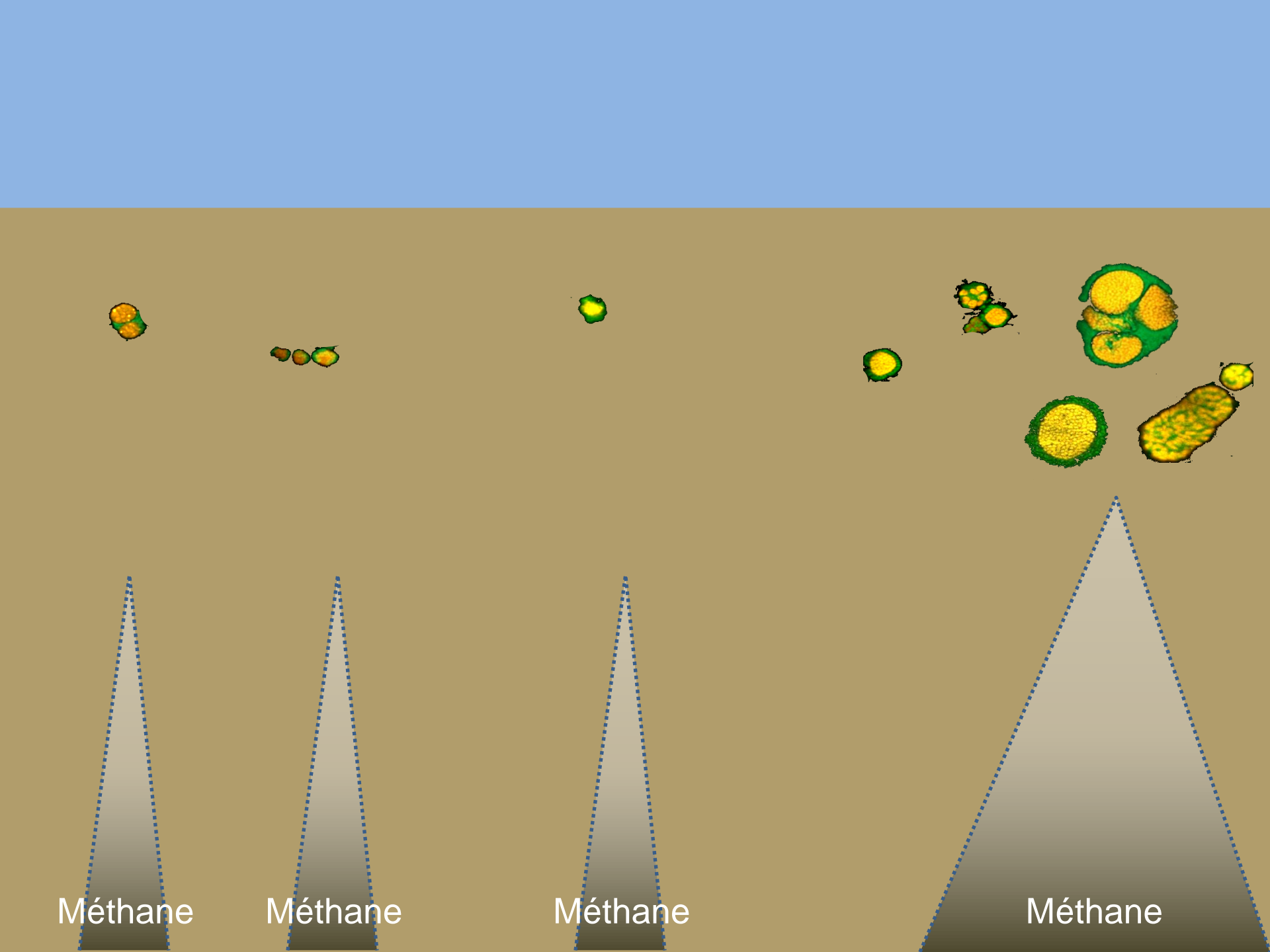


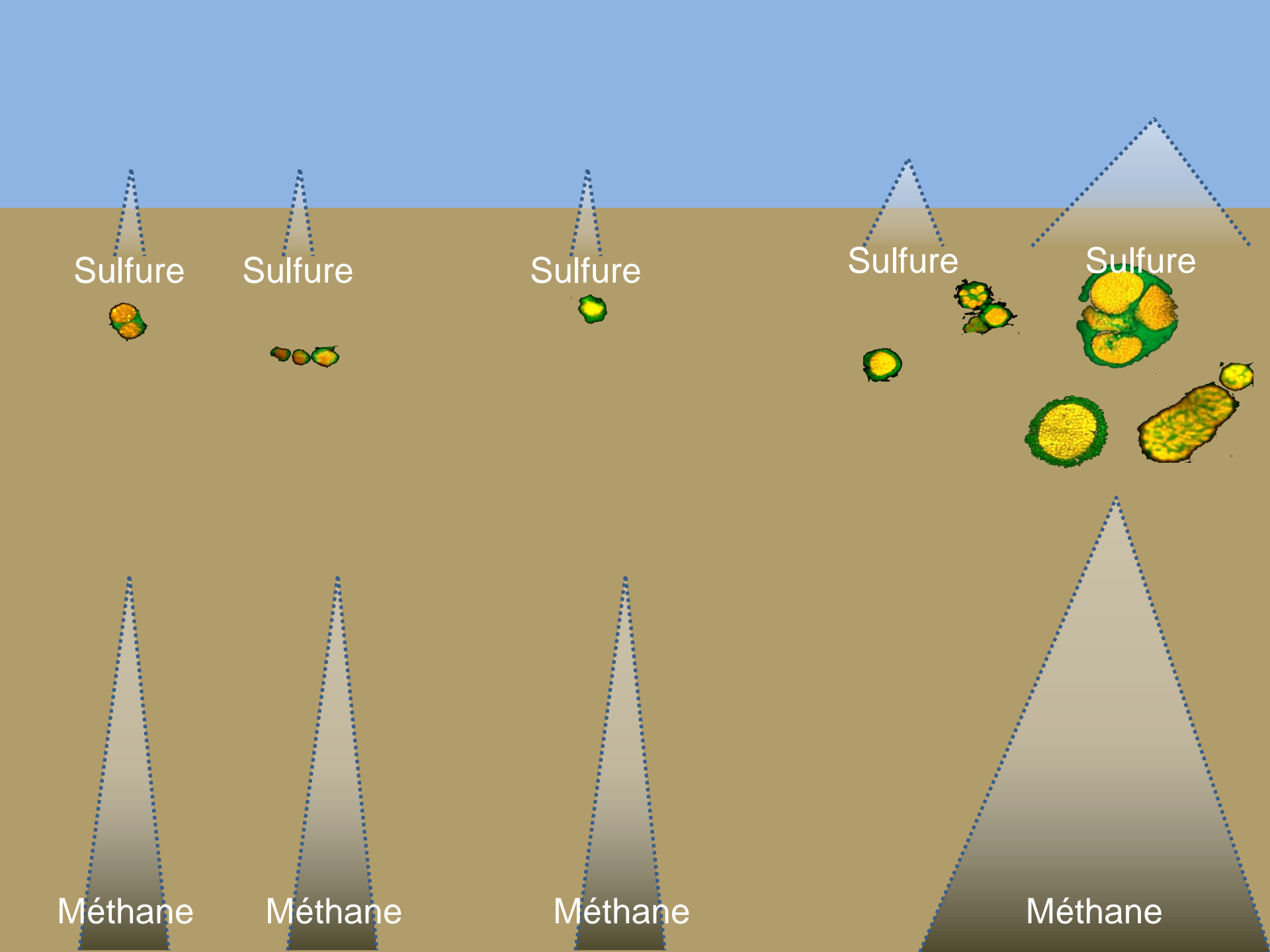
Méthane

Méthane

Méthane

Méthane





Sulfure

Sulfure

Sulfure

Sulfure

Sulfure

Méthane

Méthane

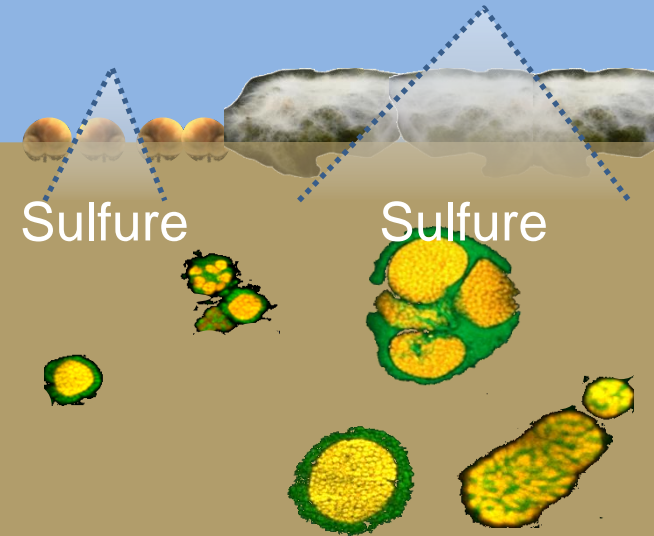
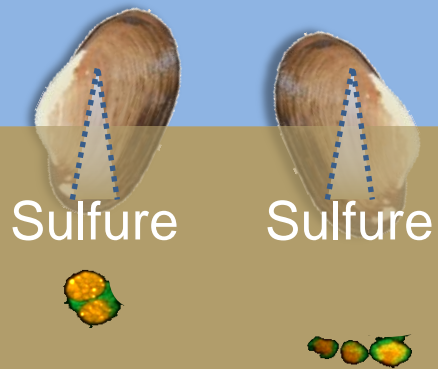
Méthane

Méthane

Vésicomysidés

Siboglinidés

Pourtour Tapis microbien



Méthane

Méthane

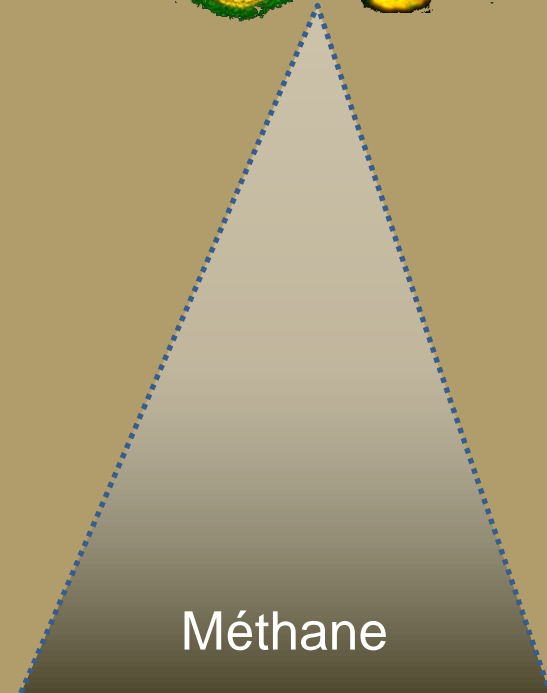
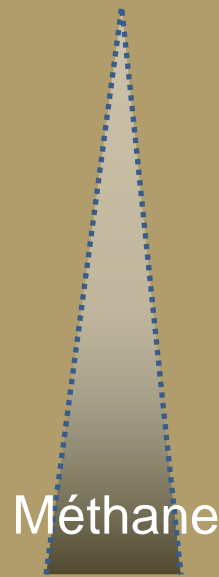
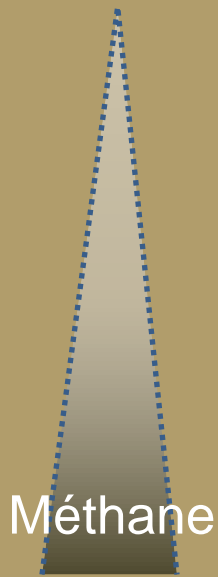
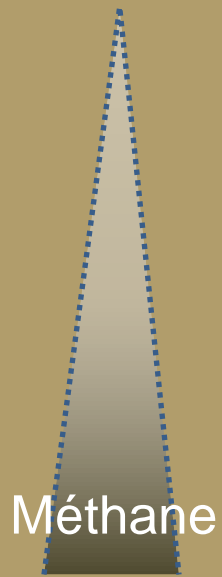
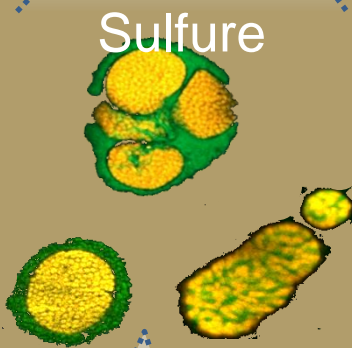
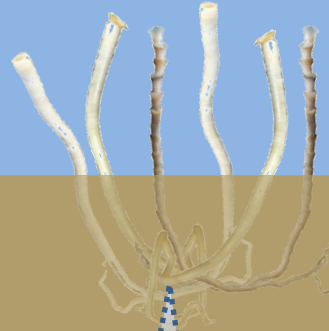
Méthane

Méthane

Vésicomydés

Siboglinidés

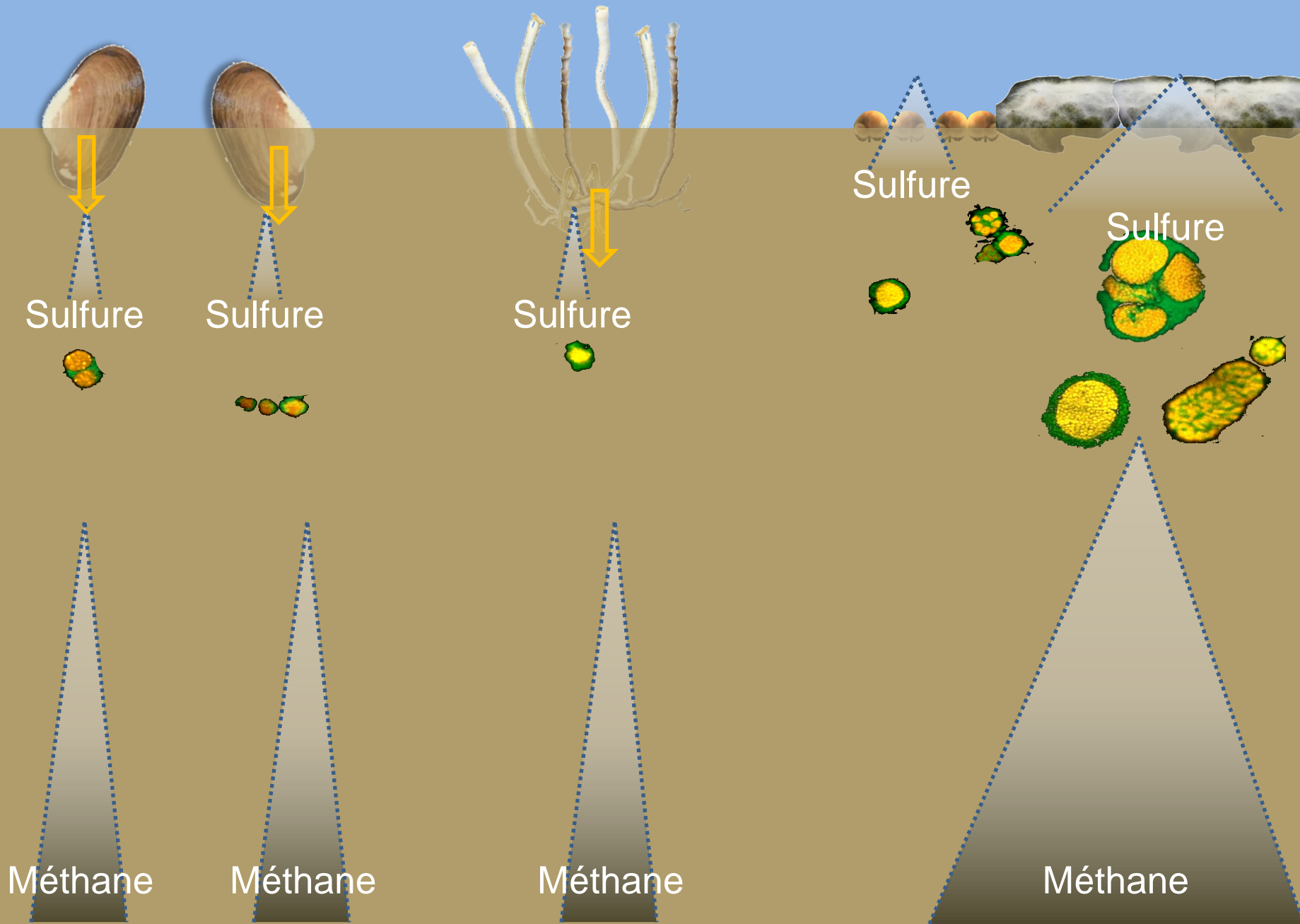
Pourtour Tapis microbien



Vésicomydés

Siboglinidés

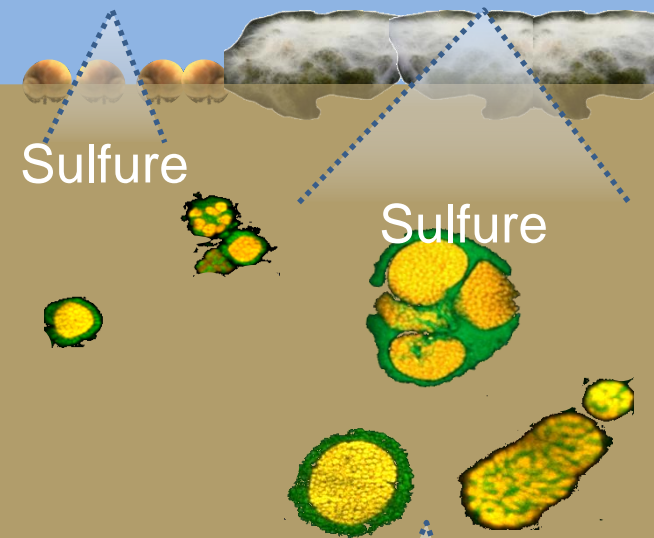
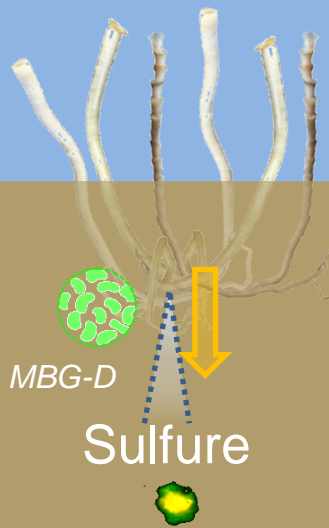
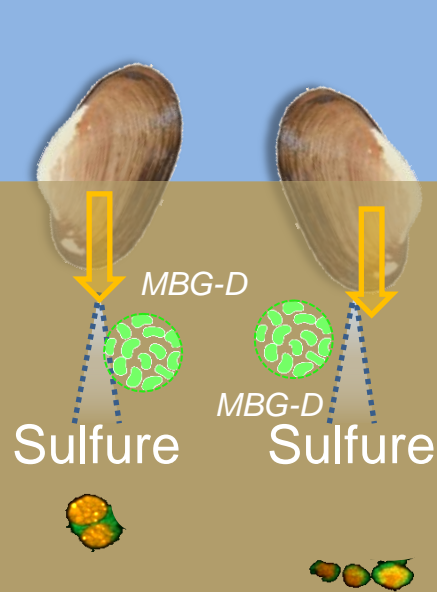
Pourtour Tapis microbien



Vésicomydés

Siboglinidés

Pourtour Tapis microbien



Méthane

Méthane

Méthane

Méthane

Tapis microbien

.....60 km.....

Tapis microbien
MegaMat



Sulfure



Méthane

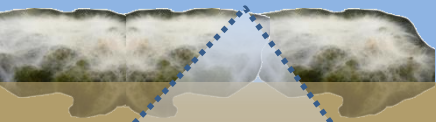
Température

Méthane
Sulfure

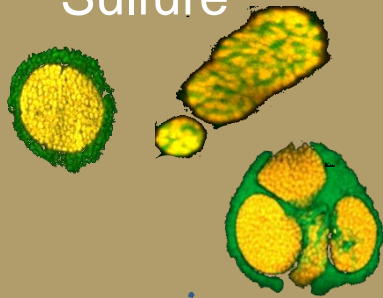
Tapis microbien

.....60 km.....

Tapis microbien
MegaMat



Sulfure



Méthane



ANME-2/SRB2?

Thermophiles...

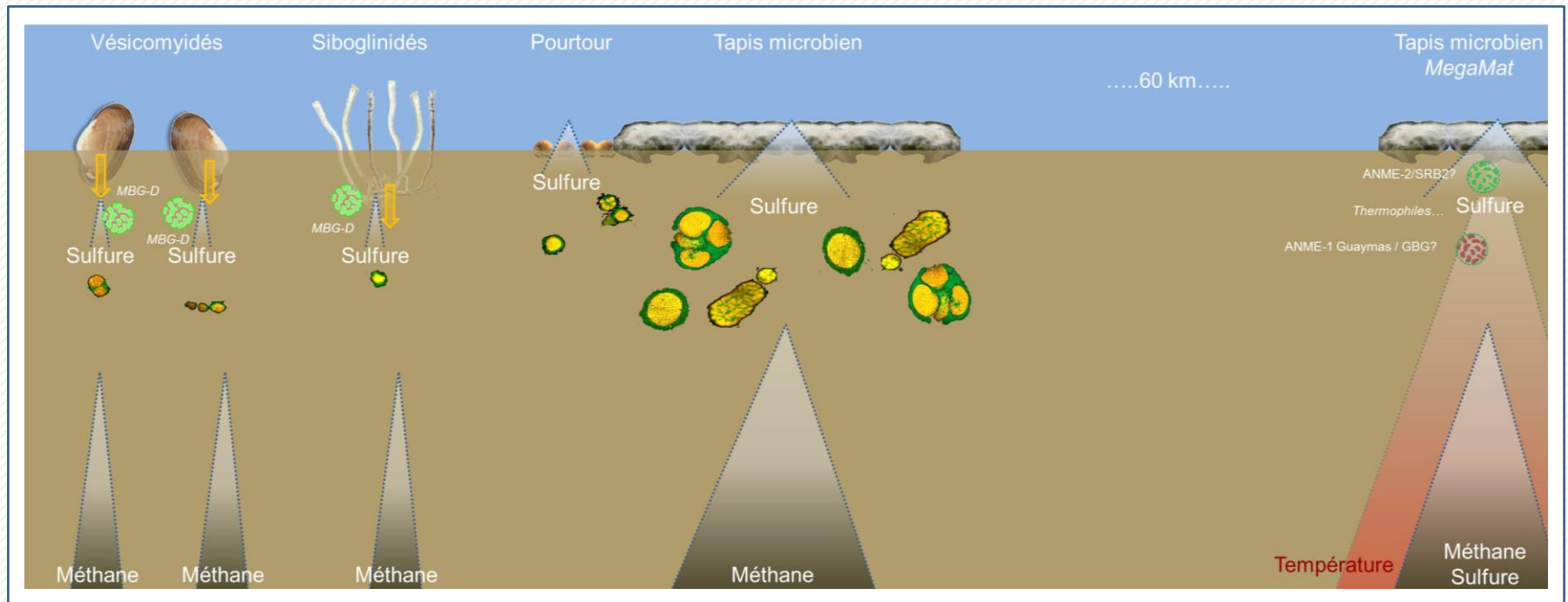
ANME-1 Guaymas / GBG?

Sulfure



Température

Méthane
Sulfure



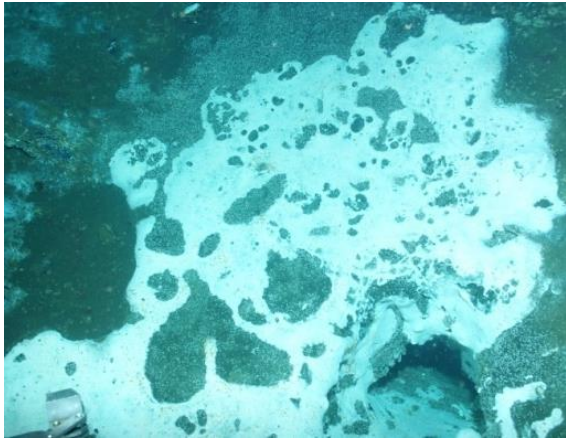
Systèmes complexes et dynamiques

Communautés microbiennes sédimentaires, composition des fluides et organismes de surface interagissent les uns avec les autres



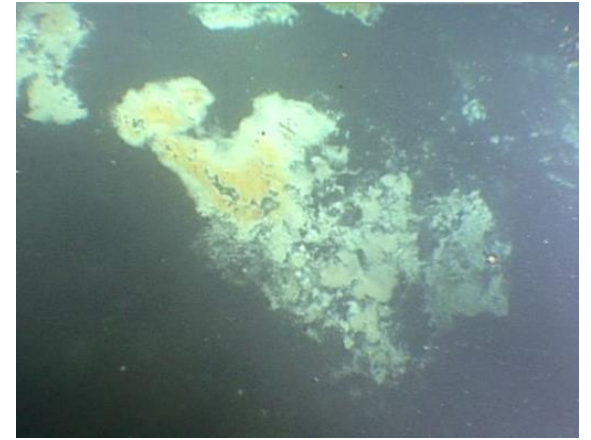
MERCI

RÉCAPITULATIF PÔLE FROID ET PÔLE CHAUD



Sédiments colonisés par des tapis microbiens

Concentrations en méthane et en sulfure proches



CEPENDANT

Communautés microbiennes différentes entre les deux sites

Gradient de température important

Développement de microorganismes thermophiles

