

## Chapitre 4 : Les cinq Phyla d'Archaea

Le domaine *Archaea* a été identifié à la fin des années 1970 lorsqu'on a commencé à appliquer l'analyse de l'ARN ribosomique 16S. Cette analyse a permis de regrouper des organismes phylogénétiquement proches, représentant une branche distincte de l'évolution des bactéries. Les *Archaea* partagent plusieurs caractéristiques avec les *Eucarya* ainsi qu'avec les *Bacteria*, tout en présentant des éléments uniques qui leur sont propres.

En général, les gènes liés à **l'information** (ceux codant pour les protéines impliquées dans la réplication, la transcription et la traduction) ressemblent à ceux des *Eucarya*, tandis que les gènes impliqués dans **le métabolisme** sont plus proches de ceux des bactéries. En coloration de Gram, les *Archaea* peuvent être positives ou négatives, mais leurs parois cellulaires sont uniques et distinctes de celles des bactéries. Contrairement aux bactéries, les parois des *Archaea* ne contiennent pas de peptidoglycane ; elles peuvent être composées de **pseudomuréines**, de **polysaccharides**, de **glycoprotéines** ou **d'autres protéines**. Cela les rend insensibles aux antibiotiques inhibant la synthèse de la paroi, tels que la pénicilline, la vancomycine et la phosphomycine, ainsi qu'au lysozyme.

D'autres différences résident dans la composition des lipides membranaires, constitués de diéthers de phytanol (association de glycérol et d'acides gras avec des branches méthylées). De plus, les transporteurs classiques d'électrons (cytochromes, quinones, flavines) sont absents et remplacés par des cofacteurs uniques comme CoM, F420, F430 et la méthanoptérine.

Les *Archaea* sont extrêmement diverses, tant sur le plan morphologique que physiologique. Elles peuvent adopter des formes variées : sphériques, en bâtonnet, spiralées, lobées, cuboïdes, triangulaires, aplaties, de forme irrégulière ou pléomorphes. Certaines vivent sous forme de cellules isolées, tandis que d'autres forment des filaments ou des agrégats. Les endospores sont absentes. Leur multiplication peut se faire par scissiparité, bourgeonnement, fragmentation ou d'autres mécanismes. Si la plupart des *Archaea* sont des anaérobies stricts, certaines sont aérobies, et beaucoup sont mobiles.

Sur le plan nutritionnel, elles varient des chimiolithoautotrophes aux organotrophes. On trouve parmi elles des psychrophiles, des mésophiles et des hyperthermophiles capables de croître à plus de 100 °C.

Les *Archaea* colonisent une grande variété d'habitats. En effet, nombre d'entre elles se trouvent dans des milieux extrêmes (températures ou pH extrêmes, fortes concentrations en sels, environnements anoxiques). Cependant, elles représentent également au moins 20 % de la biomasse procaryotique du plancton marin et sont des membres importants de certaines communautés du sol, qui ne sont pas des environnements extrêmes. De plus, certaines *Archaea* vivent en symbiose dans le système digestif d'animaux. Toutefois, à ce jour, aucune archée pathogène n'a été décrite.

## 1. Classification des Archæa

Les Archæa sont divisés en cinq phylums :

- Les Euryarchaeota
- Les Crenarchaeota
- Les Koraarchaeota
- Les Nanoarchaeota
- Les Taumarchaeota

La seconde édition de Bergey's Manual divise les Archæa en deux phylum les Euryarchaeota et les Crenarchaeota qui renferment le plus grand nombre de taxons, les trois autres phylums ne sont pas encore étudiés.

### 1.1. Le phylum Euryarchaeota

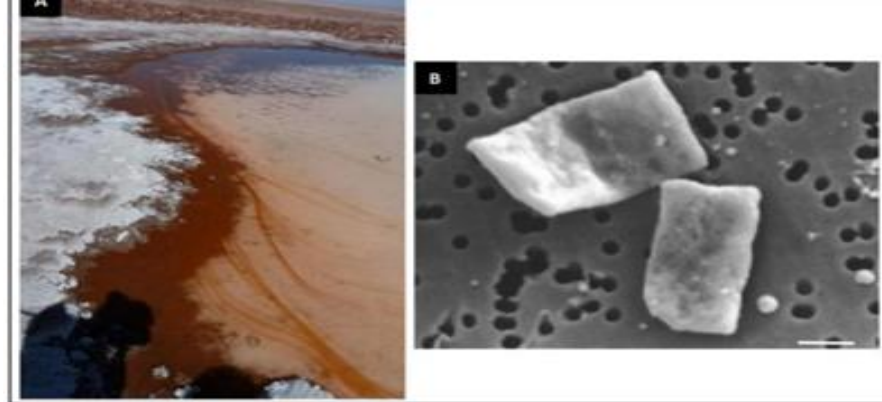
Les **Euryarchaeota**, un phylum du domaine des Archaea, regroupent plusieurs classes et ordres reflétant leur diversité écologique et métabolique. Il comprend cinq groupes principaux : les méthanogènes, les halobactéries, les thermoplasmes, les thermophiles extrêmes qui réduisent le soufre et les Archæa réductrices de sulfate.

#### 1.1.1. Classe Archaeoglobi

- ✓ Comprend des archaea anaérobies strictes, capables de réduire les sulfates.
- ✓ Ordre : *Archaeoglobales*.

### 1.1.2. Classe Halobacteria

- ✓ Archaea halophiles extrêmes, vivant dans des environnements très salins (par exemple, les marais salants).
- ✓ Ordre : *Halobacteriales*.



**Figure n 29** : Archées halophiles. **A** : salar du lac d'Atacama au Chili, les trainées rouges sont des colonies d'archées halophiles filamenteuses. **B** : *Haloquadratum walsbyi*, une halobactériale à la forme caractéristique carrée et plate.

### 1.1.3. Classe Methanobacteria

- ✓ Regroupe des méthanogènes produisant du méthane à partir de  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2$ .
- ✓ Ordre : *Methanobacteriales*.

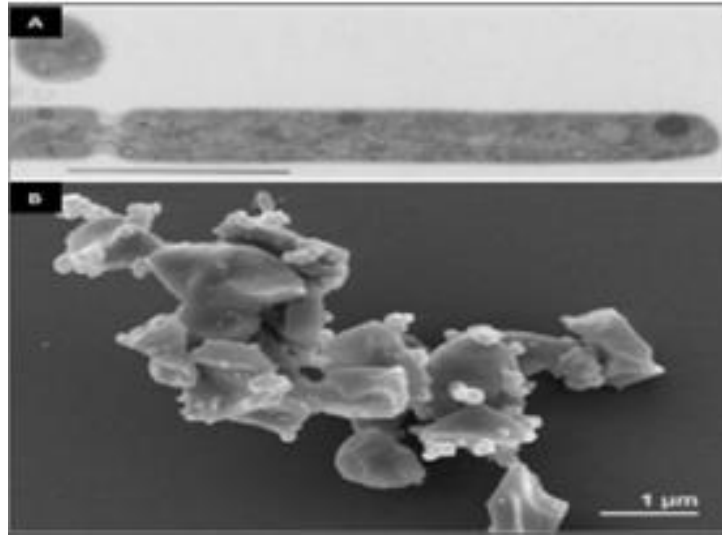


**Figure n 30** : un tapis microbien anoxique sous-marin, dans lequel sont présentes des archées méthanogènes et des méthanotrophes.

### 1.1.4. Classe Thermococci

- ✓ Hyperthermophiles marins souvent anaérobies, utilisant des composés soufrés pour leur métabolisme.

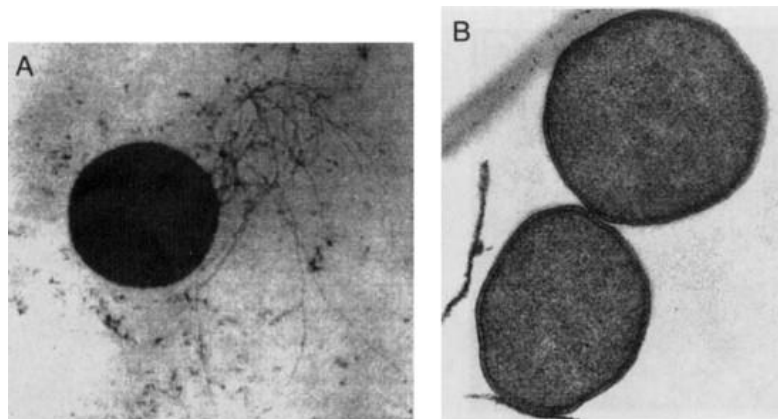
- ✓ Ordre : *Thermococcales*.



**Figure n 31** : Euryarchées hyperthermophiles. **A** : coupe fine de *Mythanopyrus kandieri*. **B** : cellule d'*Archaeoglobus profundus*, image d'émicroscopie électronique à balayage.

#### 1.1.5. Classe Thermoplasmata

- ✓ Archaea sans paroi cellulaire, acidophiles, souvent thermophiles.
- ✓ Ordre : Thermoplasmatales.



**Figure n 32** : Thermoplasmatales

#### 1.2. Le phylum Crenarchaeota

Les thermophiles extrêmes dépendent du soufre pour leurs croissances et sont fréquemment acidophiles. Le soufre peut être utilisé comme accepteur d'électrons dans la respiration anaérobies ou comme donneur d'électrons par les chimiolithotrophes. Nombre d'entre eux sont anaérobies stricts et se développent dans

les sols, les eaux chauffées par géothermie et riches en soufre. Le phylum ne comprend qu'une seule classe, **les Thermoprotei**, qui est divisée en quatre ordres et six familles.

### 1.2.1. Classe Thermoprotei

#### ❖ Ordre des Thermoprotéales

Cet ordre contient deux familles. La famille des Thermoproteaceae comprend des genres bâtonnets hyperthermophiles anaérobies ou facultatifs. La famille des Thermophilaceae n'a qu'un représentant : *Thermophilum pendens*.

#### ❖ Ordre des Sulfolobales

Ce sont des thermoacidophiles en formes de coques.

#### ❖ Ordre des Desulfurococcales

Les deux familles de cet ordre contiennent des hyperthermophiles coccoides ou en forme de disque. La famille des Desulfurococcaceae comprend le genre *Ignicoccus*. La famille des Pyrodictiaceae comprend le genre *Pyrodicticum*. A cette famille, appartient aussi le genre *Pyrolobus*. *P.fumari* est l'un des microbes les plus thermophiles isolés à ce jour. Son optimum de température se situe à 106°C et son maximum à 113°C.

Domaine : Archées

Phylum : Crénarchéote

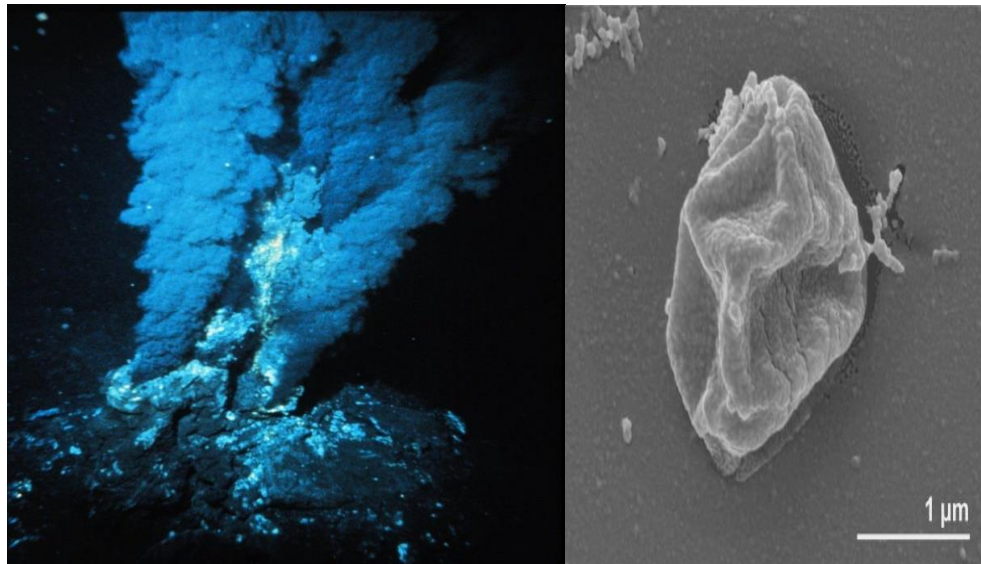
Classe : Thermoprotéines

Ordre : Désulfurococcales

Famille : Pyrodictiacées

Genre : *Pyrolobus*

Espèce : *P.fumari*



**Figure n 33 :** Desulfurococcales. **A :** fumeur noir de la dorsale océanique. Environnement hyperthermophile dans lequel se trouve particulièrement des Désulfurococcales. **B :** *Pyrolobus fumari* sou microscope électronique.

#### ❖ **Ordre des Caldisphaerales**

Cet ordre ne comporte qu'un genre, *Caldisphaera*, dont les membres sont des coques thermoacidophiles, aérobies et hétérotrophes.