

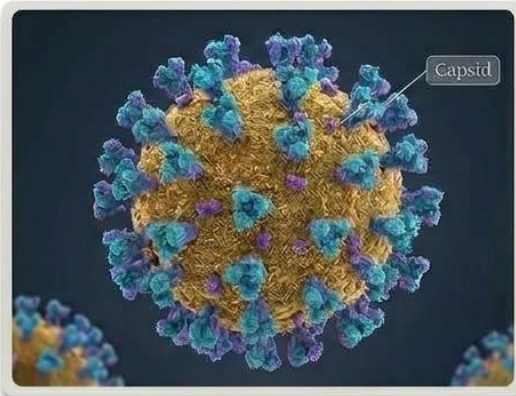
MICROBIOLOGIE ORALE • RECHERCHE & INNOVATION

Evolution du microbiote oral : les Archaea méthanogènes

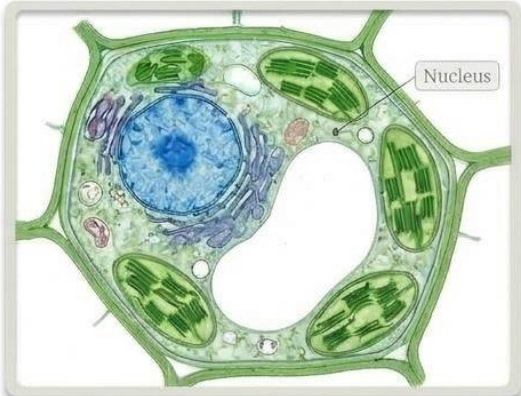


Pr Elodie TERRER

INTRODUCTION



Virus



Eucariote

Characteristic	Bacteria	Archaea
Chromosome geometry	Polymorph	Monomorph
Plasmids	Common	Occasional
DNA Histone proteins	No	Yes
Peptidoglycan cell wall	Yes	No
Membrane lipids	Ester-linked	Ether-linked
Ribosome sedimentation value	70S	70S
Ribosome sensitivity to diphtheria toxin	No	Yes
First amino acid in a protein	Formylmethionine	Methionine
Chlorophyll-based photosynthesis	Yes Cyanobacteria	No
Growth above 80°	Yes	Yes
Growth above 100°	No	Yes
Methanogenesis	No	Yes
N ₂ fixation	Yes	Yes
Reduction of S to H ₂ S	Yes	Yes
ARN polymerase type	I	II
Cell division	FtsZ	FtsZ
Magnetosomes	Yes	No

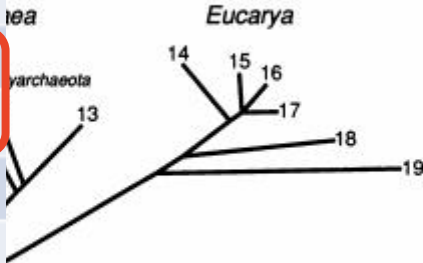
Proc. Natl. Acad. Sci. USA
Vol. 87, pp. 4576–4579, June 1990
Evolution

Towards a natural system of classification of
Archaea, Bacteria, and Eucarya

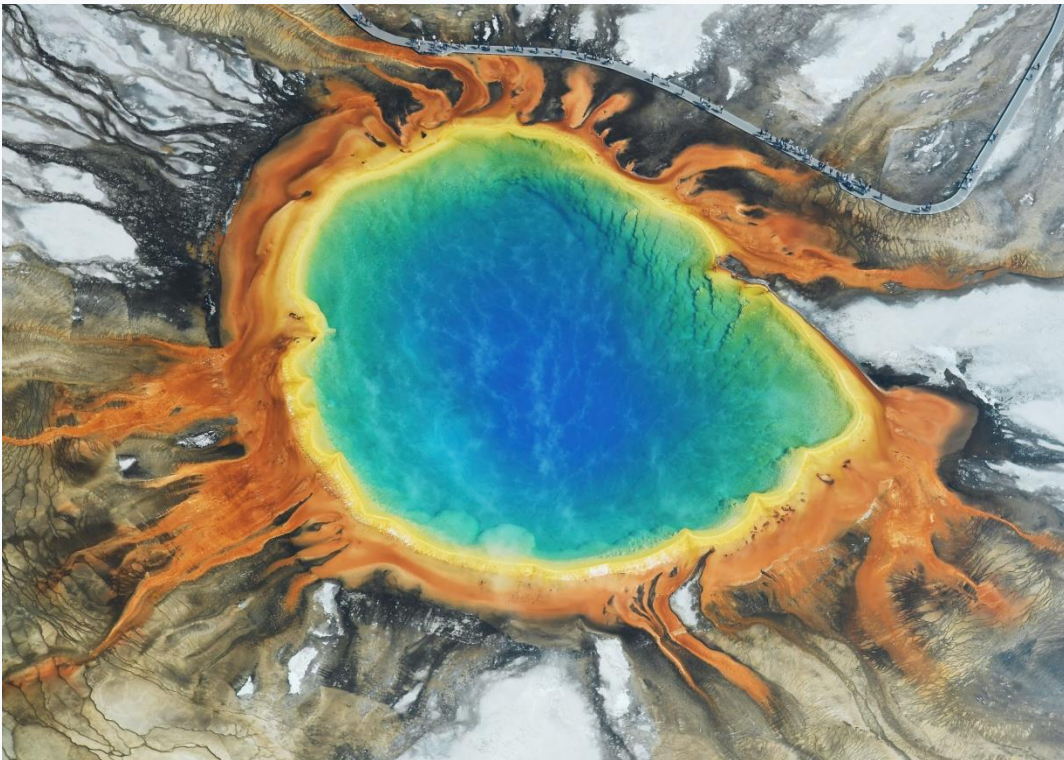
(Euryarchaeota/Crenarchaeota/kingdom/evolution)

CARL R. WOESE*†, OTTO KANDLER‡, AND M. J. OLSEN

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 87 (1990)



Découvertes des Archaea dans l'environnement: conditions extrêmes



[Parc national de Yellowstone - Wikipedia](#)

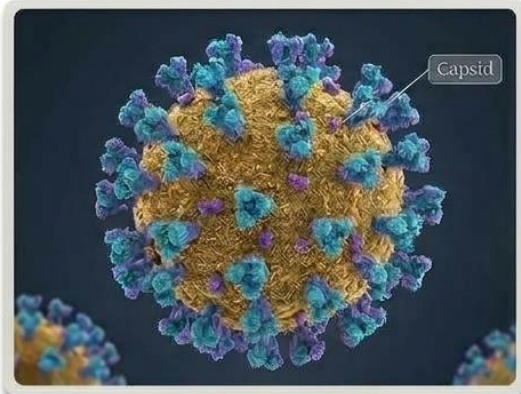


[Volcan Kilauea - Franceinfo](#)

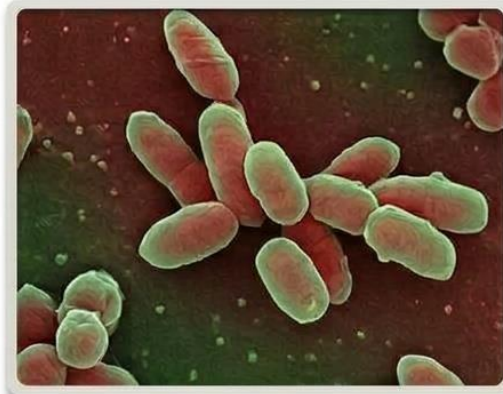


[Parc national de Yellowstone - Vikidia](#)

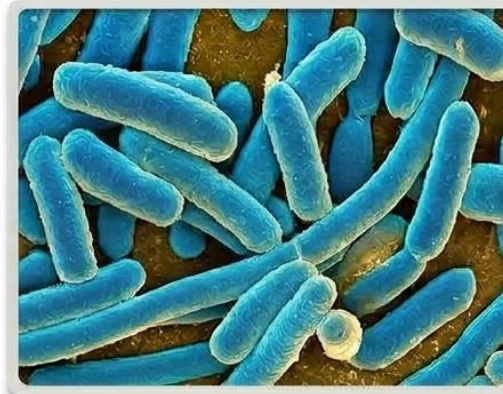
INTRODUCTION



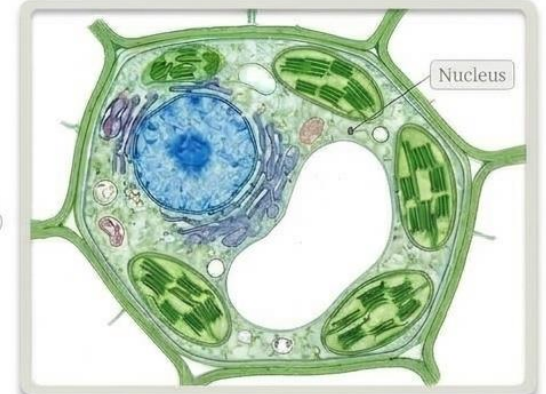
Virus



Archaea



Bactérie



Eucariote



Le groupe des Archaea

Archaea
Halophiles

Archaea
Thermophiles

Archaea
Méthanogènes

- Première espèce d'archaea intestinale
Methanobrevibacter smithii (Miller et al. 1982)
- ***Methanobrevibacter oralis*** isolée à partir de prélèvements de plaque sous-gingivale
(Belay et al. 1988)

EVOLUTION DU MICROBIOTE ORAL: LES ARCHAEA A TRAVERS LES SIECLES

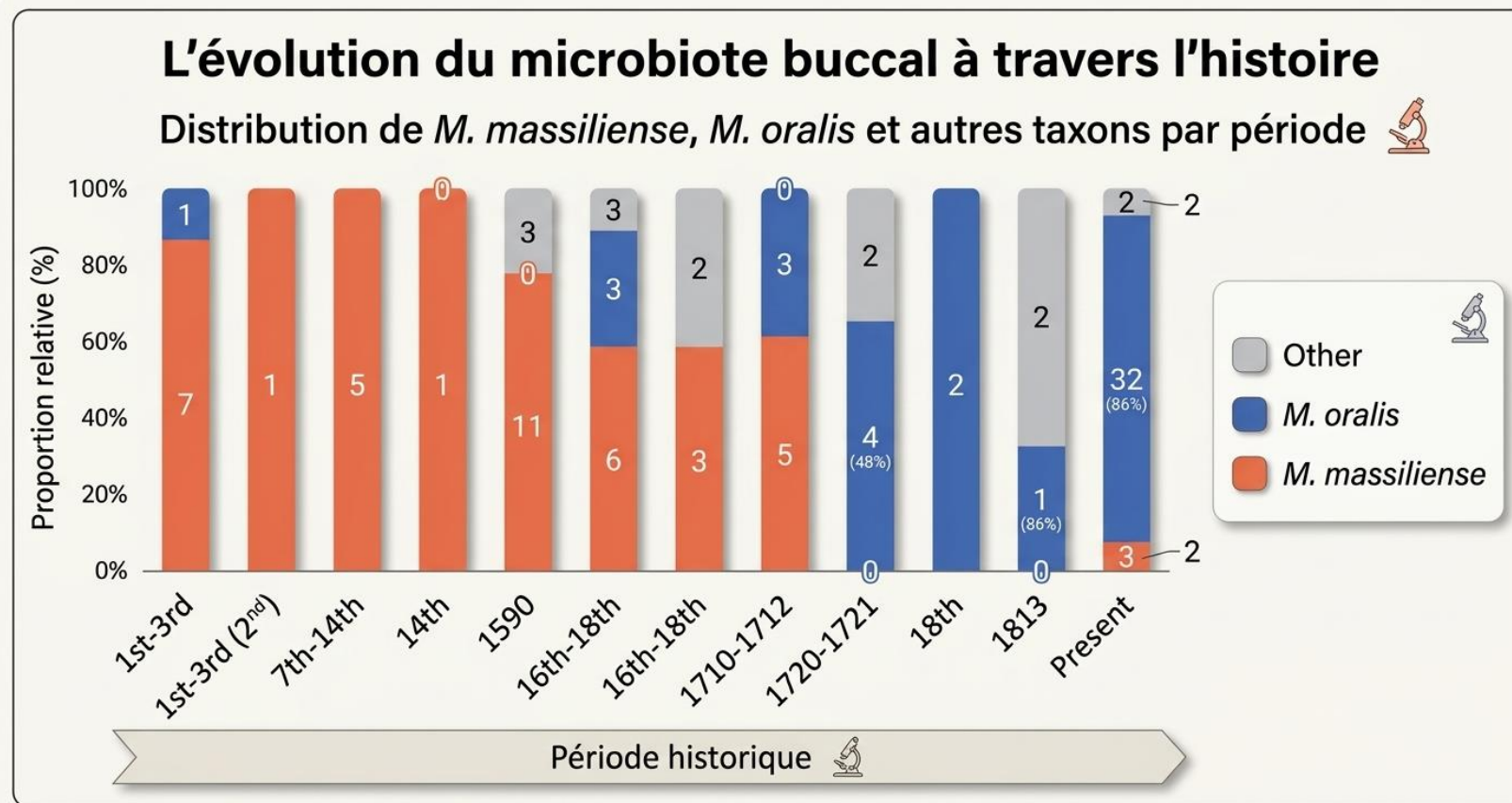
Paléomicrobiologie

Etudes par PCR-séquençage et par métagénomique

Echantillons de tartres anciens datés
du Néolithique à l'époque
contemporaine en Europe (charniers ou
prélèvement sur patients)

Méthanobrevibacter massiliense
était l'espèce prédominante jusqu'au
18^{ème} siècle

Changement de l'espèce
prédominante à l'époque moderne :
Méthanobrevibacter oralis

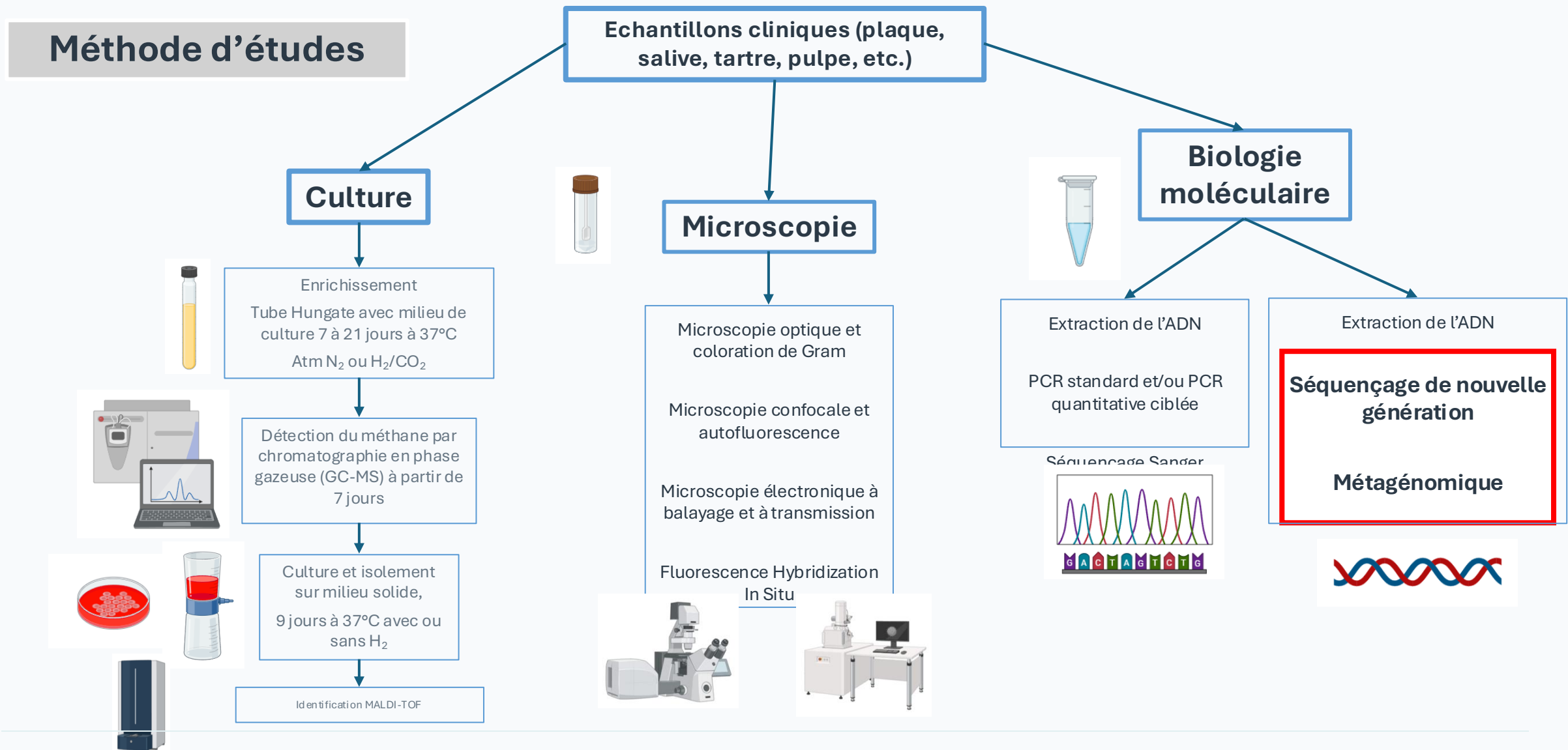


Huynh HT, Nkamga VD, Signoli M, Tzortzis S, Pinguet R, Audoly G, Aboudharam G, Drancourt M. Restricted diversity of dental calculus methanogens over five centuries, France. *Sci Rep.* 2016;6:25775.

Pillioli V., Boualam M., Hamieh A., Tellissi L., Aboudharam G., Tassery G., Drancourt M., Grine G., Terrer E. *Methanobrevibacter oralis*: a comprehensive review. *J Oral Microbiol.* 2024;16(1):2415734.

Pillioli V, Beye M, Boualam MA, Tellissi L, Slimani A, Drancourt M, Aboudharam G, Tassery H, Grine G, Terrer E. Evidence of a millennia-old association between a methanogenic archaeon and a bacterium in dental calculus: A re-analysis of ancient and modern metagenomic datasets. *Arch Oral Biol.* 2026.

EVOLUTION DU MICROBIOTE ORAL: LES ARCHAEA DU MICROBIOTE ORAL CONTEMPORAIN



EVOLUTION DU MICROBIOTE ORAL: LES ARCHAEA METHANOGENES

Nouvelles techniques

Méthanogènes = microorganismes fastidieux

Culture fastidieuse

- Aérintolérante
- pH sensible (7,3 +/- 0,5)
- Besoins spécifiques
- **Source Hydrogène**
- Milieu sélectif

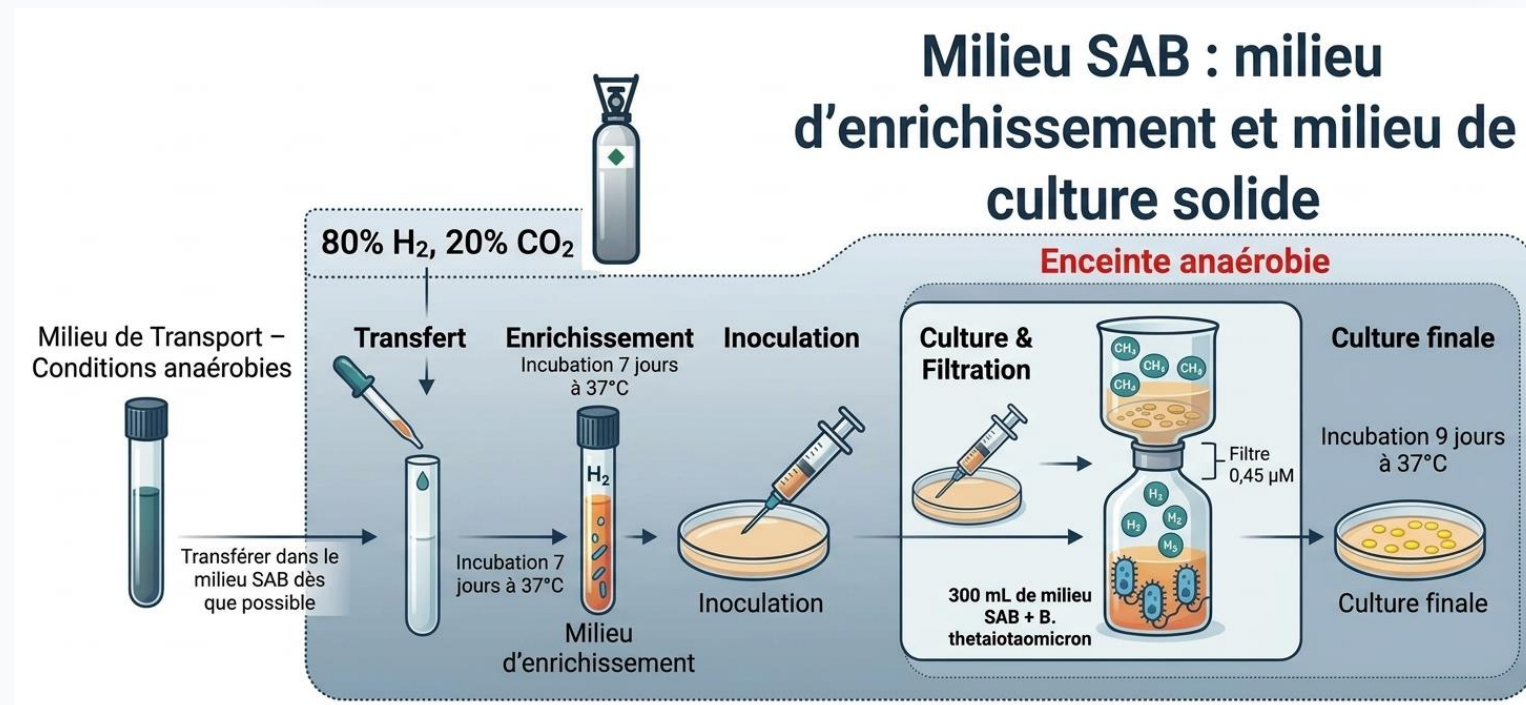
PLoS One. 2013; 8(4): e61563.

Published online 2013 Apr 17. doi: [10.1371/journal.pone.0061563](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061563)

PMCID: PMC3629087

PMID: [23613876](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23613876/)

A Versatile Medium for Cultivating Methanogenic Archaea



EVOLUTION DU MICROBIOTE ORAL: LES ARCHAEA METHANOGENES

Milieu GG (patent FR 23 01404)



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Journal of Microbiological Methods

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jmicmeth

Culturing clinical *Methanobrevibacter smithii* using GG medium in a minimal anaerobe atmosphere.

Virginie Pilliol^{a,b}, Cheick Oumar Guindo^{a,c}, Elodie Terrer^{a,b}, Gérard Aboudharam^{a,b}, Michel Drancourt^{a,c}, Ghiles Grine^{a,c,*}



1,2

Brevets

Marques

Dessins & Modèles

Droits d'auteur

Noms de domaine

Votre réf. : Milieu de culture GG

Notre réf. : 1H533160 0036 FR BN (STF/NIM/JPR)

Nouvelle demande de brevet en France

Titre : Milieu et procédé de culture des archaea méthanogènes

Avis de dépôt

Chère Madame,

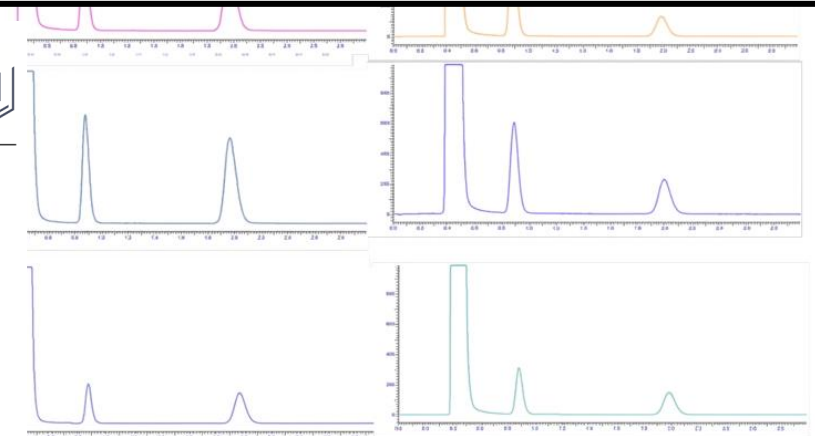
Conformément à vos instructions, nous avons procédé au dépôt de la demande de brevet ayant l'objet ci-dessus.

Les caractéristiques de cette nouvelle demande de brevet sont les suivantes :

Déposants : FONDATION MEDITERRANEE INFECTION
AIX-MARSEILLE UNIVERSITE

Date de dépôt : 15 février 2023

Numéro de dépôt : 23 01404



Khelaifia S, Virginie P, Belkacemi S, Tassery H, Terrer E, Aboudharam G. Culturing the Human Oral Microbiota, Updating Methodologies and Cultivation Techniques. *Microorganisms*. 2023.

Pilliol V, Guindo CO, Terrer E, Aboudharam G, Drancourt M, Grine G. Culturing clinical *Methanobrevibacter smithii* using GG medium in a minimal anaerobe atmosphere. *J Microbiol Methods*. 2023.

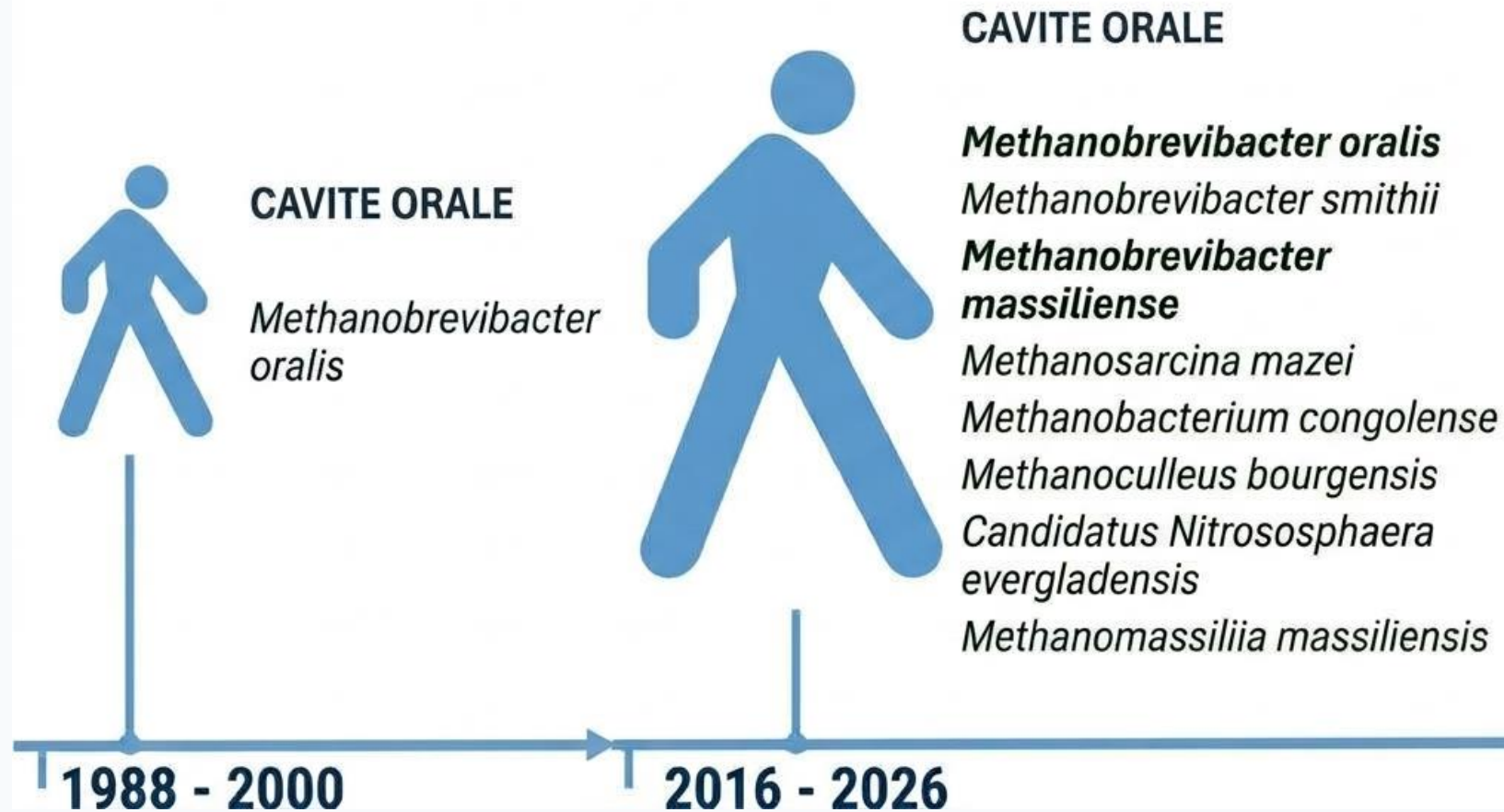
EVOLUTION DU MICROBIOTE ORAL: LES ARCHAEA METHANOGENES

Plateforme ARCHAEA

Ecole de Médecine Dentaire Marseille



EVOLUTION DU MICROBIOTE ORAL: LES ARCHAEA METHANOGENES



EQUIPES TRAVAILLANT SUR LES METHANOGENES HUMAINS

1. Dr Jean-François BRUGÈRE;
Université de Clermont Ferrand (France).
2. Pr Ruth SCHMITZ-STREIT ;
Université Christian-Albrecht de Kiel (Allemagne).
3. Pr Haruyuki ATOMI ; Université de Kyoto (Japon).
4. Pr Stephen David BELL ;
Université de l'Indiana (USA).
5. **Pr ELODIE TERRER / Pr Michel DRANCOURT** ; Aix-Marseille Université (France).

DIFFICULTES DE RECHERCHE

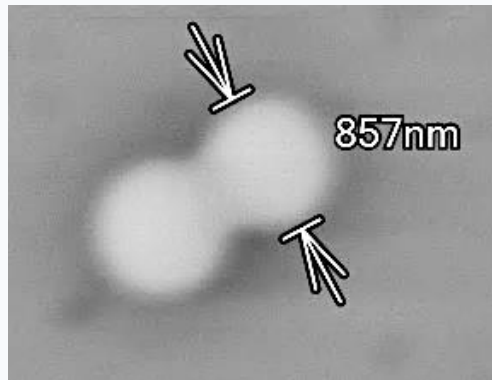
- Culture de laboratoire fastidieuse.
- Maîtrise complexe des techniques
- Difficultés de publication.

EVOLUTION DU MICROBIOTE ORAL: LES ARCHAEA METHANOGENES

Nouvelles espèces

➤ ***Methanosphaera massiliense***, zoonose
(*Candidatus* *Methanosphaera massiliense*
sp. nov., Pilliol V. 2024)

➤ ***Methanobrevibacter massiliense* et
Pyramidobacter piscolens Co-Culture**
(Pilliol V. 2024)



Ca. Methanosphaera massiliense

Méthanogènes

❖ Activité symbiotique



Microbiology
Spectrum



Open Peer Review | Clinical Microbiology | Research Article

***Candidatus* *Methanosphaera massiliense* sp. nov., a
methanogenic archaeal species found in a human fecal sample
and prevalent in pigs and red kangaroos**

Virginie Pilliol,^{1,2} Madjid Morsli,^{1,3} Laureline Terlier,¹ Yasmine Hassani,^{1,3} Ihab Malat,^{1,3} Cheick Oumar Guindo,^{1,3} Bernard Davoust,^{1,3}
Benjamin Lamglait,⁴ Michel Drancourt,^{1,3} Gérard Aboudharam,^{1,2} Ghiles Grine,³ Elodie Terrer^{1,3}



microorganisms



Article

***Methanobrevibacter massiliense* and *Pyramidobacter piscolens* Co-Culture Illustrates Transkingdom Symbiosis**

Virginie Pilliol ^{1,2} , Mamadou Beye ³, Laureline Terlier ^{1,3}, Julien Balmelle ^{1,3}, Idir Kacel ³, Romain Lan ^{2,4} ,
Gérard Aboudharam ^{1,2}, Ghiles Grine ^{1,3,*} and Elodie Terrer ^{1,2,*}

EVOLUTION DU MICROBIOTE ORAL: LES ARCHAEA DU MICROBIOTE ORAL CONTEMPORAIN



Prélèvements

- Salive
- Plaque dentaire
- Poche parodontale
- Pulpes dentaires



MICROBIOTE ORAL SAIN Tabac +++

PARODONTITES

Methanobrevibacter oralis (45%)

Methanobrevibacter smithii (5%)

Methanobrevibacter massiliense with *Pyramidobacter pisolens*

PERI-IMPLANTITES

Methanobrevibacter oralis

ENDODONTIE (50% infected pulps vs 0% healthy pulps by culture approach and RT-PCR)

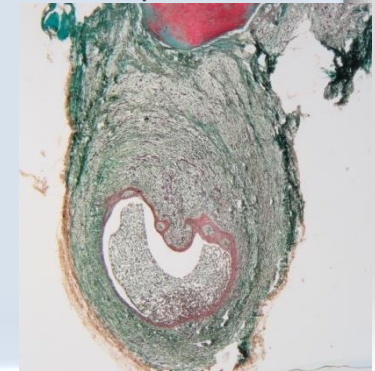
Methanobrevibacter oralis (78%)

Methanobrevibacter smithii (11%)

Methanobrevibacter massiliense (11%) with *Pyramidobacter pisolens*



Virginie Monnet-Corti©

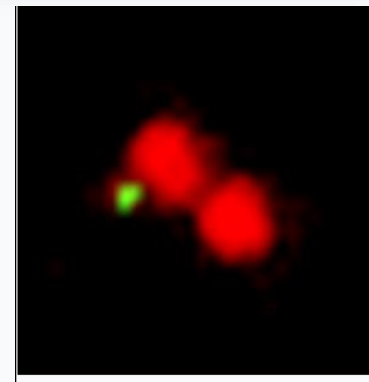
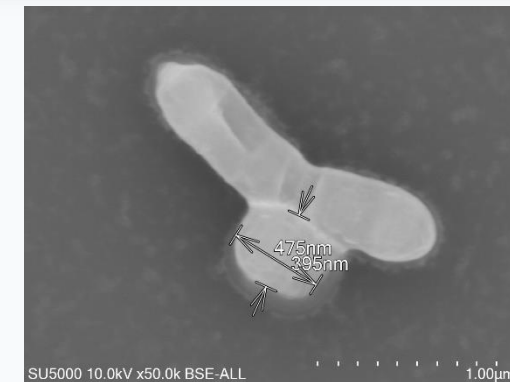
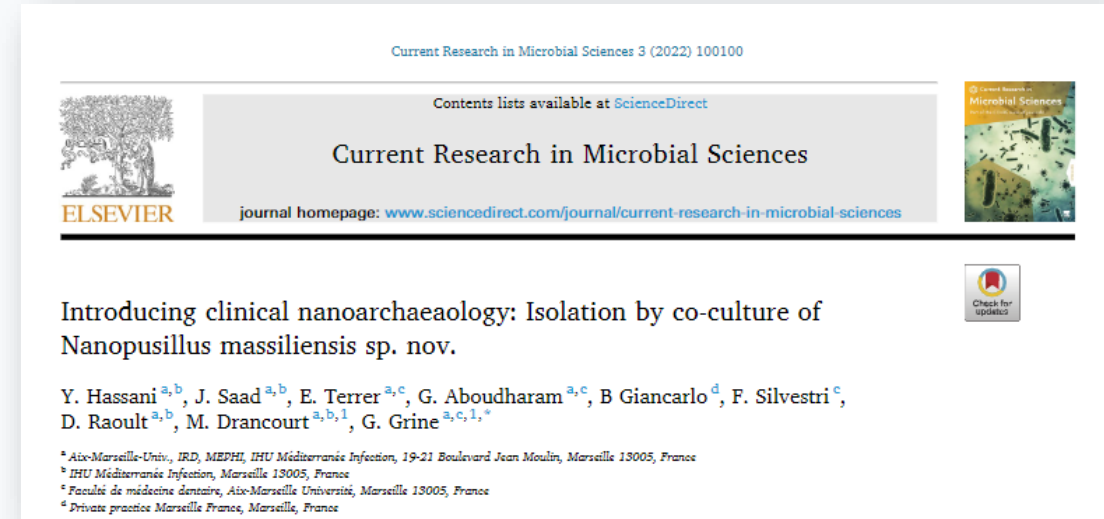


EVOLUTION DU MICROBIOTE ORAL: LES NANOARCHAEA

Nouvelles espèces

➤ **Première Nanoarchaea chez l'Homme**
(*Nanopusillus massiliensis*, Hassani Y. 2021)

➤ **Nanoarchaea in Human**
(*Candidatus Nanopusillus phoceensis*,
Hassani Y., 2024)



Nanopusillus massiliensis – *Methanobrevibacter oralis* (Hassani et al. 2021)

Subventions

- ✓ **AAP JEUNES CHERCHEURS** Implication des archaea dans la maladie carieuse (40000 E)
- ✓ **AAP ResP-Ir** Dysbiose des Archaea méthanogènes et Nanoarchaea du microbiote oral (Marseille, Nice, Avignon) (300 000 E)
- **PHRC-I METABA** Dysbiose des archaea méthanogènes et des nanoarchaea du microbiote buccal : rôle de la consommation de tabac. (Marseille, Montpellier, Avignon)
- **ANR SENPARO** Dépistage préventif des maladies parodontales chez les personnes âgées (APHM, DRS, EHPAD).

Collaborations

- ✓ Réseaux internationaux
- ✓ gt_archaea_sfbbm
- ✓ **ADES**
- ✓ **LBN** Montpellier

Valorisation

- Startup **MADs** Microbial Advance Diagnosis

CONCLUSION

- **Modification du microbiote oral**
- **Découverte de nouveaux microbes Archaea et Nanoarchaea**
- **Implication dans les pathologies orales**



SYMBIOSES MICROBIOTES

Bactéries + Archaea

Archaea + Nanoarchaea

DYSBIOSES

Pathologies générales ?

Pathologies orales ?



Merci de votre attention