

Comment les ribosomes des archées « hibernent »

11.6.2026 - | École Polytechnique

Le laboratoire de biologie structurale de la cellule (BIOC*), en collaboration avec l'Ifremer à Brest, le CBI à Toulouse et l'Institut Pasteur, a identifié, chez les archées, une molécule capable de mettre sur pause une machinerie cellulaire indispensable aux cellules, le ribosome. Ce « facteur d'hibernation » se fixe au ribosome lorsque les conditions extérieures ne sont pas favorables.

Les ribosomes jouent un rôle clé : ils assemblent les protéines à partir de l'information génétique chez tous les organismes vivants. Ces protéines réalisent ensuite toutes les fonctions nécessaires à la vie. Un ribosome est constitué de deux sous-unités, une petite chargée de lire l'ARN messager qui contient l'information génétique, et une grande qui assemble la protéine correspondante. Présents par milliers dans chaque cellule, ces ribosomes sont imposants et consomment beaucoup d'énergie.

Mais, lorsque cette dernière vient à manquer, il faut trouver un moyen d'arrêter les ribosomes et de les protéger de la dégradation, en attendant que les conditions redeviennent favorables. Dans un article publié dans Nature communications, l'équipe « mécanismes de traduction » du BIOC dévoile une protéine capable de faire « hiberner » les ribosomes des archées.

Les archées sont des organismes unicellulaires différents des bactéries (elles-aussi unicellulaires et sans noyau) et proches des eucaryotes (groupe qui rassemble tous les êtres vivants dont les cellules possèdent un noyau). Les études récentes montrent qu'on les trouve dans tout type d'environnement, même dans le microbiote humain ! Comme tous les êtres vivants, les archées sont soumises aux aléas et doivent adapter leur consommation d'énergie en conséquence.

« Les facteurs d'hibernation des ribosomes étaient déjà bien connus chez les bactéries et chez les eucaryotes. Mais avant le début de notre travail, aucun n'avait été identifié chez les archées » explique Clément Madru, professeur assistant au Département de biologie de l'École polytechnique et co-premier auteur de l'article aux côtés de Gabrielle Bourgeois (BIOC) et Rémi Dulermo (Ifremer).

HibA : une protéine clé pour mettre les ribosomes en veille

Les scientifiques ont soumis des archées *Pyrococcus abyssi* à un stress de température et d'oxygène. Cette archée hyperthermophile se développe normalement en l'absence d'oxygène, dans les fosses abyssales de l'océan pacifique. Puis, ils ont purifié les ribosomes de ces cellules stressées. Enfin, grâce au cryo-microscope électronique du Centre interdisciplinaire de microscopie de l'École polytechnique (CIMEX), un très grand nombre de ribosomes ont pu être scrutés sous toutes les coutures, permettant de reconstruire leur structure en trois dimensions, une des spécialités du BIOC.

La plupart des ribosomes présents dans l'échantillon étaient liés à une molécule dont la fonction était jusqu'alors inconnue, nommée HibA. Une partie de HibA, semblable à celle d'une molécule déjà connue chez d'autres organismes peut se lier à la petite sous-unité du ribosome en lieu et place de l'ARN messager. L'autre se fixe sur des sites fonctionnels de la grande sous-unité.

Légende: structures de ribosomes d'archées *Pyrococcus abyssi*. À gauche, un ribosome actif associé à des ARN de transfert (ARNt) engagés dans la synthèse des protéines. À droite, le facteur d'hibernation HibA lié à des ribosomes observés dans plusieurs situations. HibA se fixe à l'interface entre la grande sous-unité (50S) et la petite sous-unité (30S).

Ces liaisons empêchent le ribosome de fonctionner, le faisant ainsi « hiberner ». « C'est aussi un moyen de tenir les deux sous-unités ensemble pour empêcher le ribosome de se dissocier. Cela aide à le protéger de la dégradation en attendant des conditions meilleures » souligne Clément Madru. « Par ailleurs, HibA peut occuper différentes positions dans le ribosome. C'est la première fois qu'un facteur d'hibernation est identifié avec plusieurs sites de liaison ».

Les données montrent également que HibA peut se lier avec les molécules qui fournissent de l'énergie à la cellule. « Cela a peut-être un lien avec sa capacité à bloquer les ribosomes, mais ce n'est encore qu'une hypothèse sur laquelle nous travaillons » indique le chercheur. Au-delà du décryptage des mécanismes cellulaires, l'étude comparative des ribosomes présents dans les différents types d'organismes éclaire sur l'évolution globale du vivant.

Référence :

Madru, C., Bourgeois, G., Dulermo, R. et al. A family of ribosome hibernation factors widespread in Archaea. Nat Commun (2026). <https://doi.org/10.1038/s41467-026-72341-8>

*BIOC : une unité mixte de recherche CNRS, École polytechnique, Institut Polytechnique de Paris, 91120 Palaiseau, France

**La collaboration comprend des scientifiques du BIOC, de l'Ifremer, de l'Université de Toulouse, de l'Université Paris-Cité et de l'Institut Pasteur.

<https://www.polytechnique.edu/actualites/comment-les-ribosomes-des-archees-hibernent>