

Un ancêtre venu du froid

La vie est-elle née dans un milieu tempéré?

A la fin des années 1980, une équipe de généticiens américains a construit l'arbre généalogique des espèces vivantes. Les formes les plus primitives semblaient être des micro-organismes vivants dans des eaux chaudes (plus de 80 °C), et l'on en a déduit que la vie était apparue en milieu aquatique chaud, peut-être à proximité des failles volcaniques, au fond des océans. Cependant, Nicolas Galtier et Manolo Gouy, de l'Université de Lyon, et Nicolas Tourasse, de l'Université du Texas, ont montré que l'ancêtre des formes vivantes actuelles ne pouvait vivre dans un environnement chaud.

Ils ont comparé, parmi 40 espèces, la composition des acides ribonucléiques ribosomaux (ARNr), des molécules présentes chez tous les organismes vivants. Les ribosomes, qui participent à la synthèse des protéines, sont de petits éléments cellulaires, constitués de deux sous-unités composées de protéines et d'ARN. Ce dernier est une chaîne de molécules nommées bases azotées (adénine, uracile, guanine et cytosine), reliées par une trame d'acide phosphorique et d'un sucre, le ribose. Ces bases azotées s'apparient spécifiquement pour former deux types de paires de bases : adénine et uracile ; cytosine et guanine. Des apparie-

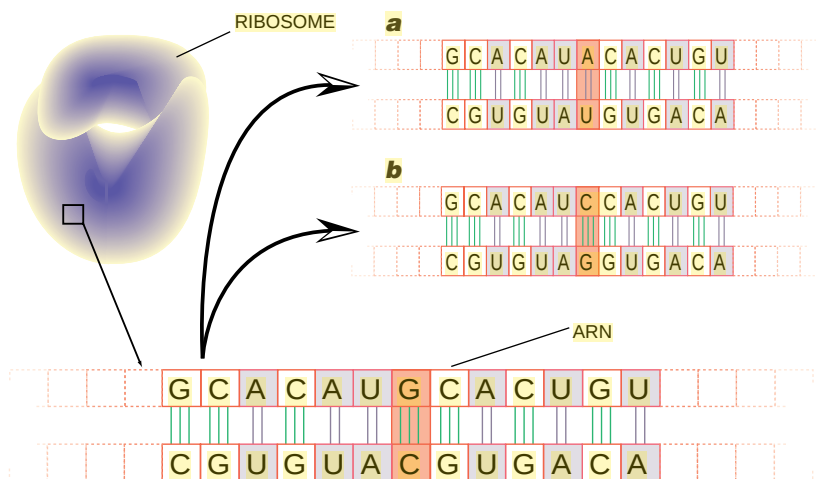
ments apparaissent au sein d'une même molécule d'ARN qui se replie et acquiert ainsi la structure tridimensionnelle indispensable à sa fonction.

La chaleur détruit l'activité des ARN en rompant les appariements de bases. Or, alors que l'adénine et l'uracile sont reliées par deux liaisons, la guanine et la cytosine le sont par trois : un ARN riche en paires guanine-cytosine est plus résistant qu'un ARN riche en paires adénine-uracile.

Les généticiens français ont tout d'abord calculé les proportions de guanine et de cytosine dans deux des trois ARN que contient un ribosome, chez des espèces telles que des bactéries vivant en milieu chaud, des bactéries moins résistantes à la chaleur, des plantes, des champignons, des animaux uni- et pluricellulaires.

Puis, N. Galtier, M. Gouy et N. Tourasse ont élaboré un modèle d'évolution des ARN ribosomaux. Ils ont quantifié les probabilités des différents remplacements d'une base par une autre et ont ainsi déterminé la proportion de guanine et de cytosine dans les ARN du plus récent ancêtre commun des formes qui vivent aujourd'hui. Selon leurs calculs, elle n'atteint que 54 pour cent, tandis que 60 pour cent sont nécessaires à la survie dans un milieu chaud : l'ancêtre commun vivait donc en milieu tempéré.

La résistance à la chaleur de certains organismes ne serait pas un caractère ancestral, mais plutôt une adaptation tardive à des conditions extrêmes. Aussi, si une chaleur importante semble avoir été nécessaire à l'apparition des premières molécules biologiques, le dernier ancêtre commun des espèces vivant aujourd'hui évoluait en milieu tempéré.



Un ribosome est composé de deux sous-unités, elles mêmes constituées de protéines et d'acide ribonucléique (ARN). Les bases azotées qui le composent s'apparient spécifiquement en deux types de paires de bases : adénine-uracile (A-U) reliées par deux liaisons ; et guanine-cytosine (C-G) reliées par trois. Plus les liaisons sont nombreuses, plus l'ARN résiste à la chaleur. Un ARN riche en paires G-C est plus résistant qu'un ARN riche en paires A-U. Au cours de l'évolution, certains changements de bases modifient la résistance des ARN à la chaleur (a), d'autres ne la changent pas (b).



Dossier

La révolution cosmologique

En mai 1998, lors d'une conférence sur l'énergie manquante de l'Univers, les cosmologistes votèrent : croyaient-ils ou non aux nouvelles observations d'explosions stellaires qui impliquaient – contrairement à toute attente – que l'expansion de l'Univers accélérât ? Bien que les astronomes sachent depuis les années 1920 que l'Univers est en expansion, les galaxies s'éloignant les unes des autres, ils supposaient que cette expansion ralentissait en raison de la nature attractive de la gravitation. Si l'expansion accélère, l'Univers doit être empli d'une forme inconnue de matière ou d'énergie qui a un effet répulsif, idée que les physiciens trouvaient... repoussante. Pourtant, sur les 60 cosmologistes présents à la conférence, 40 acceptent les nouvelles découvertes.

Depuis dix ans, les astronomes savent que leurs théories cosmologiques sont imparfaites. Quand on calcule la quantité totale de matière dans l'Univers, on trouve une quantité bien inférieure à celle qui est nécessaire pour ralentir l'expansion comme le prédisait la théorie de l'inflation, une explication élégante des premiers instants du Big Bang. Jusqu'à aujourd'hui, les indices à l'encontre de cette théorie n'avaient jamais été suffisants pour que les cosmologistes l'abandonnent. Toutefois, maintenant, les théoriciens admettent qu'il y a quelque chose qui « cloche ». L'expansion ne ralentit pas comme on le pensait. Soit les scientifiques doivent se réconcilier avec le concept d'énergie invisible, soit ils doivent modifier ou abandonner l'inflation.

Dans ce numéro, *Pour la Science* présente trois aspects de l'histoire. D'abord, les observateurs relatent comment et pourquoi leur travail sur les supernovae a déclenché un tel bouleversement. Un théoricien explique ensuite pourquoi ces observations impliquent l'existence d'une énergie éthérée qui remplirait le vide. Enfin, deux cosmologistes offrent une autre interprétation en prolongeant la théorie de l'inflation « avant » le Big Bang.