

sophistiqué sous Goudéa, prince de Lagash, vers 2120. La toge, dont le tissu se termine par une frange faite des fils de chaîne, est restée à la mode à la cour babylonienne au début du II^e millénaire.

De nombreux textes administratifs consacrés aux textiles et vêtements ont été exhumés dans le palais de Mari, sur le moyen Euphrate. Publiés en 2009 par Jean-Marie Durand, professeur au Collège de France, ces documents nous apprennent par exemple que le roi de Mari s'habillait d'une chemise serrée à la taille par une écharpe ou une ceinture en cuir, par-dessus laquelle il enfilait une sorte de manteau couvert d'ornements divers.

Le roi adressa à ce sujet une lettre à l'un de ses hauts fonctionnaires : « Donne des ordres précis aux tailleurs et aux tisseuses. Il faut que cet habit, comme s'il était confectionné à Touttoub, soit tissé et noué de façon soignée de chaîne et de trame et que son intérieur ressemble à une feuille d'argent. On ajoutera à cet habit des ourlets à la mode du Yamhad et on lui appliquera du tissu teint [en doré] pour qu'il ressemble à une étoffe brodée d'or. Il ne faudrait pas qu'après avoir installé ensemble chaîne et trame, les ornements soient [trop] lourds au moment où on les enfilera et que l'habit ne se déchire. Donne des ordres stricts et que l'on fasse très attention à cet habit. Il sera exposé aux yeux de toute la population. »

C'est à l'époque paléobabylonienne que l'on s'est mis à faire des vêtements coupés et assemblés, avec ajout de poches, impressions et broderies. Le roi portait un bonnet à larges bords, typique de la période paléobabylonienne. Au I^{er} millénaire, à la cour assyrienne ou dans les sanctuaires babyloniens, les rois et les dieux (statués) portaient des vêtements colorés et très élaborés, composés d'un habit du dessous, sorte de tunique à manches longues, d'un manteau brodé et décoré de métaux et pierres précieuses, ceint à la taille par une écharpe, et d'un turban sur la tête.

Sur les bas-reliefs du palais d'Assurnazirpal II (883-859), à Kalhou, le roi et les génies ailés portent ainsi des manteaux ornés de galons brodés, dont les motifs reproduisent ceux des reliefs : arbres sacrés, créatures fantastiques ou scènes de chasse.

Pour les civilisations du Proche-Orient ancien, comme pour nous aujourd'hui, les vêtements n'avaient pas qu'une simple fonction de protection ou de dissimulation du corps. On l'a vu dans l'épopée

de Gilgamesh, se vêtir était une marque de civilisation. Et comme l'attestent les sources, les vêtements avaient une forte valeur symbolique et sociale.

Le vêtement ou une partie de celui-ci, comme ses franges, servait de lien social, voire de double de la personne. Ainsi, au I^{er} millénaire, quand il ne pouvait honorer un rendez-vous, le roi d'Assyrie envoyait son manteau ; de même, en l'absence de leur souverain, les Babyloniens se prosternaient devant son habit. Les particuliers pouvaient signer un document en imprimant dans l'argile la frange de leur vêtement à la place du traditionnel sceau-cylindre. Lors d'une alliance, on nouait les franges des vêtements, et on les coupait en cas de rupture.

Le vêtement, acteur des échanges sociaux

Les vêtements participaient aux échanges à tous les niveaux de la société. Les travailleurs, y compris ceux du textile, recevaient des céréales, de l'huile et de la laine ou un vêtement en guise de rémunération. Les jeunes mariées apportaient dans leur dot des vêtements et des tissus d'ameublement. À Assour ou à Nouzi, au II^e millénaire, le vêtement symbolisait même toutes les possessions de l'individu. Ainsi, dans les divorces prononcés aux torts de la femme, cette dernière devait ôter la fibule retenant son vêtement et déposer celui-ci pour quitter « nue » la maison, abandonnant par là symboliquement toute possession à son époux. Les rois et les particuliers paraient leurs hôtes d'une tunique en signe d'accueil, et de luxueux habits étaient échangés dans les cours royales à titre de cadeaux diplomatiques.

Pour chaque étape importante de sa vie, le Mésopotamien revêtait une tenue de cérémonie particulière. Par exemple, à sa mort, son corps était parfois enveloppé dans des linges, tandis que ses proches déchiraient leurs vêtements en signe de deuil... pratique qui a toujours cours aujourd'hui.

En quelques millénaires, les civilisations du Proche-Orient ancien ont ainsi développé une production quasi industrielle de tissus en fibres végétales ou en laine, sont passées de simples vêtements drapés à des vêtements coupés et cousus, et ont chargé les habits de significations sociales – une évolution qui a conduit à une culture du vêtement pas si lointaine de la nôtre, mais sans doute moins consommatrice...

✓ BIBLIOGRAPHIE

C. Michel et M.-L. Nosch (éd.), *Textile Terminologies in the Ancient Near East and Mediterranean [...]*, Oxbow Books, 2010.

J.-M. Durand, *La nomenclature des habits et des textiles dans les textes de Mari*, CNRS Éditions, 2009.

M. Frangipane et al., *Arslantepe, Malatya (Turkey) : Textiles, tools and imprints of fabrics from the 4th to the 2nd millennium BCE*, *Paléorient*, vol. 35, pp. 5-29, 2009.

P. Bordreuil, F. Briquel-Chatonnet et C. Michel (éd.), *Les débuts de l'histoire*, La Martinière, 2008.

C. Breniquet, *Essai sur le tissage en Mésopotamie*, De Boccard, 2008.

C. Michel, *Femmes et production textile à Assur au début du II^e millénaire avant J.-C.*, *Techniques & culture*, vol. 46, pp. 281-297, 2006.

Les galaxies perdues

James Geach

**D'après les dernières estimations,
l'Univers observable contient 200 milliards de galaxies.
Pourquoi si peu ?**

J'ai toujours été intrigué et fasciné par l'abondance des galaxies, saupoudrées telles des grains de sable sur le ciel nocturne. L'image optique la plus sensible jamais réalisée par l'homme, le champ ultraprofond de *Hubble* ou HUDF (pour *Hubble Ultra Deep Field*), capture quelque 10 000 galaxies dans une zone équivalente à un centième de l'étendue de la pleine lune. Rapportée à l'ensemble de la voûte céleste, une telle densité implique un total de 200 milliards de galaxies environ. Et cela ne prend en compte que les plus lumineuses ; leur nombre véritable est sans doute beaucoup plus grand.

Comment toutes ces galaxies ont-elles vu le jour ? C'est cette question qui est à l'origine de ma vocation d'astronome et qui reste le point central de mon activité de recherche. À en juger par leur nombre, la nature semble très douée pour produire des galaxies. Ce n'est pourtant pas le cas. Si l'on additionne toute la matière visible contenue dans les galaxies actuelles, on n'obtient qu'un dixième de la matière totale

issue du Big Bang. Où est le reste, et pourquoi ne s'est-il pas retrouvé dans les galaxies ? Il s'agit là de deux des plus grandes énigmes de l'astronomie aujourd'hui.

Il ne faut pas confondre la matière manquante avec la matière noire et l'énergie sombre. Ces dernières sont des substances de nature inconnue qui, à elles deux, représentent 96 pour cent du contenu total de l'Univers. Quant au nombre de galaxies, le problème réside du côté des quatre pour cent que nous sommes censés bien connaître. Cette portion de l'Univers est composée de matière normale, celle-là même qui constitue notre corps et tout ce qui nous entoure : essentiellement des baryons, la classe de particules qui inclut les protons et les neutrons.

Le fait que la plus grande part de cette matière ordinaire nous échappe est un mystère dans le mystère. Car non seulement la plus grande part de la matière de l'Univers est invisible et inexpliquée, mais même pour la petite portion de matière ordinaire, seule une fraction est détectée.





1. EN PROIE AUX AFFRES DE LA NAISSANCE,
une galaxie semblable à la nôtre attire
du gaz froid dense (*écoulements rouges*),
mais rejette aussi du gaz brûlant
(*écoulements bleus*) dans le milieu intergalactique.
À la fin du processus, seule une petite fraction
de la matière initiale se retrouve dans
la galaxie. L'auteur et ses collègues ont
obtenu cette image à l'aide d'un programme
de simulation cosmologique.

L'ESSENTIEL

✓ Même si on laisse
de côté la matière noire,
la matière ordinaire
de l'Univers est déjà assez
mystérieuse. Pourquoi n'en
retrouve-t-on qu'une petite
fraction dans les galaxies ?

✓ Selon l'hypothèse
généralement admise
aujourd'hui, le gros de
la matière ordinaire serait
piégé dans des filaments
gazeux géants. Ce milieu
intergalactique « chaud
à très chaud », ou WHIM,
est difficile à détecter
directement.

✓ De plus, la formation
de galaxies est assez
inefficace. À mesure que
de la matière tombe sur
une galaxie, celle-ci en
rejette une bonne partie,
selon un ensemble de
mécanismes nommé
rétroaction galactique.

James E. Gauch et Rob Crain

L'AUTEUR



James GEACH, né en Angleterre, est astronome observateur. Il est actuellement chercheur postdoctoral à l'Université McGill de Montréal, au Canada.

Une autre façon de présenter les choses est de dire que le processus de formation des galaxies est inefficace – un peu comme si un fermier semait tout un champ et que seule une graine sur dix levait. Les astronomes essaient depuis des années d'expliquer pourquoi. La réponse qui émerge nous oblige à revoir l'idée que nous nous faisons de la formation des galaxies, et, plus radicalement encore, à revoir la nature même de ce qu'est une galaxie.

Depuis des décennies, les observateurs reconstituent une chronologie de l'histoire cosmique décrivant le contenu de l'Univers à différentes étapes de son évolution. Ce faisant, il est progressivement apparu qu'il y avait plus de baryons à l'aube de l'Univers que nous n'en détectons directement aujourd'hui.

On a perdu la moitié de l'Univers !

La quantité initiale de matière baryonique est en fait assez simple à estimer. Cette information est contenue dans le rayonnement fossile du Big Bang, le fond diffus cosmologique. Des expériences de pointe, comme WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*) ou l'observatoire spatial *Planck*, ont détecté de petites fluctuations de température de ce rayonnement. La distribution de ces fluctuations reflète la densité en baryons de l'Univers à une époque où les galaxies n'étaient pas encore formées.

La mesure des abondances en hélium, deutérium et lithium apporte une vérification indépendante. Ces éléments ont été synthétisés dans les premières minutes de l'Univers en proportions qui dépendaient de la quantité totale de matière baryonique. Les deux techniques indiquent que la masse totale de matière baryonique devrait représenter quatre pour cent du contenu total de l'Univers actuel (17 pour cent de la masse totale).

Initialement, tous les baryons étaient sous forme d'un gaz chaud qui remplissait l'espace. Dans les régions où la densité de matière initiale était élevée, le gaz s'est accumulé sous l'effet de la gravité en nuages de plus en plus denses, qui ont été le point de départ de la formation des galaxies. Les astronomes ont détecté ce réservoir de gaz dans l'Univers jeune en analysant la lumière provenant de lointains quasars brillants. Peu importe pour nous à ce stade la nature des quasars ; il suffit de les considérer comme des pha-

res extrêmement brillants, qui éclairent par derrière le gaz primordial flottant dans l'espace intergalactique. Quand un rayon lumineux issu d'un quasar traverse un nuage d'hydrogène neutre et froid, le gaz absorbe une partie des photons. Le nuage n'absorbe que les photons ayant une certaine énergie, et cela se traduit par une lacune dans le spectre du quasar à une longueur d'onde bien précise : c'est ce que les astronomes appellent une raie d'absorption.

Un rayon lumineux provenant du quasar peut traverser une centaine de nuages de ce genre lors de son trajet à travers l'Univers, et chacun peut imprimer une raie d'absorption à une longueur d'onde légèrement différente, qui dépend de la distance entre le nuage et l'observateur. En faisant la somme de ces raies d'absorption, on peut calculer quelle proportion de baryons était contenue dans ces nuages. Le résultat suggère que jusqu'à cinq milliards d'années après le Big Bang, soit il y a environ neuf milliards d'années, on pouvait retrouver la trace du stock initial de l'Univers en baryons. La plus grande part de la matière baryonique flottait dans l'espace intergalactique et ne s'était pas encore effondrée pour former des galaxies lumineuses.

Au cours des neuf milliards d'années écoulées depuis, la plupart des galaxies que nous voyons aujourd'hui se sont formées à partir de ce vaste réservoir d'hydrogène primordial. À l'intérieur des galaxies, les baryons ont pris diverses formes : étoiles, vestiges stellaires, gaz neutre (atomique ou moléculaire), gaz ionisé, poussière, planètes, êtres vivants.

On peut estimer la masse des baryons des différentes formes en mesurant leurs émissions sur l'ensemble du spectre électromagnétique. Par exemple, la lumière visible et dans l'infrarouge proche révèle la masse des étoiles ; une raie d'émission radio particulière signale la quantité d'hydrogène atomique neutre ; la lumière infrarouge trahit la présence de poussière interstellaire.

Les astronomes ont recensé ainsi toutes les différentes phases de baryons dans toutes les galaxies observables, et c'est là qu'apparaît le désaccord : le total rend compte de seulement dix pour cent du stock initial de baryons présent dans l'Univers jeune. Difficile de croire qu'ils ont purement et simplement disparu : ils doivent traîner dans les vastes espaces intergalactiques. Mais pourquoi ne les voyons-nous pas ?

✓ BIBLIOGRAPHIE

R. Davé *et al.*, The intergalactic medium over the last 10 billion years - 1. Ly-alpha absorption and physical conditions, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 408, n° 4, pp. 2051-2070, novembre 2010.

J. E. Geach *et al.*, The Chandra deep protocluster survey : Ly-alpha blobs are powered by heating, not cooling, *Astrophysical Journal*, vol. 700, n° 1, pp. 1-9, juillet 2009. arxiv.org/abs/0904.0452

Galaxies : fenêtres sur l'Univers, *Dossier Pour la Science*, n° 56, juillet-septembre 2007.

W. Tucker *et al.*, Le souffle des trous noirs, *Pour la Science*, n° 354, avril 2007.

E. Scannapieco *et al.*, Le milieu intergalactique, *Pour la Science*, n° 301, novembre 2002.

Site de l'auteur : www.physics.mcgill.ca/~jimgeach