
L'astronomie dans le monde

J. Manfroid

Encore et toujours les naines brunes

Nos chroniques répétées sur la recherche des naines brunes (la dernière se trouvait dans *Le Ciel* de janvier 1988, volume 50, page 13) peuvent faire penser que le sujet a quelque chose en commun avec les soucoupes volantes ou certaines apparitions dans le Loch Ness. Mais il semble maintenant bien établi que les naines rouges existent, et qu'on peut les observer.

Rappelons à nouveau que les naines brunes sont des étoiles, ou plutôt, presque des étoiles. A cause de leur faible masse, moins de 8 pour cent de celle du Soleil, elle sont incapables de déclencher les réactions nucléaires nécessaires à toute étoile bien constituée. Les étoiles naissent de la contraction d'un nuage de gaz interstellaire (voir le chapitre de J.C. Pecker dans le livre du cinquantenaire *Pour comprendre l'Univers*). La pression et la température centrale engendrées par cette contraction permettent la libération d'énergie par réactions thermonucléaires, à condition que la masse dépasse cette fameuse limite de 0,08 masse

solaire.

Ce n'est pas toujours le cas, et les plus petites «étoiles» n'ont pas de source propre d'énergie. Elles se refroidissent plus ou moins rapidement, et n'émettent qu'un maigre rayonnement infrarouge dans leur existence éphémère. Si la masse est très faible, la température interne après la contraction sera aussi très faible. L'objet est alors une planète. On sait que Jupiter et les autres grosses planètes de notre système solaire continuent à rayonner ainsi un peu de leur chaleur originelle.

Où pourrait-on trouver des naines brunes, si elles sont si peu lumineuses qu'une recherche au hasard n'a aucune chance d'aboutir? Les étoiles naissent souvent en groupe, le nuage originel se fragmentant souvent en nombre d'entités plus petites. C'est ainsi que se forment les amas d'étoiles, mais aussi les étoiles doubles et multiples. On peut alors chercher les naines brunes dans les parages de tels systèmes. Malheureusement l'éclat des vraies étoiles est disproportionné par rapport à celui des naines brunes. Aussi faut-il utiliser une astuce pour ne pas être aveuglé. Il existe des étoiles très faibles, émettant dans le visible, mais pratiquement pas dans l'infrarouge. Ce sont les naines blanches. Si l'on observe une naine blanche dans l'infrarouge, on pourra à coup sûr déceler la signature d'un compagnon naine brune par un excès anormal de ce rayonnement.

C'est cette technique qui a permis à des astronomes américains de détecter la première naine brune relativement «certaine», Gléas 29-38, dont nous parlions en janvier 88. Poursuivant sur leur lancée ces astronomes ont découvert un objet infrarouge à 120 unités astronomiques (distance Terre-Soleil) de l'étoile GD165. Sa température est de l'ordre de 2.100 degrés Kelvin et sa masse doit se situer un peu en-dessous de la limite fatidique. Son rayon ne vaudrait que six pour cent de celui du Soleil (cette naine brune est donc plus petite que Jupiter!). Cette recherche systématique a permis de révéler sept autres astres de faible masse, ce qui indique que les naines brunes ne sont pas rares. Une évaluation statistique permet même de prédire qu'il doit exister, isolés dans l'espace interstellaire, une grande quantité de ces astres.

Les nuages des planètes géantes

Si l'on excepte Pluton qui semble un monde très particulier, les planètes du système solaire peuvent être groupées en deux catégories. Les plus proches du Soleil (Mercure, Vénus, Terre, Mars) sont les planètes *telluriques*, c'est-à-dire semblables à la nôtre, dans la constitution desquelles interviennent beaucoup d'éléments lourds (fer, silicium...), tandis que les quatre suivantes (Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune) sont les *planètes géantes* constituées surtout d'hydrogène et d'hélium, éléments prépondérants de l'univers. Cette composition particulière des planètes extérieures leur donne une atmosphère très étendue. On a même pensé qu'elles n'étaient que des bulles de gaz, comme le Soleil, et n'avaient pas de surface solide ou liquide.

Comprendre la structure des planètes géantes implique donc de comprendre leur enveloppe gazeuse. Et il se fait que, tout comme pour la Terre, et peut-être plus encore que pour elle, la physique atmosphérique de ces astres est fortement dépendante des nuages. Les nuages sont dus simplement aux changements de phase de constituants mineurs de l'atmosphère, passant de l'état de vapeur à celui

de liquide ou de glace. Sur Terre, c'est l'eau qui forme les nuages (si l'on excepte les smogs d'acide sulfurique produits par l'activité humaine). Sur les grosses planètes, ce sont l'ammoniac, le méthane, l'eau et peut-être d'autres composés plus complexes.

Une étude théorique récente montre que les nuages élevés de Jupiter seraient des cirrus d'ammoniac, le méthane ne pouvant se condenser par suite de la température trop élevée. Les nuages plus bas, tout comme les nuages d'Uranus et Neptune devraient être d'énormes cumulus beaucoup plus actifs. Le problème est loin d'être simple. La formation de nuages conduit à des mouvements, à des précipitations, à la variation locale de la composition chimique, à la modification du profil des températures et de celui de la densité..., tous phénomènes dont il faut tenir compte pour calculer l'équilibre général de l'atmosphère, et dont la complexité est, chez nous, à la base des déboires constants des prévisionnistes.

Comme preuve que s'attaquer à la météorologie d'autres planètes n'est pas un exercice facile, rappelons-nous que la sonde Voyager 2 a observé qu'Uranus avait une atmosphère bien stable, sans mouvements verticaux, ressemblant beaucoup plus à une brume uniforme qu'à de terrifiants cumulus d'orage... contrairement aux prévisions.

Nuages et volcans vénusiens

Les différentes sondes ayant atteint Vénus ont montré qu'il y existait des nuages constitués de gouttelettes d'acide sulfurique. Or les réactions chimiques entre l'acide sulfurique atmosphérique et les composés du calcium présents à la surface doivent constamment enlever une fraction de cet acide, qui disparaîtrait ainsi en deux millions d'années. Pour que sa concentration reste constante il faut un apport équivalent qui ne peut être que le volcanisme. Un taux d'éjection de magma d'un kilomètre cube par an a été calculé. Le volcanisme vénusien semble donc moins actif que celui de la Terre.

Volcans terrestres et astéroïdes

L'impact de gros astéroïdes sur notre planète est souvent invoqué pour expliquer d'importantes modifications de la faune et la flore survenues aux cours des temps géologiques. L'extinction des dinosaures à la limite du Crétacé et du Tertiaire en est l'exemple le plus connu et le plus spectaculaire, mais c'est loin d'être le seul.

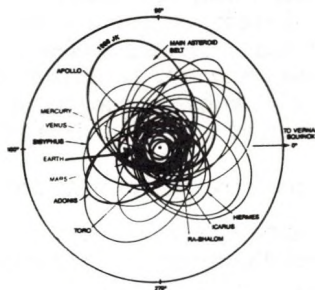
Une conférence s'est tenue en octobre à Snowbird (Utah) pour faire le point sur les catastrophes naturelles globales au cours de l'histoire de la Terre. Il y a été beaucoup question d'astéroïdes et des effets qu'un impact peut avoir sur le climat et les conditions de la vie sur le globe. Une fois encore le problème est beaucoup plus complexe qu'on l'imaginait au début. On reconnaît maintenant que le phénomène ne se décrit pas par une simple éjection de grandes quantités de poussières enveloppant toute la Terre, bloquant le rayonnement solaire, entraînant l'obscurité (et l'arrêt de la photosynthèse) et une chute spectaculaire des températures pendant des mois ou même des années (phénomène identique à celui de l'hiver

nucléaire). Il semble même que l'effet des poussières soit moins important que prévu. Mais d'autres phénomènes déclenchés par l'impact — suie émise par les feux de forêts, tsunamis, pluies acides, destruction de l'ozone — pourraient avoir des conséquences considérables. Ainsi la chute d'un petit astéroïde donnerait plutôt lieu à un réchauffement temporaire par effet de serre. Un plus gros impact entraînerait, lui, une chute de température et une déplétion de l'ozone atmosphérique de sorte que les survivants de la catastrophe seraient bientôt exposés sans protection au rayonnement ultraviolet solaire. Les pluies acides dues à la production de composés azotés amèneraient une décalcification des couches supérieures des océans, et ainsi la destruction de toute une série d'organismes marins et la perturbation des cycles vivants qui en dépendent.

Les volcans ont été aussi invoqués car ils ont des effets similaires: éjections de quantités importantes de particules, de gaz et d'aérosols dans l'atmosphère. Les composés soufrés et halogénés sont particulièrement efficaces, respectivement pour bloquer le rayonnement solaire, et pour détruire l'ozone. Les études géologiques montrent que des éruptions jusqu'à cent fois plus fortes que celle du Krakatoa ont parsemé l'histoire de notre globe.

Les spécialistes pensent cependant que ce sont les impacts, plutôt que les éruptions, qui sont responsables des extinctions massives. Les plus puissantes éruptions restent insuffisantes, à moins d'admettre qu'elles n'arrivent en série, ce qui est très improbable.

D'autre part les collisions avec des astéroïdes ne sont pas du domaine de la science fiction. On connaît les plus gros astéroïdes, et on peut estimer statistiquement les populations des plus petits. L'orbite de nombre d'entre eux croise celle de la Terre, et il n'en faut pas plus pour prédire la fréquence avec laquelle un astéroïde d'une taille donnée nous frappera de plein fouet. Pour des astres de 10 kilomètres de diamètre, cette fréquence est de l'ordre d'une fois par cent millions d'années et les collisions avec des corps plus petits sont encore plus fréquentes. Ce qui est certainement compatible avec les données géologiques.



On connaît à présent environ 80 astéroïdes croisant l'orbite terrestre.