

QUESTION AUX EXPERTS

Combien y a-t-il de planètes dans la Voie lactée ?

Notre galaxie compterait au moins 100 milliards d'exoplanètes, selon les estimations statistiques !

Arnaud CASSAN



Notre galaxie regroupe quelque 150 à 200 milliards d'étoiles, qui dessinent dans le ciel une bande diffuse laiteuse – d'où son nom de Voie lactée. Combien d'entre elles abritent des planètes ? Au cours des deux dernières décennies, les astronomes ont détecté assez de ces dernières pour réaliser de premières estimations.

Fin mai 2014, on avait confirmé la détection d'environ 1 800 exoplanètes (planètes en orbite autour d'autres étoiles que le Soleil). Elle sont réparties dans près de 1 100 systèmes planétaires, qui sont loin de ressembler au nôtre. Nombre d'entre eux comprennent par exemple des « jupiters chauds », planètes géantes si proches de leur étoile que l'année (la période de révolution autour de l'étoile) n'y dure que quelques heures ou quelques jours. Dès lors, le Système solaire ne peut servir de référence pour l'estimation de l'abondance des planètes.

L'une des difficultés d'une telle estimation est que chaque technique d'observation a un domaine de sensibilité limité. Ainsi, une planète n'est repérable par la méthode des transits (où l'on détecte son passage devant l'étoile) que si elle est assez proche de son étoile. Les diverses techniques disponibles ont des domaines de sensibilité complémentaires, mais des zones d'ombre demeurent. En outre, en dehors des cas où deux méthodes sont requises pour confirmer une détection, une même étoile n'est souvent scrutée qu'avec l'une d'elles. On ne détecte donc jamais toutes les planètes d'un système donné.

Seules des méthodes statistiques permettent alors d'estimer l'abondance des exoplanètes. La première étape consiste à choisir un échantillon représentatif d'étoiles et à extrapoler les détections réalisées, un peu comme on estime le résultat d'une élection à partir d'un sondage. Chaque analyse est effectuée pour une méthode de détection donnée et ne concerne donc que les gammes de distances orbitales et de masses stellaires et planétaires auxquelles cette méthode est sensible. On déduit ensuite le nombre de planètes par un traitement statistique du nombre global de détections et d'absences de détection, en prenant en compte la sensibilité de la méthode. Ces études nécessitent d'importantes bases de données, dont la construction prend souvent plusieurs années.

Premières statistiques

On commence à obtenir des résultats. Une étude publiée en 2011 par l'équipe de l'astronome suisse Michel Mayor indique qu'au moins une étoile de type solaire sur deux abrite une planète – la Galaxie comptant plusieurs dizaines de milliards de ces étoiles. En 2012, j'ai trouvé avec mes collègues une valeur moyenne d'environ une planète par étoile dans la Voie lactée (notre étude couvrirait un plus grand intervalle de masses et de distances orbitales que celle de M. Mayor). Au total, en tenant compte des marges d'erreur, l'ordre de grandeur serait donc d'au moins 100 milliards d'exoplanètes.

De quel type sont ces planètes ? Selon nos travaux, deux tiers des étoiles ont une

super-Terre (planète rocheuse de masse comprise entre deux et dix fois celle de la Terre), la moitié ont une planète de la masse de Neptune et un sixième une planète du type de Jupiter. De façon générale, toutes les études indiquent que les planètes sont d'autant plus abondantes que leur masse est faible. En 2012, Xavier Bonfils, de l'Observatoire des sciences de l'Univers de Grenoble, et ses collègues ont estimé qu'au moins 64 milliards de super-Terres sont en orbite dans la zone habitable (la région où de l'eau peut exister à l'état liquide) d'étoiles de type naine rouge. Trop peu de planètes de la taille de la Terre ont été détectées pour qu'on estime leur nombre, mais elles pourraient aussi être très abondantes.

Tous ces chiffres sont des minimums, puisque chaque estimation ne concerne qu'un intervalle de masses et de distances orbitales donné. Qu'en est-il du maximum ? Les théories de formation planétaire indiquent qu'un système ne peut comprendre plus d'une dizaine de planètes. La Galaxie abriterait donc moins de 2 000 milliards d'exoplanètes !

La vie s'est-elle alors développée ailleurs que sur Terre ? La réponse est encore hors de portée. Mais avec la découverte récente que la présence de planètes autour d'une étoile est la règle plutôt que l'exception, les chances que certains de ces mondes lointains soient habitables, voire habités, ne semblent pas nulles...

Arnaud CASSAN est chercheur à l'Institut d'astrophysique de Paris.

SCIENCE & GASTRONOMIE

La cuisson des pâtés lorrains

Cette cuisson doit être assez longue pour que la viande se contracte et libère des composés dont s'enrichira le goût de la pâte.

Hervé THIS



Les pâtés lorrains sont des préparations faites de viande de veau et de porc marinées au vin blanc, puis cuites dans une pâte (sans oublier persil, échalote, sel, poivre, noix muscade, œuf battu pour dorer la pâte...). Tous les ans, se tient un concours mondial du pâté lorrain, et les meilleurs produits ont un goût très particulier. Comment l'obtient-on ? Il y a dix ans, pour explorer cette question, nous avons produit une série de pâtés lorrains tous identiques qui ont été cuits ensemble, dans le même four, pendant des temps différents. Le goût délicieux survenait après environ une heure de cuisson.

Pourquoi ? La question est restée lancinante, jusqu'au dernier Concours général agricole, où les terrines (un système analogue, mais sans pâte) ne méritaient pas de médaille. Pourquoi ? Parce que cette méléée de viande et d'épices exige une cuisson attentive. Selon une « précision culinaire » des milieux professionnels, les terrines perdent leur goût après une heure et quart de cuisson. Vrai ? Faux ?

Lors d'un récent séminaire, nous avons testé cette idée en cuisant des terrines identiques dans un même four, à la température bien réglée. Pour nous assurer de la constance des températures dans un four où, malgré la ventilation, des zones de différentes températures sont produites, nous avons repris la pratique professionnelle, qui consiste à appliquer une température de consigne de 180 °C, mais en plaçant les terrines dans un bain-marie.

Première observation : les recettes, qui indiquent une durée de cuisson et une température à cœur du produit, ne donnent pas des indications fiables, car la taille des terrines n'est pas toujours prise en compte. Ainsi, dans nos terrines cuites le moins de temps, la température à cœur est restée inférieure à la température de cuisson des protéines de la viande les plus facilement coagulables ; autrement dit, les terrines n'étaient pas cuites.

Nous avons enregistré les températures à cœur de toutes les terrines : dans la croûte, au centre, au fond. Évidemment, la partie supérieure de la croûte est à 180 °C, l'eau de la viande hachée étant évaporée. Cette température diminue progressivement à mesure que l'on s'approche de la partie inférieure de la croûte, où la température ne dépasse pas 100 °C. C'est au cœur des terrines que la température est la plus basse.

Finalement, les terrines cuites plus d'une heure et quart étaient de faible goût. Cependant, la matière grasse qui avait suinté de la préparation était... salée ! Salée alors que le sel ne se dissout pas dans l'huile ? Il fallait que le sel soit présent sous la forme de cristaux, ou bien dissous dans de petites gouttes de solution aqueuse dispersées dans l'huile.

À la réflexion, cette observation est probablement la clef du mystère du pâté lorrain. Dans les deux cas, il y a de la viande que l'on cuit. Or on sait que le tissu animal chauffé se contracte, en raison notamment de la dénaturation du collagène, la protéine

formant le tissu qui limite les fibres musculaires et les réunit en faisceaux. C'est pour éviter cette contraction que l'on entaille les poissons avant de les griller, et que les cuisiniers préfèrent cuire les viandes sur leur os : l'adhérence du tissu musculaire à l'os évite la rétraction des chairs.

Pourquoi cette rétraction est-elle nuisible ? Passeulement pour des raisons esthétiques, mais aussi parce que la viande qui se contracte expulse son jus. D'où le résidu brun, dans la cocotte, quand on cuit un rôti de bœuf, par exemple. Plus la température est augmentée, même avant la température d'ébullition de l'eau, même dans l'eau d'un bouillon, plus la viande perd de sa masse.

D'où, dans les terrines, la matière grasse qui entourait la chair coagulée ; d'où la perte de goût et du sel. Ce qui est nuisible dans une terrine, en raison des pertes, est bénéfique pour les pâtés lorrains, dont la pâte boit les produits expulsés par la coagulation. Et c'est pourquoi il faut un long temps de cuisson pour faire de bons pâtés lorrains. ■



Hervé THIS est physico-chimiste dans le Groupe INRA-AgroParisTech de gastronomie moléculaire et directeur scientifique de la Fondation Science & culture alimentaire (Académie des sciences).



Retrouvez la rubrique Science & gastronomie sur www.pourlascience.fr

■ SCIENCE ET HUMOUR

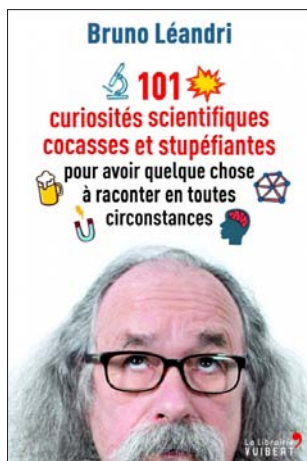
101 curiosités scientifiques cocasses et stupéfiantes

Bruno Léandri

Vuibert, 2014
[176 pages, 13,90 euros].

Léandri est l'Alphonse Allais de la bouffonnerie scientifique moderne. Comme son illustre prédécesseur honfleurais (merci Google), B. Léandri nous raconte les aventures croustillantes et cocasses des découvertes et des habitudes de nos illustres savants, travers bénins qui contrastent avec un sérieux attendu. Les défauts enfantins humanisent les scientifiques dont l'humour et l'espièglerie ne sont guère les caractéristiques principales.

Vous l'avez deviné, B. Léandri prend du recul et s'interroge sur des incertitudes que nous aurions



dû relever. De combien de chats morts virtuels l'expérience conçue par Schrödinger est-elle responsable ? Où se trouve le point zéro de latitude et de longitude ? Le nombre 39 est-il remarquable oui ou non, etc. ?

Nombre d'historiettes sont des éloges de la sérendipité, l'art de gagner un concours de circonstances. Ainsi, Oersted a découvert l'effet du champ magnétique grâce

à une boussole qui se trouvait là par hasard, Percy Spencer a découvert le chauffage par micro-ondes grâce à sa prévoyance gourmande qui l'avait conduit à placer une barre de chocolat dans sa poche, Fleming a eu la chance que des moisissures inopinées détruisent les bactéries de ses boîtes de Pétri, Jansky a observé que l'émission des étoiles brouillait l'écoute (sic) de son poste radio resté ouvert. Nous avons là une petite leçon de morale : n'avons-nous jamais balayé sous le tapis des effets perturbateurs qui nous empêchaient d'avancer dans nos expériences ? Ce faisant, nous avons peut-être, dans un souci d'efficacité malencontreux (merci les planificateurs et les gestionnaires de la recherche), laissé passer une découverte plus importante que le travail qui nous occupait !

Quand vous lirez ce livre, vous éprouverez presque autant de plaisir que B. Léandri a eu à l'écrire. Pour ma part, je vais l'offrir à mon petit-fils Bastien afin de l'intéresser à la chose scientifique, car il n'a malheureusement que peu accroché à la *Critique de la raison pure*, beau livre familial relié pleine peau. P.S. Remarquez que, grâce à des contorsions, j'ai pu éviter le mot « pas » dans le texte. Si vous voulez savoir pourquoi le mot n'en est pas moins intéressant, lisez la page 139 du livre de Léandri.

Philippe Boulanger

■ ZOOLOGIE

Histoires remarquables Les animaux

F. Moutou et F. Desbordes (illus.)
Delachaux & Niestlé, 2014
[254 pages, 17,50 euros].

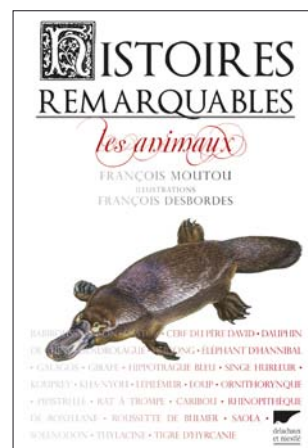
Parmi les mammifères abordés dans les 26 courts chapitres qui composent ce livre, certains, tels le loup, le

castor, l'éléphant ou la girafe, nous sont familiers. D'autres le sont beaucoup moins, tels le dendrolague (un kangourou arboricole), l'hippotrague (une antilope) ou le kha-nyou (un rongeur laotien récemment découvert et qui est aussi un « fossile vivant »).

Mais que l'animal soit connu de tous ou seulement des spécialistes, l'auteur a su avec beaucoup de talent raconter à son sujet une « histoire remarquable » qui nous fait découvrir une facette insolite de sa biologie, de son histoire évolutive, des circonstances de sa découverte, ou encore de ses rapports avec l'homme.

Pêle-mêle, le lecteur s'interroge sur la provenance des éléphants d'Hannibal (Afrique ou Asie ?), découvre que certains mammifères (comme l'ornithorynque ou le solénodon) sont venimeux, constate que garder des animaux en captivité peut permettre de sauver des espèces (le cerf du Père David en est un exemple éclatant), et réalise que l'on découvre encore de nos jours de grands mammifères jusque-là ignorés de la science (tel le saola du Vietnam, un bovidé qui peut peser 100 kilogrammes, décrit en 1992). Et si les animaux évoqués ne lui sont pas familiers, les dessins aussi jolis que précis qui illustrent chaque chapitre lui montrent clairement à quoi ils ressemblent.

À travers les anecdotes et les descriptions bien choisies, l'extraordinaire diversité des adaptations des mammifères devient évidente : l'évolution des espèces nous révèle toujours des surprises. L'aspect plus sombre de la question, c'est que cette diversité est menacée : plusieurs des espèces décrites ici ont disparu, parfois récemment comme le baiji, le dauphin d'eau douce du Yangtsé, déclaré éteint en 2006, ou sont extrêmement



menacées, comme la roussette de Bulmer, une chauve-souris de Nouvelle-Guinée dont il ne reste au mieux que quelques centaines d'individus. Mais d'autres exemples donnent de l'espoir : le castor, qui revient de loin, n'est-il pas en train de réoccuper les rivières françaises ? Ce livre très accessible, au style fort agréable et non dénué d'humour, est une magistrale illustration des beautés de la zoologie.

Eric Buffetaut

CNRS, Laboratoire de géologie de l'École normale supérieure

■ ASSYRIOLOGIE

Les débuts de l'histoire

P. Bordreuil, F. Briquel-Chatonnet et C. Michel (dir.)

Khéops, 2014
[518 pages, 25,50 euros].

Il est impossible de rendre compte de la richesse de cet ouvrage consacré au Proche-Orient ancien. C'est une véritable gageure que de présenter un tableau de la civilisation de cette partie du monde durant une période qui va de la fin du Néolithique à la conquête d'Alexandre. À cet effet, près de 40 spécialistes