

Astrophysique

Théâtre d'ombres dans un disque protoplanétaire

Le disque de l'étoile HD 142527 présente d'étonnantes zones sombres. À quoi correspondent-elles ? À l'ombre du disque interne, répondent des astronomes chiliens.

L'étoile HD 142527 est un laboratoire à ciel ouvert pour les astronomes qui étudient la formation des systèmes planétaires. Jeune et encore entourée de son disque protoplanétaire de gaz et de poussière, cette étoile avait déjà, en 2013, attiré l'attention de Simon Casassus, de l'Université du Chili à Santiago. Avec ses collègues, il en avait déterminé certaines caractéristiques, mais un aspect restait énigmatique : la partie externe du disque protoplanétaire arbore une atypique forme en fer à cheval dans les longueurs d'onde radio, et deux zones sombres en lumière infrarouge. Simon Casassus et deux jeunes astrophysiciens de son université ont poursuivi l'étude de ce système. Ils viennent de montrer que ces zones sombres sont probablement l'ombre de la partie interne (inclinée) du disque protoplanétaire sur la partie externe.

Comment se forme un système planétaire ? Dans ses grandes lignes, le scénario est assez simple. Une étoile qui vient de naître est entourée d'un disque de gaz et de poussière. Dans ce disque, la matière s'agregue et forme les germes de futures planètes. Ces planétésimaux accumulent la matière située sur leur orbite et creusent ainsi des sillons dans le disque. En quelques millions

d'années, les planètes captent une grande part du gaz et de la poussière, et le disque disparaît.

En 2013, Simon Casassus et son équipe ont étudié le disque de HD 142527, dont l'étoile est âgée d'environ un million d'années et distante de 646 années-lumière. Cette relative proximité en fait un objet d'étude privilégié pour comprendre la jeunesse des systèmes planétaires.

Le disque de HD 142527 est composé de trois régions : un disque interne qui s'étend jusqu'à 10 unités astronomiques de l'étoile (une unité astronomique correspond à la distance moyenne Terre-Soleil), suivi d'une zone pauvre en gaz et poussière allant jusqu'à 140 unités astronomiques, puis un disque externe qui s'étale jusqu'à environ 300 unités astronomiques.

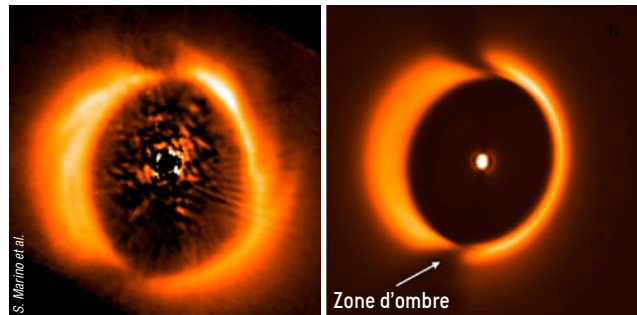
Les astronomes ont découvert des filaments de matière provenant des régions externes et qui traversent le sillon dépourvu de poussière, mais contenant encore du gaz résiduel. Lors de cette étude, ils avaient aussi remarqué que le disque externe ne dessinait pas un anneau complet, mais une sorte de fer à cheval. Cette forme et les filaments s'expliqueraient par la présence de planètes géantes, mais elles n'ont pas encore été détectées.

Des observations dans l'infrarouge ont révélé deux zones sombres presque diamétralement opposées dans le disque externe, zones pourtant non dépourvues de poussière. S'il ne s'agit pas de trous dans le disque, à quoi correspondent-elles ?

Simon Casassus et ses collègues ont imaginé que le disque interne est incliné par rapport

la poussière du disque interne. Si le disque interne est incliné de 70°, la simulation reproduit les zones d'ombre observées dans le disque de HD 142527, qui, en raison de l'épaisseur du disque interne, ne sont pas tout à fait diamétralement opposées.

Le fait que les disques ne soient pas dans le même plan est étonnant, mais cela pourrait



Comparaison entre l'image en infrarouge de l'étoile HD 142527 et de son disque (à gauche) et la simulation effectuée par l'équipe de Simon Casassus (à droite) qui reproduit bien les zones d'ombre observées.

au disque externe. Du fait de cette configuration, il projette une ombre sur le disque externe dans deux zones presque opposées.

Cependant, la résolution des images ne permet pas de voir distinctement le centre du système stellaire et de confirmer cette hypothèse. Les astronomes ont donc modélisé le système et la diffusion de la lumière à travers

être plus fréquent qu'on ne le pensait. Il reste néanmoins à comprendre pourquoi le disque interne est incliné ! La partie la plus proche de l'étoile basculerait au cours de la formation stellaire, sous l'effet de processus à déterminer.

S. B.

The Astrophysical Journal Letters, vol. 798(2), L44, 2015

Qu'il est beau mon chef !

Notre opinion sur les gens est influencée par leur beauté physique, mais l'inverse est-il vrai ? Jugeons-nous quelqu'un plus ou moins beau selon l'opinion que nous avons de lui ? Oui, selon une étude menée par Kevin Kniffin, de l'Université de Cornell, et ses collègues. Les chercheurs ont montré que le chef d'un groupe politique était jugé plus attirant par les adhérents de ce groupe que par ses opposants. Un biais de perception sans doute en partie responsable des romances entre subordonnés et dirigeants.

Peinture néandertalienne à l'ocre

Dans la grotte de Ciorei, en Roumanie, Marin Cărciumaru de l'Université de Valachie et des collègues ont découvert une pierre ronde (une géode) que des Néandertaliens avaient peinte avec de l'ocre rouge. Huit coupes taillées dans la partie supérieure de stalagmites ont par ailleurs été retrouvées dans un niveau archéologique riche en artefacts moustériens, caractéristiques des Néandertaliens. Les chercheurs pensent qu'elles ont servi à préparer la teinture d'ocre, car elles en contenaient des résidus.

Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr



Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



POINT DE VUE

Le bisphénol A n'est pas une affaire classée

Une nouvelle expertise européenne a conclu qu'aux niveaux d'exposition actuels, ce perturbateur endocrinien est sans danger. La situation n'est pourtant pas si rassurante.

Barbara DEMENEIX et Vincent LAUDET



Barbara DEMENEIX codirige l'unité Évolution des régulations endocriniennes (UMR7221 CNRS/MNHN), à Paris.

© Pierre Maraval Productions

Fin janvier dernier, rendant publiques les résultats de son évaluation des risques du bisphénol A (BPA), l'Agence européenne chargée de la sécurité alimentaire (EFSA) a créé la surprise. Elle concluait « qu'aux niveaux actuels d'exposition, le BPA ne présente pas de risque pour la santé des consommateurs de tous les groupes d'âge [y compris les enfants à naître, les nourrissons et les adolescents] ». Dans le même temps, elle recommandait de réduire la dose journalière tolérable de BPA de 50 à 4 microgrammes par kilogramme et par jour ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$).

Le bisphénol A est un perturbateur endocrinien, c'est-à-dire une molécule qui peut interférer avec le système hormonal. Utilisé dans la fabrication de plusieurs matériaux – papier thermique, contenants alimentaires en plastique, résines époxy, scellements dentaires, CD... –, il est présent dans les urines à une concentration moyenne de deux à quatre microgrammes par litre.

L'annonce de l'EFSA surprend, car de nombreuses études suggèrent que l'exposition au bisphénol A à de faibles doses peut induire des anomalies de la reproduction et serait impliquée dans le développement des maladies neurodéveloppementales. De fait, le bisphénol A est capable de stimuler

les récepteurs des œstrogènes, l'hormone qui contrôle les caractères sexuels secondaires de la femme, ou de moduler l'action des hormones thyroïdiennes, nécessaires au développement du cerveau.

En France et au Canada, le bisphénol A a fait l'objet de réglementations strictes et, depuis cette année en France, d'interdictions dans les contenants alimentaires. D'ailleurs l'Anses, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, a publié en 2013 le

L'EFSA A ÉCARTÉ LA PLUPART
des études suggérant que les effets du BPA sont plus préoccupants qu'on ne le pensait.

résultat d'une expertise mettant en avant « les effets sanitaires du bisphénol A, en particulier pour la femme enceinte au regard des risques potentiels pour l'enfant à naître » et suggérant qu'il faudrait revoir la dose journalière tolérable de bisphénol A.

Comment deux agences sérieuses, travaillant sur les mêmes données, peuvent-elles avoir des avis différents ? Qui croire ? Et si le bisphénol A est sans danger, pourquoi réduire la dose journalière ? Pour comprendre la situation, il faut revenir sur les procédures d'évaluation des agences. Ces évaluations

prennent souvent plus de deux ans et il existe donc en général un hiatus entre les données scientifiques publiées et les résultats des évaluations. Pourtant, dans le cas du bisphénol A et d'autres molécules, ce hiatus est frappant, car de nombreuses études font état d'effets du bisphénol A à des doses bien inférieures à la dose journalière tolérable et que de nouveaux mécanismes d'action du bisphénol A ont été récemment proposés.

Les agences utilisent un cadre conceptuel qui vient de la toxicologie classique, c'est-à-dire de l'étude des poisons. On y considère qu'il existe une relation stricte entre la dose d'exposition et l'effet observé. Si on détermine que la dose la plus faible produisant un effet est $5 \text{ mg}/\text{kg}/\text{j}$, on considère qu'une exposition à une dose plus faible n'entraîne aucun effet et n'a donc pas de risque associé. Pour se donner une marge de sécurité, on réduit en général la dose minimale admissible d'un facteur 100 (soit $50 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ dans notre exemple) et on considère qu'au-dessous, l'exposition est sans risque. Si l'on compare cette dose à l'exposition effective des populations (ce que font les panels de l'EFSA, par exemple) et que l'exposition se révèle à des doses inférieures à cette limite, on conclut que la molécule ne présente pas de danger aux expositions constatées.



Vincent LAUDET dirige l'Institut de génomique fonctionnelle de Lyon (Université de Lyon/CNRS/ENS Lyon)

Photo Vincent Mancorgé



Mais ce raisonnement ne fonctionne que s'il existe une relation linéaire entre dose et effet. Or peu de signaux hormonaux naturels ont des réponses linéaires. On trouve souvent des plateaux, voire des inversions et des inhibitions de réponses à des doses croissantes. Ainsi, si le mode d'action de la molécule étudiée est complexe, avec des effets plus forts observés aux doses faibles, le raisonnement de la toxicologie classique s'écroule. Or sur le bisphénol A et d'autres perturbateurs endocriniens, nombre d'études contestent la relation linéaire entre dose et effet. Une part de l'explication pour le bisphénol A est qu'il agit *via* au moins deux récepteurs : les récepteurs des œstrogènes ER, qu'il active à des concentrations de 0,2 millimole par litre, et le récepteur ERR γ , qu'il stimule à des concentrations 40 fois inférieures. Si un effet du bisphénol A est activé par ERR γ et réprimé par les ER, il sera plus fort à des concentrations faibles. On n'observera pas d'effet à 50 $\mu\text{g/kg/j}$, mais à des concentrations 10 ou 100 fois plus faibles.

Pourquoi l'EFSA ne prend-elle pas ces données en compte ? Parce qu'elle ne retient que les publications suivant des procédures strictes, notamment pour le nombre d'animaux utilisés. L'évaluation complète, selon les critères de l'EFSA, des effets du bisphénol A sur les rongeurs nécessite des milliers d'ani-

maux, ce que peu de laboratoires peuvent financer. Ce faisant, l'EFSA a écarté la plupart des études suggérant que les effets du bisphénol A sont plus nombreux et plus préoccupants qu'on ne le pensait.

L'Anses donne un avis différent de l'EFSA parce que certaines études, notamment celles suggérant un effet à des doses faibles sur le cancer mammaire chez la souris, ont été jugées assez préoccupantes pour justifier une alerte. D'ailleurs, l'EFSA a aussi jugé inquiétantes des données et proposé une réduction de la dose journalière tolérable de BPA.

L'avis de l'EFSA semble néanmoins très décalé par rapport aux avancées scientifiques récentes. En restant dans le cadre de la toxicologie classique, en collant de façon trop stricte à la robustesse des études retenues, elle prend le risque de passer à côté d'effets néfastes sur la santé. On peut penser que c'est sans importance puisque, le bisphénol A étant interdit en France, il sera vite retiré du marché. L'exposition baissera donc et le risque diminuera. Toutefois, il sera remplacé par des substituts tel le bisphénol F qui, comme lui, polymérise facilement, mais dont les effets sont mal connus. Si des inquiétudes se font jour sur le bisphénol F et que des mesures de précaution sont demandées, les industriels auront beau jeu de dire que le bisphénol A a été interdit alors que le risque était faible,

voire inexistant, et qu'il ne faut donc pas faire de même pour le bisphénol F. L'avis de l'EFSA constitue donc un inquiétant précédent.

Cette situation soulève aussi le problème du financement de ces recherches. Peu d'études financées sur fonds publics atteignent les critères de robustesse exigés par les agences comme l'EFSA ou l'Anses, car ces études sont au moins 30 % plus chères que les études classiques. Ainsi, celles financées par l'industrie chimique sont plus souvent retenues alors même que beaucoup, notamment sur le bisphénol A, sont critiquables sur les situations contrôles, sans bisphénol A, qu'elles utilisent comme témoins dans leurs expériences. Or la pollution au bisphénol A est telle qu'il existe une contamination atmosphérique ubiquitaire qui empêche d'avoir de réels contrôles sans bisphénol A, ce qui rend difficile l'étude des doses faibles.

Il est donc urgent que les pouvoirs publics reprennent ce dossier et financent des études indépendantes exploitables par les experts des agences de façon que tout le spectre d'effets et de modes d'action des polluants environnementaux soit pris en compte. ■



Réagissez au
Point de vue sur
www.pourlascience.fr

ENTRETIEN

« Si mon blog donne envie de lire un livre de science, c'est gagné ! »

Rencontre avec la célèbre blogueuse et auteure de BD Marion Montaigne, qui nous raconte son travail avec les chercheurs et son envie de diffuser le savoir scientifique avec humour.



Marion Montaigne est l'auteure du blog BD « Tu mourras moins bête » [tumourrasmoinsbete.blogspot.fr].

© Ingrid Leroy/Pour la Science

Le professeur Tournesol, Philip Mortimer, le savant Cosinus... La bande dessinée a toujours eu un lien privilégié avec la science à travers des personnages de savants qui ont ravi des générations de lecteurs. Le neuvième art est même devenu un support pédagogique efficace pour diffuser la science, avec des ouvrages tels que *Logicomix* (A. Doxiadis et al., 2012), qui évoque l'histoire moderne de la logique, ou *Feynman* (J. Ottaviani et L. Myrick, 2012), biographie du célèbre prix Nobel de physique. Ces dernières années, un nouveau support pour la BD est apparu, le blog. Comme d'autres, Marion Montaigne s'en est emparée afin de partager avec un large public son intérêt pour les sciences. Ses billets de blog sont aussi à découvrir en livres (*Tu mourras moins bête*, Ankama, 2011 et 2012, Delcourt, 2014).

POUR LA SCIENCE

De quand date votre intérêt pour la science ?

MARION MONTAIGNE : Au collège, j'adorais la biologie. En classe, nous avions des vivariums avec des insectes. Nous disséquions des grenouilles et nous pouvions voir ce qu'il y avait dedans. C'était du concret. On ne pouvait pas nous raconter des

histoires. Malgré cet intérêt pour la biologie, je me suis orientée vers des études d'art. J'ai fait une préparation à l'Atelier de Sèvres, puis j'ai été à l'École Estienne en section Métiers du livre et je suis entrée à l'École Gobelins pour apprendre l'animation. À Estienne, il existe une formation pour faire de l'illustration scientifique, mais je n'étais ni assez méticuleuse ni assez patiente pour dessiner exactement le bon nombre de côtes d'un squelette ! Je n'avais pourtant pas abandonné ma passion pour la science. Ce doit être un truc d'anxieux : avec la science, j'ai les réponses à mes questions.

PLS

Comment l'idée du blog *Tu mourras moins bête* vous est-elle venue ?

M. M. : Je lisais beaucoup, mais je ne savais pas comment concilier ma passion pour les sciences et mon métier d'illustratrice. À côté de ça, un nouveau support se développait pour les dessinateurs de bande dessinée, les blogs, que chacun peut remplir avec du texte, des photos ou des dessins. Beaucoup de dessinateurs mettaient en scène leur quotidien. Je n'avais pas envie de raconter ma vie et c'est là que l'idée de parler de science est venue : mon blog est né en 2008. Et je ne suis pas la seule à utiliser le dessin pour parler de

science ; Jean-Yves Duhoo, par exemple, dessine ses visites de laboratoire dans la revue *Spirou*. À travers chaque billet, j'essaie de transmettre mon émerveillement à la découverte d'un sujet. Aujourd'hui, on nous demande d'être productifs, efficaces. Malgré ces contraintes, la recherche garde une part de magie. Rien ne m'émerveille plus que ce que font les chercheurs au quotidien.

PLS

Comment se déroule la genèse d'un billet ?

M. M. : Au gré de mes lectures, je vois un sujet dans un magazine, dans l'actualité, dans un livre, je m'en empare. Je me documente et je lis d'autres textes sur le sujet. Les gags me viennent spontanément. La difficulté est ensuite de construire une histoire. Cela peut prendre plusieurs semaines. Pour donner du rythme à l'ensemble, l'idéal est d'avoir un gag par information scientifique.

PLS

Abordez-vous tous les domaines ? Y a-t-il des sujets plus difficiles à traiter que d'autres ?

M. M. : J'aime beaucoup la biologie et l'astrophysique. On retrouve donc beaucoup de billets sur ces sujets. La biologie, en particulier. C'est concret, ça parle aux gens. Tout le monde a des