



## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

**Le fer**  
Tapping, Ken

This publication could be one of several versions: author's original, accepted manuscript or the publisher's version. / La version de cette publication peut être l'une des suivantes : la version prépublication de l'auteur, la version acceptée du manuscrit ou la version de l'éditeur.  
For the publisher's version, please access the DOI link below. / Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

**Publisher's version / Version de l'éditeur:**

<https://doi.org/10.4224/23002306>

*L'astronomie au gré des saisons, 2017-10-10*

**NRC Publications Record / Notice d'Archives des publications de CNRC:**

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=7f05ac35-7d62-4b3c-b95d-fe1f81344c54>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=7f05ac35-7d62-4b3c-b95d-fe1f81344c54>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.



## LE FER

**Ken Tapping, le 10 octobre 2017**

Le fer est un élément essentiel : on en retrouve dans pratiquement tout ce que nous fabriquons et même dans notre corps. En fait, il joue un rôle encore plus grand. C'est effectivement grâce au fer si notre planète existe aujourd'hui et que les nuages de gaz et de poussières interstellaires renferment les éléments nécessaires à la vie.

Selon ce que l'on sait, il n'y avait pas de fer dans l'Univers lors du Big Bang et il ne s'en est pas créé non plus à ce moment. Tout le fer qui existe s'est formé dans le noyau d'étoiles en fin de vie. Paradoxalement, si ce n'était de la stabilité formidable des atomes de fer, cet élément et tous les matériaux nécessaires à la vie seraient demeurés emprisonnés au cœur des étoiles — et n'auraient pu être utilisés.

Les centrales nucléaires utilisent la fission nucléaire — le fractionnement de gros atomes en atomes plus petits — pour produire de l'énergie. Nous extrayons ainsi du sol des éléments rares instables comme l'uranium et exploitons leur instabilité pour les transformer en atomes plus petits et plus stables. Les étoiles, elles, carburent à la fusion nucléaire. Elles se forment lorsque d'énormes nuages composés essentiellement d'hydrogène se contractent. Formé d'un proton et d'un électron, l'atome d'hydrogène est le plus simple. L'uranium en comparaison comporte 92 électrons, 92 protons et 143 neutrons. L'hydrogène à l'intérieur d'un noyau d'étoile se comprime sous le poids de la matière qui l'entoure, jusqu'à ce que la fusion se déclenche. Quatre atomes d'hydrogène (4 protons et 4 électrons) fusionnent alors pour former un atome d'hélium (2 électrons, 2 protons et 2 neutrons). Deux des protons de l'atome d'hydrogène se convertissent en neutrons et toute la matière résiduaire se transforme en énergie, produisant la lumière de l'étoile.

Lorsque le noyau d'une étoile commence à épuiser l'hydrogène qu'il renferme, il se contracte un peu, ce qui accroît la pression et la température internes. Les atomes d'hélium commencent alors à fusionner pour former des atomes plus gros comme du carbone, de l'azote et de l'oxygène. Si la masse de l'étoile génère des pressions et des températures suffisantes, le processus de fusion peut se poursuivre, les atomes plus légers se transformant en atomes plus lourds. Ce processus a toutefois un rendement décroissant, chaque phase de fusion produisant moins d'énergie

que la précédente. Ayant un potentiel de libération d'énergie plus faible, les atomes deviennent plus stables. Une poignée de terre, ayant un faible potentiel énergétique, est très stable, alors qu'une poignée de poudre à canon, ayant un fort potentiel énergétique, l'est beaucoup moins.

Si, en partant de l'hydrogène, les atomes deviennent plus stables en formant des atomes de plus en plus gros, et qu'en partant de l'uranium, les atomes deviennent plus stables en devenant de plus en plus petits, il doit donc exister un élément dans le continuum de transformation dont les atomes offrent le maximum de stabilité. Cet élément est le fer. Pour former des atomes plus gros ou plus petits à partir d'atomes de fer, il faut de l'énergie.

Cette demande énergétique est toutefois problématique pour les étoiles. Au cours de leur vie, les étoiles produisent de l'énergie par la fusion d'atome en atome plus gros, jusqu'à ce que les produits résiduaire soient des atomes de fer. À ce point, la production d'énergie cesse. Le fer se refroidit, la pression baisse et l'étoile se contracte. La pression et la température internes augmentent de nouveau, mais le fer ne bronche pas. La température augmentant, le flux de neutrinos s'intensifie en siphonnant encore plus d'énergie du noyau. La matière continue de se contracter et la température s'accroît jusqu'au point où les atomes de fer deviennent instables et se convertissent à rebours en hélium et en éléments plus légers avant d'utiliser toute l'énergie produite pour se retransformer en fer. Le noyau de l'étoile se refroidit alors considérablement et la pression interne, qui soutient les couches extérieures de l'étoile, chute. L'étoile s'effondre et se désintègre dans l'explosion nucléaire qui s'ensuit. L'explosion, en revanche, produit l'énergie nécessaire pour créer des atomes plus gros que ceux du fer. Toute cette matière catapultée dans l'espace devient disponible pour créer des planètes et des êtres vivants. Et tout cela, grâce à la stabilité du fer.

Saturne est visible bas au sud-ouest. Vénus brille avec éclat près de Mars dans les lueurs de l'aube. La Lune entrera dans son dernier quartier le 12.

---

**Ken Tapping est astronome à l'Observatoire fédéral de radioastrophysique du Conseil national de recherches du Canada, à Penticton (C.-B.) V2A 6J9.**

**Tél. : 250-497-2300, téléc. : 250-497-2355**

**Courriel : [ken.tapping@nrc-cnrc.gc.ca](mailto:ken.tapping@nrc-cnrc.gc.ca)**