

ASTROPHYSIQUE *On pensait le phénomène réservé au lointain cosmos*

Des bouffées de rayons gamma dans l'atmosphère de la Terre

La production de rayonnements extrêmement énergétiques n'est pas l'apanage d'étoiles géantes qui explosent : la Terre aussi, à sa modeste échelle, est une source de rayons gamma. Et celle-ci s'avère bien plus importante que prévue selon les dernières observations du satellite RHESSI (*Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager*) publiées dans la revue *Science*.

Umran Inan *

En 1994, un satellite observant les rayons gamma dans l'univers, le CGRO (*Compton Gamma-Ray Observatory*), détecte des flashes de rayonnement gamma dont la particularité est d'être extrêmement brefs, quelques millisecondes tout au plus, et de très haute énergie. À la surprise des astrophysiciens, ces étincelles ne proviennent pas du lointain cosmos mais de la Terre que survole le satellite. La très forte énergie de ce rayonnement gamma, avec des photons ayant jusqu'à 20 millions d'électronvolts, pouvait provenir de l'interaction avec la haute atmosphère d'électrons portés à des vitesses extrêmes, très proches de celles de la lumière.

L'explication de ce phénomène atmosphérique s'est faite en deux temps. Les scientifiques se sont d'abord aperçu que les flashes de rayons gamma coïncidaient avec les orages, plus précisément avec le déclenchement des éclairs, ces énormes décharges élec-

triques entre la Terre et l'atmosphère. Puis des modélisations informatiques ont pu prédire que d'intenses champs électriques pouvaient se développer au-dessus de ces nuages d'orage entre 20 et 80 km d'altitude. Avec l'énorme différence de potentiel développée sur cette hauteur, 30 millions de volts, on pouvait envisager non seulement que les électrons puissent être accélérés à des vitesses extrêmes vers la ionosphère supérieure, mais aussi qu'ils deviennent capables d'en entraîner d'autres arrachés aux molécules de l'air, provoquant ainsi une véritable avalanche électronique. Pris dans cet accélérateur naturel de particules, des masses d'électrons peuvent, après

Ces rayonnements coïncident avec les orages et le déclenchement des éclairs

avoir été accélérées, entraîner l'émission de rayons gamma extrêmement énergétiques lors de leur décélération dans les dernières couches de l'atmosphère.

Les enregistrements effectués par un petit satellite beaucoup plus sensible que le CGRO appelé RHESSI confirment aujourd'hui ce scénario, avec l'apparition de flashes ultra-énergétiques, et ce principalement dans les zones tropicales où se déroulent une grosse partie des orages sur Terre. Les chercheurs ont également profité de RHESSI, lancé en 2002 par la Nasa et initiale-

ment destiné à la détection des rayonnements X et gamma solaires, pour effectuer une première évaluation de la fréquence de ces flashes de rayons gamma dans l'atmosphère terrestre. Après trois mois de mesures, les universitaires californiens de Santa Cruz et de Berkeley annoncent qu'une cinquantaine au minimum d'entre eux se produisent chaque jour.

Plusieurs raisons laissent penser que cette production de rayons gamma terrestres pourrait être beaucoup plus importante. D'une part, il est possible que RHESSI ne détecte que les faisceaux orientés dans sa direction, ce qui limiterait fortement le nombre de flashes observables à un moment donné.

D'autre part, les éclairs semblent déclencher l'activité des énormes accélérateurs de particules stratosphériques par un mécanisme encore inconnu. Or les éclairs sont beaucoup plus fréquents dans l'atmosphère terrestre, environ 44 par seconde, et selon les chercheurs les flashes de rayons gamma terrestres pourraient théoriquement être aussi nombreux.

Que deviennent les électrons extrêmement accélérés du faisceau qui n'ont pas rencontré de molécules de l'air sur leur passage ? Ils pourraient être captés par la ceinture du champ magnétique terrestre, la magnétosphère, et suivre ses lignes de champ sur des milliers de kilomètres. Leur retour dans l'atmosphère à des vi-

tesses proches de celle de la lumière pourrait également provoquer l'émission de rayons gamma. De vastes mais brefs faisceaux d'électrons pourraient ainsi jaillir sur des distances de plusieurs kilomètres à l'occasion des orages, et les chercheurs étudient maintenant les conditions qui permettraient de les observer par satellite.

Les astrophysiciens découvrent ainsi que notre modeste Terre produit en permanence et à leur insu des rayonnements dignes par leur énergie des plus grosses étoiles ou trous noirs de l'univers. L'objectif des chercheurs est maintenant de comprendre leur relation avec les spectaculaires manifestations électriques de l'atmosphère que sont les éclairs et à une altitude plus élevée les farfadets rouges et les jets bleus. Bien haut dans les cieux, une nouvelle physique des hautes énergies est en train d'apparaître.

* Umran Inan, chercheur à l'université de Stanford (Californie), a publié un article dans le dernier numéro de la revue internationale *Science* (18 février 2005), éditée par l'Association américaine pour l'avancement des sciences (AAAS). Article traduit et édité par Pierre Kaldy pour *Le Figaro*. Internet : www.aaas.org et www.scienceonline.org

