



L'ESSENTIEL

- ✓ Sylphes, elfes, rayons gamma : de nombreuses émissions peuvent se produire au-dessus des orages.
- ✓ Elles apparaissent en général après des éclairs.
- ✓ En les filmant à l'aide de caméras ultrarapides, on commence à comprendre certains mécanismes de leur formation.
- ✓ Plusieurs missions spatiales dédiées à l'étude de ces phénomènes sont en préparation. Leur objectif : préciser la nature, la chronologie et l'altitude des différents événements lors d'un orage.

© Visuals Unlimited/Corbis

émissions ? Que nous enseignent-elles sur les échanges d'énergie dans l'atmosphère supérieure ? Telles sont les questions que nous allons examiner ici.

Jusqu'en 1989, on pensait que les seules manifestations lumineuses des orages étaient les éclairs, des décharges électriques se produisant entre deux nuages ou entre un nuage et le sol, selon un mécanisme qui commence à être bien compris : la base du nuage orageux se charge négativement, tandis que, par influence électrostatique, des charges positives s'accumulent au sol. La base du nuage et le sol constituent ainsi un condensateur géant. Par le jeu des instabilités atmosphériques, les charges à la base du nuage peuvent former, en se déplaçant, des champs électriques supérieurs au seuil de claquage de l'air, le champ au-delà duquel l'air perd ses propriétés isolantes et devient conducteur. L'air peut alors s'ioniser et une décharge s'amorce, formant un canal d'air ionisé. Lorsque celui-ci atteint le sol, une impulsion de courant le parcourt, chauffant l'air jusqu'à 30 000 °C, ce qui produit la lumière de l'éclair (voir l'encadré page 52).

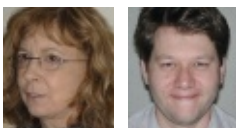
Les premières observations de sylphes ont suscité un élan extraordinaire de la communauté scientifique internationale. Il est vite apparu que des caméras placées dans les zones montagneuses pouvaient enregistrer les sylphes à des distances de plusieurs centaines de kilomètres au-dessus des zones orageuses pendant la nuit.

Sylphes, elfes, trolls, jets bleus...

De nombreux sylphes et d'autres phénomènes lumineux ont été observés par l'équipe américaine de Walter Lyons, qui effectuait chaque année des campagnes d'observation des orages dans les hautes plaines du Colorado. D'autres observations effectuées au Japon, en Australie, au Brésil, en Chine ont montré que ces phénomènes se produisent au-dessus de la plupart des systèmes orageux de grande taille et sont plus fréquents qu'on ne l'avait imaginé. Ainsi, plus de 400 sylphes en une nuit ont été observés au-dessus d'un orage en Argentine. En 2000, nous avons effectué les premières observations en Europe à partir du pic du Midi. Plus récemment, des observations ont été faites depuis le Massif central, les montagnes corses, l'Italie, l'Espagne et plusieurs pays d'Europe centrale.

Ces observations ont mis en évidence une variété importante de phénomènes

LES AUTEURS



Elisabeth BLANC et Thomas FARGES sont géophysiciens à la Direction des applications militaires du CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives), à Arpajon.

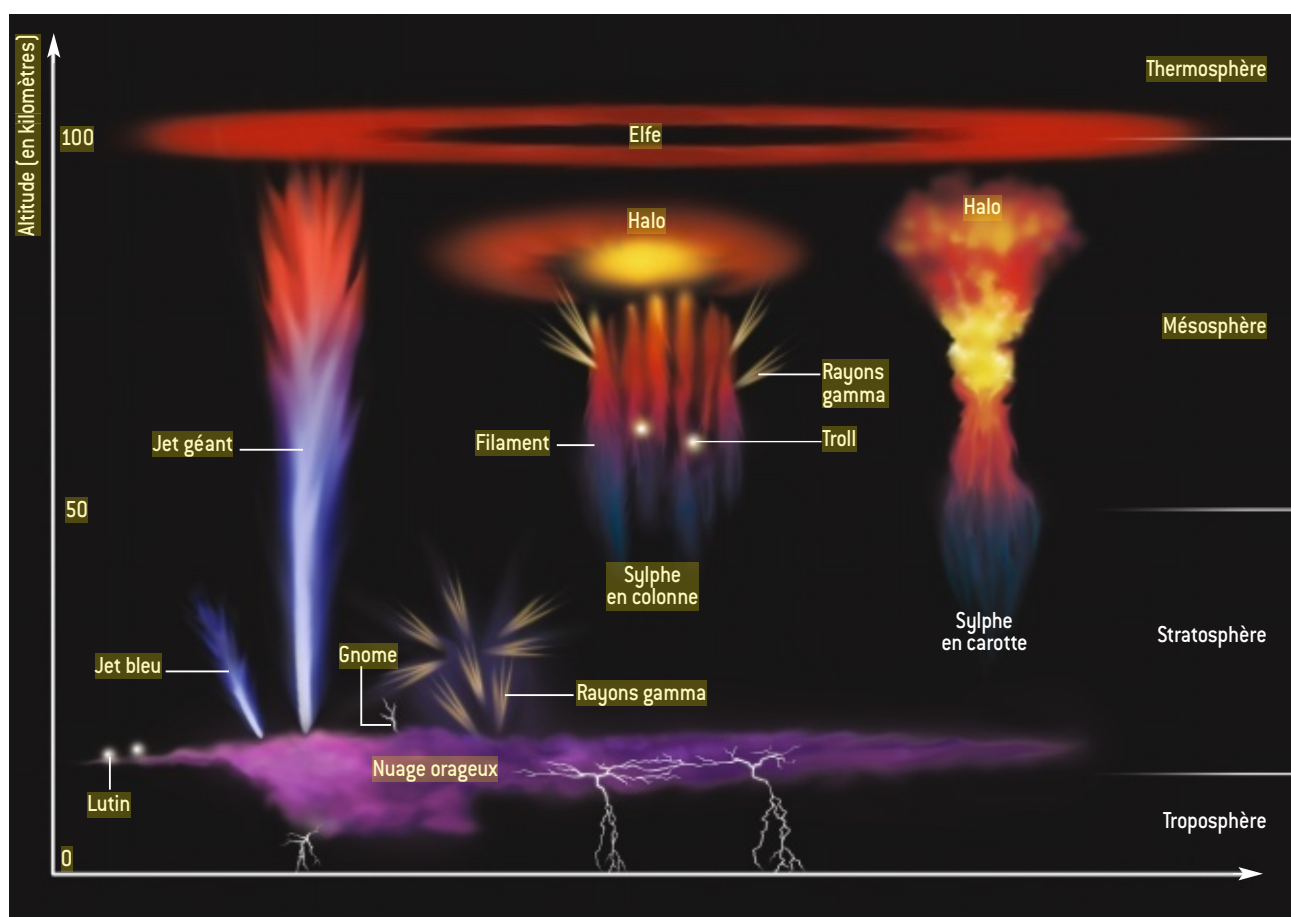
✓ SUR LE WEB

Le blog des observations en Europe d'émissions lumineuses transitoires au-dessus des orages : eurosprite.blogspot.fr

lumineux au-dessus des orages. Les sylphes durent quelques millisecondes et s'étendent de 30 kilomètres au dessus des nuages jusqu'à 90 kilomètres d'altitude environ. Ils apparaissent souvent en groupes. Certains ont une forme de carotte : un halo diffus, entre 70 et 85 kilomètres d'altitude, s'étend latéralement sur une distance de l'ordre de 40 à 70 kilomètres et se prolonge vers le bas par des structures en filaments. D'autres forment des colonnes qui semblent parfois se grouper en cercles. Les sylphes apparaissent généralement après les éclairs dits positifs – des éclairs qui, en fin d'orage, conduisent vers le sol des charges positives. Les halos peuvent aussi apparaître seuls.

Les sylphes ne sont pas seulement lumineux. Notre équipe a montré en reliant des enregistrements acoustiques à des images de sylphes que ces derniers s'accompagnent d'ondes acoustiques de basses fréquences – des infrasons –, parfois pen-

dant plusieurs dizaines de secondes. Très longs par rapport à la durée d'émission lumineuse des sylphes (quelques millisecondes), ces temps correspondent à celui que met le son pour parcourir l'étendue horizontale des sylphes (la vitesse du son est d'environ 330 mètres par seconde). Ces infrasons sont plus longs que les sons émis par les éclairs, qui ne durent que quelques secondes. Ils sont cependant produits selon le même principe : tout le long de la décharge qui forme les filaments des sylphes, l'air s'échauffe (de un ou deux degrés seulement, mais dans un volume énorme – une dizaine de milliers de kilomètres cubes) et, par conséquent, se dilate, ce qui produit des ondes de choc. Nous avons détecté les infrasons des sylphes jusqu'à des distances de l'ordre de 1 000 kilomètres, tandis que les sons produits par les éclairs (le tonnerre), de fréquences supérieures, ne sont audibles que jusqu'à 50 kilomètres environ.



1. UN ORAGE ET SES DIFFÉRENTES ÉMISSIONS : les éclairs, les événements lumineux transitoires (jets, sylphes, elfes, trolls, lutins, gnomes) et les flashes gamma d'origine terrestre. La plupart des événements lumineux transitoires sont émis à la suite des décharges électriques qui se produisent dans les nuages d'orage. Juste au-dessus, jusqu'à 40 kilomètres d'altitude, on observe des jets bleus qui, parfois, se prolongent jusqu'à la base de l'ionosphère (jets géants). Entre 40 et 85 kilomètres d'altitude,

des sylphes se forment à haute altitude dans des halos et se prolongent vers le sol par des filaments. Diverses formes sont observées, notamment selon la qualité de l'enregistrement. À la base de l'ionosphère (atmosphère supérieure, entre 90 et 600 kilomètres), enfin, apparaissent les elfes – les plus nombreux de ces événements. Les trolls, lutins et gnomes sont des émissions trop rares pour être étudiées. Des flashes gamma d'origine terrestre sont également détectés au-dessus des orages.