

La foudre au-dessus des nuages

STEPHEN MENDE • DAVIS SENTMAN • EUGENE WESCOTT

Les physiciens observent une curieuse activité électrique au-dessus des nuages, par temps d'orage.

La foudre a toujours intimidé et fasciné. Les Grecs, par exemple, attribuaient la maîtrise de la foudre à Zeus, le roi des dieux. Encore aujourd'hui, on la redoute, parce qu'on ne la maîtrise pas... et qu'on la connaît mal. Ainsi de nombreuses personnes avaient décrit des scintillations bizarres du ciel nocturne : certaines semblaient être des aurores ou des nuages étrangement illuminés, mais d'autres étaient plus mystérieuses ; notamment, des pilotes d'avion avaient observé des éclairs au-dessus des orages. La communauté scientifique méprisait ces comptes rendus jusqu'en 1990, quand John Winckler et ses collègues de l'Université du Minnesota filmèrent un de ces énigmatiques phénomènes à l'aide d'une caméra vidéo : les images révélaient des éclairs d'un type nouveau.

Comment expliquer ces phénomènes électriques de haute altitude ?

Des centaines d'observations, à partir de la navette spatiale, d'avions et du sol ont montré que les effets électriques analogues aux éclairs ne sont pas confinés aux couches de l'atmosphère comprises entre les nuages et le sol : des décharges électriques se produisent régulièrement dans l'air raréfié jusqu'à 90 kilomètres au-dessus des nuages orageux.

Pourquoi ces phénomènes, souvent visibles à l'œil nu, n'ont-ils pas été découverts plus tôt ? Et pourquoi devait-on s'étonner de l'existence d'une forme de foudre très haut dans l'atmosphère ? Les spécialistes de l'atmosphère savent depuis longtemps que, bien au-delà des régions turbulentes de l'atmosphère, les ultraviolets solaires heurtent les molécules de gaz et libèrent quelques électrons : ainsi se crée l'ionosphère, une couche électriquement conductrice autour de

la Terre. Comme des différences de potentiel considérables peuvent s'établir entre les nuages d'orage et l'ionosphère, tout comme entre les nuages et le sol, la foudre peut se déclencher dans ces deux régions, quand l'air, ordinairement isolant, se dissocie et fournit un chemin conducteur que les courants électriques peuvent suivre.

Comme l'atmosphère se raréfie en altitude, les éclairs qui se produisent au-dessus des nuages dissocient moins de molécules d'air que la foudre classique : ils sont généralement rouges et peu visibles. De ce fait, les physiciens doivent utiliser des caméras vidéo sensibles pour les filmer dans la nuit. Malgré ces difficultés, la science des éclairs externes a considérablement progressé, au cours des dernières années.

Deux d'entre nous (D. Sentman et E. Wescott) ont organisé des campagnes de recherche aéroportées, tandis que nous étudions l'activité électrique de haute altitude à partir du sol.

Les événements électriques de la haute atmosphère sont de quatre types. Deux types de foudre d'altitude, nommées farfadets et elfes, sont, malgré leur nom fantasque, des manifestations atmosphériques bien comprises. Les causes des deux autres types, appelés jets bleus et événements gamma, demeurent plus mystérieuses, mais quelques équipes accumulent les observations dans l'espoir de les élucider.



1. LA FOUDRE (à gauche) transporte généralement des charges électriques négatives de la base d'un nuage vers le sol. Parfois, des coups de foudre intenses (au centre) éliminent les charges positives qui s'étaient accumulées au sommet du nuage. Le champ électrique très intense (couleur rouge) établi entre le sommet du nuage et l'ionosphère projette des électrons vers le haut, où ils heurtent les molécules de l'atmosphère. Quand le champ électrique est suffisamment intense et l'air suffisamment raréfié, les électrons qui sont accélérés par le champ ne sont pas bloqués par les molécules d'air, de sorte qu'ils atteignent des vitesses qui leur permettent d'exciter les molécules. Ces dernières libèrent alors l'énergie qu'elles ont reçue sous forme de lumière, provoquant des «farfadets» (à droite). Ces phénomènes se produisent entre 50 et 90 kilomètres d'altitude.