

Orages et Volcans

mariage des feux du ciel et de la Terre

Les violentes décharges d'électricité atmosphérique qui accompagnent les éruptions sont un aspect souvent ignoré mais bien réel du volcanisme actif. Les zones volcaniques depuis longtemps inactives ont-elles des relations particulières avec la foudre ? La nature des terrains particuliers de la Chaîne des puys et du Cézallier n'entre-t-elle en compte dans les phénomènes orageux qui les affectent ? Voici quelques éléments de réponses.

TEXTE : RAYMOND PICCOLI - ASTRONOME

Et pour commencer, quelques petits rappels concernant la foudre et les orages. Chaque jour, plusieurs milliers d'orages animent notre atmosphère de quelques huit millions d'éclairs. Au-delà de la colossale production d'énergie atmosphérique, la foudre cause maintes destructions, les phénomènes orageux étant parmi les plus violents que la nature puisse produire. L'être humain a toujours redouté le feu du ciel, aux temps préhistoriques de nos lointains ancêtres comme à l'époque des Gaulois qui craignaient eux que le ciel ne leur tombe sur la tête. Et encore de nos jours, même si nous en connaissons mieux le principe, la foudre garde jalousement un grand nombre de ses secrets. En effet, la surprenante facilité avec laquelle le phéno-

mène semble parfois échapper aux lois de la physique laisse penser que nous sommes très loin du compte en matière d'explications. Ainsi, les théories et les expériences se multiplient en ce qui concerne la foudre en boule, sans toutefois qu'un véritable éclaircissement soit apporté sur sa formation ou son processus. L'orage et les importantes variations de potentiel du champ électrique qui l'accompagne ont également une influence sur les échanges biologiques de notre corps. Certaines personnes y sont très sensibles et les symptômes pré-orageux sont nombreux : maux de tête, oppression, angoisse, palpitations... Animaux et insectes détectent particulièrement bien ces variations, ce qui explique les signes annonciateurs naturels de l'arrivée d'un orage.

PH. KARIM KELFOUN



PH. R. PICCOLI

Orage de convection nocturne sur les Monts Dore et la vallée de Chaudesfour.

Un phénomène toujours destructeur

Nous savons qu'au 19^e siècle, la foudre a tué près de dix mille personnes en France, alors que la population y était beaucoup plus faible. De nos jours, le tribut payé chaque année au feu du ciel représente en moyenne une trentaine de décès et une centaine de blessés. Il ne faut pas oublier aussi que près de 25 000 têtes de bétail sont foudroyées, 250 clochers détruits ou gravement endommagés, 45 000 installations électriques définitivement mises hors d'usage. À cela, s'ajoutent 25 000 incendies dont 35 à 40% du total des sinistres causés dans le domaine agricole... La liste est encore longue, arrêtons-nous là.

Formation d'un orage et processus du coup de foudre

Nous savons de nos jours bien des choses sur ces phénomènes. Au moment où l'air chaud du sol entre en contact avec de l'air plus froid en altitude, un effet de convection se produit, et l'air chaud monte. Les violentes ascensions provoquées forment alors un véritable vortex dans lequel les vitesses atteignent 180 kilomètres par heure. Au fur et à mesure que le cumulus « gonfle », il accroît sa propre instabilité car la vapeur d'eau qu'il contient se condense. Ce phénomène dégage de l'énergie qui, sous forme de chaleur, permet ainsi de prendre le relais de l'air chaud du sol qui peine à monter lorsqu'il atteint les zones d'altitude plus froides, puis celles où les températures sont négatives. Ainsi, fort de son propre « turbomoteur » intégré, le cumulus continue son ascension vers les limites de la troposphère, et se transforme en cumulonimbus.

C'est seulement arrivé à la tropopause, dont l'altitude est assez variable, mais qui en général se situe entre 12 000 et 15 000 mètres sous nos latitudes, que le cumulonimbus va stopper sa progression verticale en raison des changements combinés de densités et de températures de la tropopause.. Ne pouvant plus continuer son ascension, le nuage va s'étaler contre cette barrière invisible. À ce moment, va apparaître ce qu'on appelle « l'enclume » en raison de la forme que le nuage évoque. Durant cette phase ascensionnelle que l'on vient de décrire, tous les éléments qui vont aboutir à la naissance d'un système orageux se mettent en place.

De l'électricité dans l'air

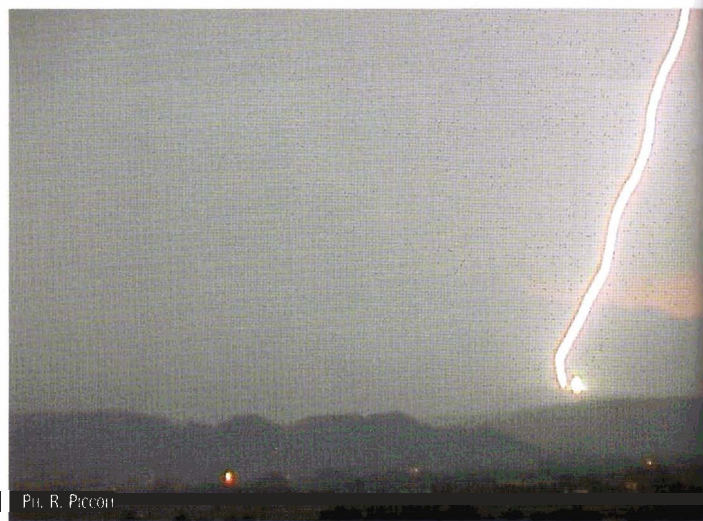
Lors de la formation, les hydrométéores se répartissent : les cristaux de glace et les grêlons au sommet, les gouttes et les gouttelettes d'eau dans la base. Quant à l'activité électrique, elle commence bien avant le stade terminal de la formation. Elle se manifeste par des décharges intra nuageuses parfois entendues comme de petits grondements continus.

Pour schématiser, le coup de foudre – qui désigne précisément l'éclair lorsqu'il frappe ce qui se trouve au niveau du sol – est provoqué par la différence de potentiel électrique entre les différentes parties du cumulonimbus et les éléments se trouvant à la surface de la Terre. En temps normal, notre planète possède un champ électrique naturel d'une valeur moyenne de 120 volts. Par temps orageux, ce champ électrique s'inverse et peut atteindre des valeurs extrêmement élevées, jusqu'à 20 000 volts et parfois même 250 000 volts déjà mesurés lors d'effets de pointe importants. Arrivée à un certain seuil, la différence de potentiel entre le nuage et la terre est si importante que l'air ambiant ne peut plus remplir son rôle d'isolant : il devient alors diélectrique, c'est-à-dire conducteur. À ce stade, le coup de foudre peut se produire. L'air étant devenu diélectrique, un canal invisible, nommé précurseur ou traceur, jaillit du cumulonimbus à une vitesse de deux cents kilomètres par seconde environ.

Progressant vers le sol par bonds, cette véritable « tête chercheuse » va tenter de faire la jonction avec un ou plusieurs autres traceurs partis, eux, du ou des futurs points d'impacts, un éclair pouvant aisément frapper plusieurs points simultanément. Une fois la jonction faite, la foudre s'écoule dans ce tube jusque-là invisible. Le passage de l'énergie provoque un colossal échauffement de l'air, l'éclair, ainsi qu'une violente dilatation, le tonnerre.

La foudre dans le volcanisme actif

La présence de décharges de foudre au cœur des éruptions est un phénomène qui, au même titre que la foudre en boule, a longtemps été rejeté par nombre de



PH. R. PICCOLI

Puy de Chanturgue lors du spectaculaire orage du 16 juin 2003.



PH. R. PICCOLI

Série de coups de foudre entre les contreforts du puy de Paillaret et le puy de Chambourguet.

scientifiques. Il est en fait pratiquement systématique à plus ou moins grande échelle lors d'une éruption. Cette électricité atmosphérique provient essentiellement du frottement des particules contenues dans les cendres et les aérosols présents dans les panaches éjectés qui montent à de hautes altitudes. Lors de l'éruption du Vésuve en novembre 1802, de très violentes décharges ont été observées, frappant les flancs du volcan. Plus récemment, une rencontre entre les forces d'un orage de convection et les panaches du volcan Chaitén au Chili en mai 2008 se conjuguèrent pour donner un dantesque chaudron céleste !

Les zones de retombées des cendres sont les plus touchées par les décharges de ces « orages volcaniques » et la fréquence des coups de foudre peut être élevée, parfois même continue. De même, les composés chimiques des volutes conditionnent la couleur des éclairs, qui va du vert émeraude au rouge le plus vif. Spectacle garanti !

Activité orageuse sur volcans inactifs

L'étude de ce sujet est encore jeune et ne manque pas d'intriguer ceux qui cherchent à comprendre les mécanismes en jeu. Des campagnes d'observations ont été menées depuis 2004 dans la chaîne des Puys et le Cézallier. Elles démontrent assez clairement une modification du type de coup de foudre à l'approche et surtout lorsque le cœur de l'orage sévit sur les puys. Les éclairs peu ou pas ramifiés passent de 20 à 25% en moyenne sur les zones limitrophes, à des proportions de 60 à 80%. Or la quasi-absence de ramifications est le signe de puissants coups de foudre.

Le 16 juin 2003, un orage tout à fait exceptionnel dans sa typologie se forma sur la chaîne des Puys et se déclencha sur Clermont-Ferrand et ses environs. L'originalité du phénomène est qu'il donna presque exclusivement des coups de foudre positifs qui sont des décharges d'une extrême puissance prenant naissance dans l'enclume, donc aux limites de la tropopause. La proportion « habituelle » dans un orage classique n'excède pas 1% pour ce type d'éclair, mais ce jour-là, durant 18 minutes, une douzaine de « positifs » frappèrent successivement toute la zone... Il est certain que l'air surchauffé de la ville

joua un rôle dans l'alimentation de l'orage, mais cela ne suffit pas à expliquer ce « phénomène aberrant ». Ces éclairs excessivement puissants ne sont pas rares dans cette zone : ainsi, le 1^{er} août 1932, selon quelques témoins, un impact particulièrement explosif au niveau sonore (caractéristique du positif), tua 450 moutons qui étaient en pâture sur les flancs du puy des Goules.

Le plateau du Cézallier conserve lui des déroulements orageux plus classiques, mais certaines zones bien délimitées sont systématiquement frappées par des éclairs ayant des trajets latéraux très importants, souvent au-delà de 5 à 7 km du cœur actif de l'orage. Ce qui démontre des singularités propres à ces lieux. La grande question est de savoir si c'est la nature volcanique du terrain qui provoque ces modifications, ou les autres facteurs, sachant que les paramètres qui influent sur le déroulement d'un orage sont nombreux : géologie, aérologie, végétation, hydrologie... Il est intéressant de signaler ici que les magnifiques étendues désertiques du Cézallier sont régulièrement le théâtre de brèves mais spectaculaires tornades type FO.

S'il n'est pas possible encore de tirer des conclusions précises, la campagne d'observations 2009 permettra peut-être d'affiner les résultats à l'aide du système CPLSS qui va être déployé sur le terrain. Rendez-vous est donc pris pour la fin de l'année et les premiers résultats. ■

Le système CPLSS

Close Photographic Lightning Strike System : le système CPLSS est un instrument destiné à la photographie et à la spectrographie d'éclair. Il se présente sous la forme d'une borrie (à la manière des radars automatiques sur le bord des routes) équipé d'un système photographique et surtout d'un spectrographe qui permettra d'obtenir de précieuses indications sur la composition physico-chimique du coup de foudre et de l'atmosphère qu'il traverse. En 2010, un instrument œuvrant cette fois-ci dans le domaine radio verra le jour.

L'auteur, R. Piccoli est le concepteur de ce système.