

Contrôler l'endroit et l'instant où se déclenche la foudre: tel est le défi que tente de relever le projet Teramobile. Il reste toutefois à réaliser l'expérience en conditions réelles. Elle pourrait avoir lieu au Tessin durant l'été 2007



## Chasseur d'éclairs en quête

Jean-Pierre Wolf rêve d'être plus rapide que l'éclair. Ce professeur, arrivé dans le Groupe de physique appliquée en juin 2005, cherche en effet à déclencher ces décharges électriques juste avant que la nature ne le fasse et, surtout, à les guider le long du chemin de son choix. Pour y parvenir, le chercheur genevois compte sur le laser hyperpuissant de son laboratoire mobile baptisé Teramobile. Des essais à petite échelle ont démontré la faisabilité de l'expérience. Une première campagne en conditions réelles, malheureusement trop avare en éclairs, n'a toutefois pas encore permis d'obtenir de résultats. Jean-Pierre Wolf compte désormais sur une nouvelle tentative qu'il verrait bien se dérouler durant l'été 2007 au Tessin, une région riche en orages violents. En attendant, le projet franco-allemand Teramobile, dont il est le cofondateur et auquel s'est désormais associée l'Université de Genève, a remporté en 2005 le Prix du magazine *La Recherche*. Le laboratoire de Jean-Pierre Wolf tient dans un conteneur standard et peut être déplacé avec n'importe quelle remorque de camion. Sa fonction d'origine est en fait l'analyse des constituants de l'atmosphère et en particulier des substances polluantes (lire ci-contre). A cet effet, il est équipé d'un laser qui émet des impulsions très courtes, mais très puissantes

(une puissance équivalente à celle du parc nucléaire français durant quelques dizaines de milliardièmes de seconde), qui ionisent l'air le long de leur trajectoire. Un phénomène physique identique, justement, à celui qui précède la foudre.

Une décharge phénoménale. Il faut savoir que la naissance des éclairs débute par des mouvements de masse d'air au sein des cumulonimbus, les fameux nuages d'orage. Les gouttelettes d'eau et les cristaux de glace se frottent et s'arrachent mutuellement des électrons. Sous l'action des courants d'air, les charges électriques se séparent, les positives montant généralement au sommet des nuages, les négatives descendant à la base. Par réaction, la Terre se charge positivement sous le cumulus. La tension électrique entre le sol et les nuages peut alors monter à plusieurs centaines de millions de volts.

Lorsque le point de non-retour s'approche, des charges négatives descendent du nuage et se fraient, par bonds successifs, un chemin en zigzag en direction du sol. En ionisant l'air sur leur passage, les électrons créent ainsi un «fil conducteur» invisible qui traverse l'atmosphère et finit par rejoindre le sol. En fait, ils préparent le terrain pour l'éclair.

Dès que le contact est établi entre le nuage et la Terre, une décharge phénoménale se produit le long de la même trajectoire: le courant circule à une vitesse de 100 000 km/s et l'air est subitement chauffé à 30 000°C créant la déflagration caractéristique du tonnerre.

«Notre objectif est de créer artificiellement à l'aide du laser du Teramobile un chemin ionisé, explique Jean-Pierre Wolf. Cela nous permettrait de guider les éclairs là où nous voulons. Au cours d'essais en laboratoire, deux électrodes, l'une représentant le nuage et l'autre la terre, ont été mises sous très haute tension jusqu'à provoquer une décharge électrique. Comme prévu, notre laser est parvenu à guider ces éclairs miniatures le long de la trajectoire du faisceau. Nous avons réalisé cette expérience dans de grandes halles, à Berlin et à Toulouse, avec des électrodes éloignées de 3 à 10 mètres. Cette dernière simulation nous a permis de penser que l'expérience pourrait également fonctionner dans des conditions réelles.»

Ces tests ont aussi démontré que le Teramobile est capable de provoquer l'éclair avant même que la tension de claquage ne soit atteinte. Un résultat important dans la perspective de la principale application de ce projet: la prévention. En effet, le contrôle de la foudre permettrait de protéger efficacement les sites sensibles et exposés comme les centrales

# de coup de foudre

Les éclairs suivent un chemin tracé juste avant par des électrons qui ont ionisé l'air en circulant entre les nuages et la Terre.

nucléaires ou les aéroports. «Chaque avion est, par exemple, foudroyé en moyenne une fois par année, explique Jean-Pierre Wolf. Cela peut troubler la carlingue ou provoquer l'arrêt momentané de l'ordinateur de bord, ce qui peut s'avérer très ennuyeux en phase d'atterrissage ou de décollage.»

Pour avoir une chance de réussir ces essais en plein air, il est nécessaire de disposer d'un grand nombre d'événements, ne serait-ce que pour ajuster les paramètres des appareils. Une première ten-

tative a eu lieu en août 2004 au Langmuir Laboratory, au Nouveau-Mexique, un centre de recherche atmosphérique construit à un endroit connu pour la fréquence de ses orages – un par jour en été, selon le responsable. A ce tarif, les chercheurs européens ont accepté de subir une organisation lourde et pénible qui s'est étalée sur huit mois. Une fois installés, les chasseurs de foudre ont commencé à attendre la venue des cumulonimbus. En vain. Les

caprices de la météo ont déjoué les apprentis Zeus. «Nous n'avons eu que trois orages en six semaines, lance Jean-Pierre Wolf. Nous n'avons rien pu faire.»

Malgré cette déconvenue, le travail s'est poursuivi en vue d'optimiser les paramètres du Teramobile et de perdre moins de temps dans l'ajustement des appareils lors d'une prochaine campagne. Pour ce faire, Jean-Pierre Wolf a déposé au Fonds national suisse une demande de financement pour un projet baptisé Helvetera. Et le physicien d'espérer que la Suisse veuille bien soutenir une recherche qui ne manquera pas, en cas de succès, de provoquer un coup de foudre médiatique.

Le Tessin, qui récupère en été toute l'humidité venue du Sud et piégée par les Alpes, représente en effet un terrain d'expérimentation idéal. Pour l'heure, il semblerait que des essais pourraient être effectués durant l'été 2007 dans le cadre d'une campagne de grande envergure organisée par MétéoSuisse. «Il nous faut pourtant nous dépêcher, avertit le chercheur. Les Québécois, les Américains et les Japonais construisent leur propre Teramobile. Nous avons encore un peu d'avance, mais il serait dommage de se faire coiffer au poteau.» ■

**Anton Vos**

[www.teramobile.org](http://www.teramobile.org)

## Teramobile: un renifleur d'air

► Le Teramobile permet d'analyser les composants de l'atmosphère grâce à un faisceau laser dirigé vers le ciel. De toutes petites parties de la lumière sont alors absorbées par certaines molécules de l'air avant d'être réémises dans des directions aléatoires. Certaines d'entre elles retournent vers le Teramobile qui peut les détecter, les analyser et déterminer la quantité et la distance des molécules rencontrées.

► Il s'agit du perfectionnement d'un dispositif déjà existant depuis plus de vingt ans, le LIDAR. Ce dernier émet un rayon laser classique dont la longueur d'onde – unique – est préalablement choisie en fonction du pouvoir d'absorption de la molécule (généralement un polluant) que l'on veut étudier.

► Le Teramobile a la particularité d'émettre des impulsions lumineuses très courtes, mais extrê-

mement puissantes qui induisent des effets optiques non linéaires dans l'atmosphère. L'un d'eux a pour résultat de transformer la longueur d'onde du laser. Au lieu d'être unique, comme c'est le cas du LIDAR, elle finit par couvrir une grande partie du spectre électromagnétique, de l'infrarouge à l'ultraviolet. Du coup, l'appareil peut mesurer plusieurs substances à la fois, même (et surtout) celles qui ne sont pas attendues.

**A.Vs**