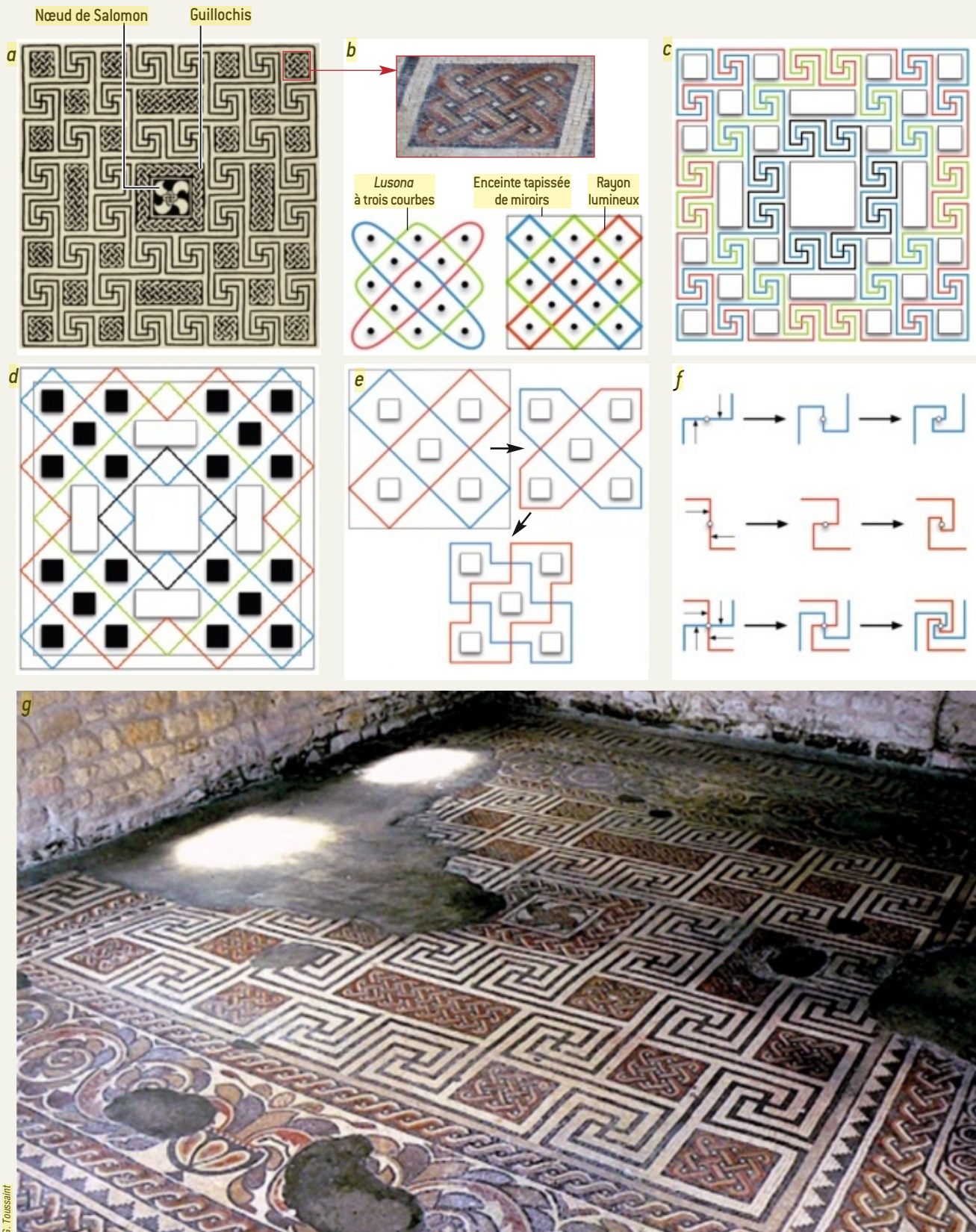




G. Troussaint

 IDÉES DE PHYSIQUE

Comment éviter le coup de foudre

On ne peut empêcher la foudre de tomber, mais il existe un dispositif simple qui permet de guider en partie les éclairs : le paratonnerre.

Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK

La foudre est un phénomène naturel qu'il est impossible de prévenir. Ces décharges électriques intenses peuvent tuer et occasionner des dommages considérables. Pour s'en protéger, on utilise de longues tiges métalliques reliées au sol : les paratonnerres. Ils sont censés attirer la foudre et canaliser le courant hors de la zone à protéger. Comment fonctionnent ces dispositifs ? Quelle zone protègent-ils ?

Répondre à ces questions suppose de comprendre comment se forment les éclairs. Les éclairs sont de nature électrique, avait deviné Benjamin Franklin. Le naturaliste français Thomas-François Dalibard fut le premier à confirmer cette hypothèse, en 1752, grâce à l'observation des étincelles créées par temps d'orage par un mât métallique de dix mètres, relié à un condensateur électrique.

En fait, ni le mât de Dalibard ni plus tard le cerf-volant de Franklin n'étaient touchés par la foudre, mais ils captaient les charges électriques de l'air environnant. Franklin eut ainsi l'idée brillante des paratonnerres, dispositifs qui étaient censés décharger les nuages et empêcher la foudre de tomber. Mais les paratonnerres ne font pas exactement cela. Il est impossible de capter sans violence l'électricité des nuages et, aujourd'hui comme hier, rien ne semble empêcher la formation des éclairs. Il est en revanche possible, grâce aux paratonnerres, d'orienter partiellement leurs frappes.

La formation d'un éclair demande d'abord un nuage orageux, c'est-à-dire un nuage de grande taille où, à la suite de divers processus pas toujours bien élucidés, la partie supérieure du nuage se charge positivement tandis que sa base se charge négativement.

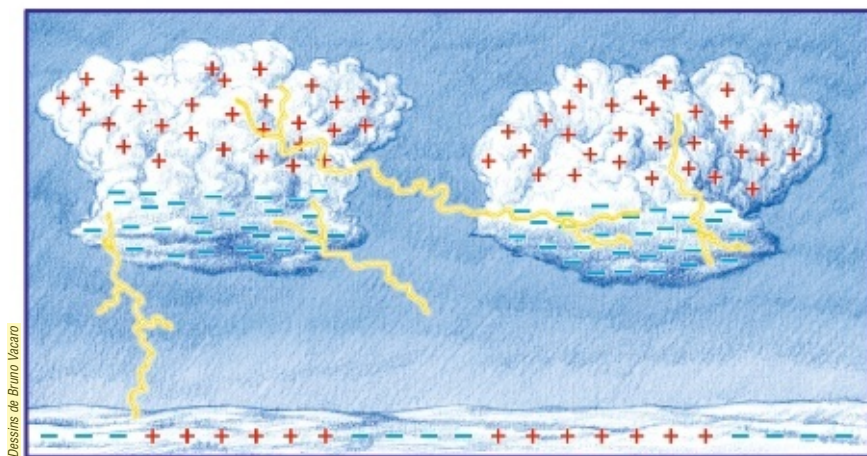
Par influence électrostatique, cette dernière attire au niveau du sol, qui est légèrement conducteur, des charges positives (voir la figure 1). Il se forme ainsi une sorte de condensateur géant où règnent des différences de potentiel de plusieurs dizaines de millions de volts. Avec une différence de potentiel de 100 millions de volts et le bas du nuage situé à 1 000 mètres d'altitude, on obtient des champs électriques de près de 100 000 volts par mètre.

Nuage-sol : un condensateur géant

Ce champ est 1 000 fois plus intense que par temps calme, mais reste très inférieur au champ disruptif de l'air (3,6 millions de volts par mètre, seuil au-delà duquel des arcs électriques naissent). Néanmoins, en raison des instabilités atmosphériques à la base du nuage, les charges peuvent former localement des structures conductrices courbes qui, par effet de pointe, créent des champs électriques bien supérieurs : l'air peut s'ioniser et une décharge s'amorce.

La décharge prend la forme d'un filament hautement conducteur, porteur d'une charge électrique élevée, suffisante pour entretenir l'ionisation. Environ neuf fois sur dix, ce « traceur » se perd dans un nuage voisin ; sinon, il descend vers le sol. Comme le vent chasse l'air ionisé, le traceur s'arrête quand les ions viennent à manquer, puis repart lorsque l'ionisation reprend : il avance par bonds, en zigzags, à une vitesse de quelque 200 kilomètres par seconde.

En se rapprochant du sol, les charges négatives situées à l'extrémité du traceur



1. LES ÉCLAIRS SONT DUS À DE FORTES DIFFÉRENCES DE CHARGE ÉLECTRIQUE qui apparaissent entre le haut et le bas d'un nuage, sous l'effet de processus complexes. La plupart des éclairs sont internes au nuage ou atteignent un nuage voisin, mais quelques-uns atteignent le sol.