

LES AUTEURS



JEAN-MICHEL COURTY et ÉDOUARD KIERLIK
professeurs de physique à Sorbonne Université, à Paris

VOLS D'ARAIGNÉES AU-DESSUS DES OCÉANS

Certaines araignées tirent profit de forces électrostatiques pour décoller et s'envoler. Elles voyagent ensuite au gré des vents, parfois sur des distances considérables.

Quand naît une île volcanique au milieu d'un océan, les araignées sont en général les premiers arthropodes terrestres à la coloniser. Elles atteignent de tels lieux grâce à l'entraînement des vents et aux fils de plusieurs mètres de long qu'elles ont tissés pour s'envoler.

DARWIN EN A ÉTÉ TÉMOIN

Comment expliquer ce vol ? On pressent depuis longtemps que deux mécanismes physiques sont en jeu : les forces aérodynamiques exercées par l'air et les forces électrostatiques dues au champ électrique atmosphérique. Des travaux récents ont éclairci leurs rôles respectifs et précisé la contribution, essentielle, de l'électrostatique.

Pour mieux saisir le phénomène, plongeons-nous dans le journal de l'illustre Charles Darwin, témoin de ce

phénomène lors de son grand voyage à bord du *Beagle*, de 1831 à 1836. Darwin relate que par un jour calme et clair, alors que la côte de la terre la plus proche, l'Argentine, était distante d'une centaine de kilomètres, le navire fut soudainement envahi, par la voie des airs, d'araignées de taille comprise entre 2 et 7 millimètres.

Le naturaliste anglais observa surtout les conditions de leur envol : les araignées rejoignent les sommets des objets sur lesquels elles crapahutent, relèvent leur abdomen vers le ciel, éjectent des soies longues de 2 à 3 mètres et décollent alors selon l'horizontale avec une rapidité incroyable.

Darwin nota que la légère brise et la convection de l'air peuvent expliquer le fait que le fil de soie s'élève et interpréta l'écartement en éventail des différentes soies tissées par une même araignée par une répulsion électrostatique. Il avait tout bon : il avait clairement identifié les deux mécanismes physiques en jeu.

Certaines araignées peuvent décoller rapidement, après avoir gagné l'extrémité d'une feuille et émis des soies longues de plusieurs mètres. De tels envols donnent parfois lieu à des « pluies » d'araignées.

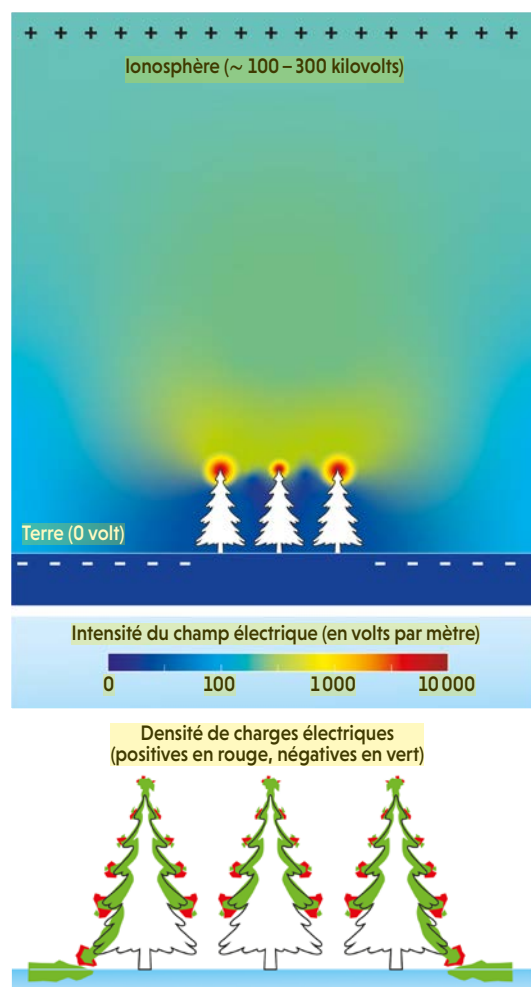


En effet, sans vent, point de voyage possible. On constate que les décollages ont lieu en général lors de légères brises, avec une vitesse du vent égale au plus à 3 mètres par seconde. À cause des turbulences atmosphériques, ces brises s'accompagnent de courants ascendants d'une fraction de mètre par seconde au niveau du sol.

Si l'on prend en compte le diamètre des soies, inférieur au micromètre (soit 100 fois moins qu'un cheveu), le nombre de Reynolds, qui exprime le rapport entre les forces d'entraînement dues au déplacement des masses d'air et les forces

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE

L'ionosphère, entre 60 et 100 kilomètres d'altitude, est une couche atmosphérique chargée positivement. Son potentiel électrique, par rapport au sol, est de l'ordre de 100 à 300 kilovolts. Il en résulte un champ électrique atmosphérique qui est maximal au niveau du sol aux environs d'une centaine de volts par mètre. Mais la présence d'objets tels que des arbres peut apporter à ce champ de fortes distorsions locales, surtout à leurs extrémités. C'est grâce à ces champs électriques relativement intenses, et aux densités de charges électriques assez élevées qui en résultent près des surfaces pointues, que les araignées décollent facilement de leur support et volent à des altitudes pouvant atteindre quelques kilomètres.



d'entraînement par viscosité, est de l'ordre de 0,01. C'est par conséquent la viscosité qui domine; la force correspondante est proportionnelle à la vitesse relative entre le fil et l'air et, très grossièrement, à la longueur de la soie. Avec une soie de 1 mètre et une vitesse ascendante de l'air égale à 0,1 mètre par seconde, la force est d'environ 1 micronewton, soit le poids de 0,1 milligramme. Quelques dizaines de soies suffisent dans ce cas à soulever les araignées les plus petites, de 5 milligrammes ou moins.

Certes, plus loin du sol, les vents ascendants sont un peu plus forts, et avec des

vitesses de quelques mètres par seconde, ils suffiront pour que des araignées pesant plusieurs dizaines de milligrammes restent en l'air sans tomber. Mais comment expliquer leur décollage? Et pourquoi les araignées de Darwin décollaient-elles à l'horizontale bien plus rapidement que la brise ambiante, ce qui est paradoxal?

DANS L'AIR ÉLECTRIQUE

La réponse à ces questions réside vraisemblablement dans l'électrostatique. Les phénomènes atmosphériques entretiennent en effet un champ électrique dans lequel nous baignons en

permanence. La foudre en est l'une des manifestations les plus spectaculaires; mais même par temps calme et clair, il règne un champ électrique. Son amplitude est de l'ordre de 120 volts par mètre au-dessus d'un champ labouré, plat et horizontal. Ce n'est cependant qu'une valeur moyenne et la présence d'une structure conductrice peut renforcer

Les auteurs ont récemment publié:
En avant la physique!,
une sélection de leurs
chroniques (Belin, 2017).

