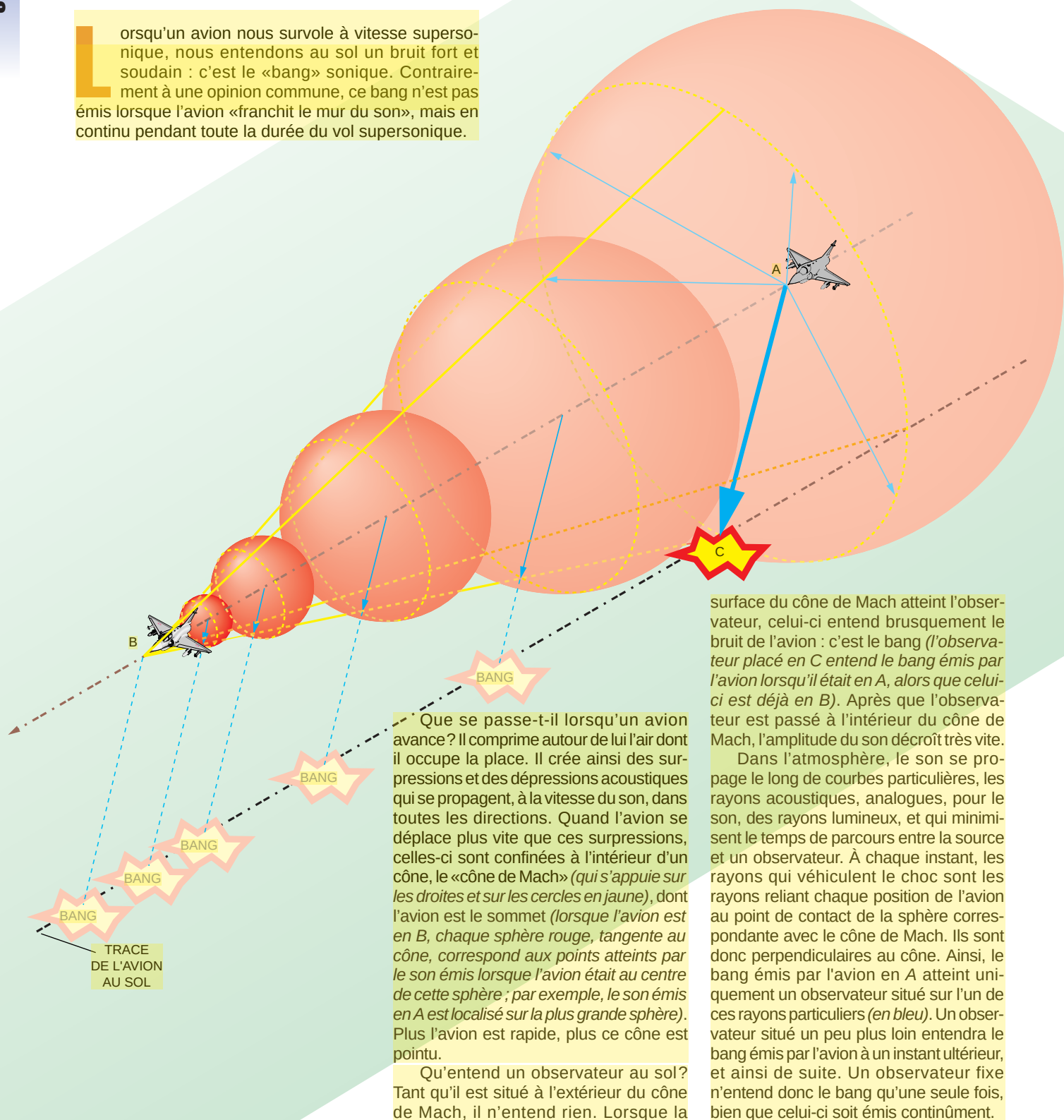


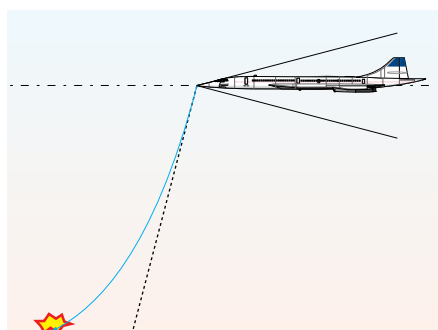
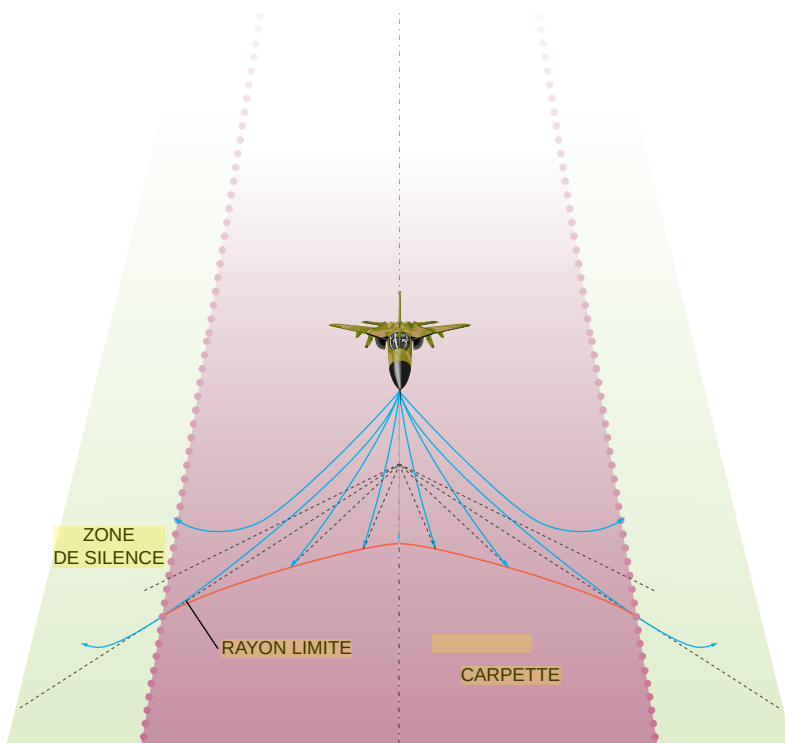
Le bang sonique

Lorsqu'un avion nous survole à vitesse supersonique, nous entendons au sol un bruit fort et soudain : c'est le «bang» sonique. Contrairement à une opinion commune, ce bang n'est pas émis lorsque l'avion «franchit le mur du son», mais en continu pendant toute la durée du vol supersonique.



Où entend-on le bang? Si l'atmosphère était homogène, les rayons acoustiques seraient des droites, et le bang atteindrait tous les points du sol, atténué seulement par la distance. Toutefois, la température varie avec l'altitude : de 15 °C au sol à -56,5 °C environ à 11 kilomètres d'altitude pour l'atmosphère standard utilisée en aéronautique. Comme la vitesse du son dépend de la température, elle décroît aussi, de 340 mètres par seconde au sol à 295 mètres par seconde à 11 kilomètres d'altitude. À mesure qu'ils se rapprochent du sol, les rayons acoustiques issus de l'avion sont donc déviés vers le haut (*ci-dessous*) : c'est la réfraction atmosphérique, analogue au mirage optique. Le vent contribue aussi à la déformation des rayons acoustiques.

Si l'avion vole juste un peu au-dessus de la vitesse du son (à moins de 1,15



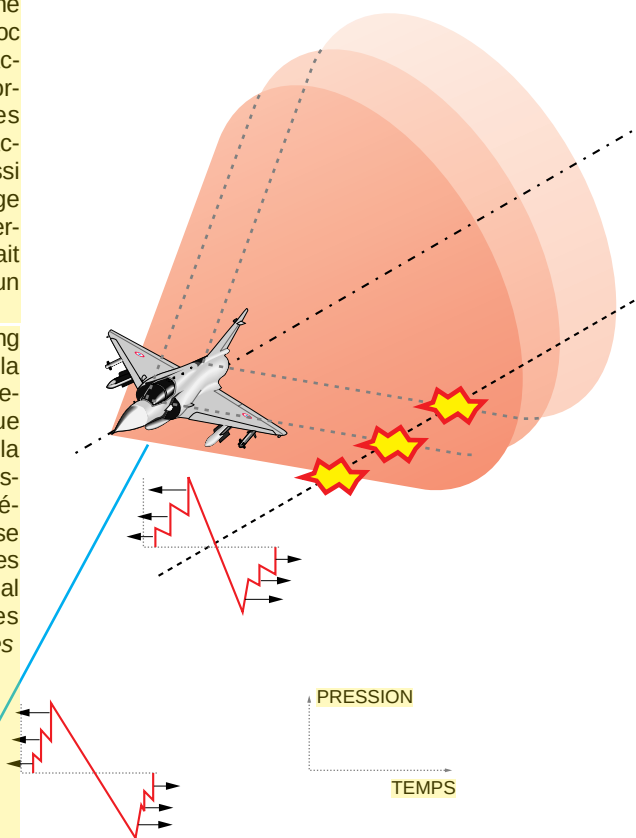
fois la vitesse du son pour l'atmosphère standard), le cône de Mach est très ouvert. Les rayons acoustiques partent presque à l'horizontale, se retournent avant de toucher le sol et remontent vers la haute atmosphère : le bang n'est pas entendu au sol. Pour une vitesse supérieure, les rayons émis dans le plan défini par la trajectoire de l'avion et la verticale touchent le sol (*en haut, à droite*). Les rayons émis latéralement sont d'autant plus déviés qu'ils partent proches de l'horizontale (*ils touchent le sol sur la ligne rouge, intersection du cône de Mach, déformé par la propagation atmosphérique, avec le sol*). Il existe ainsi un rayon limite qui se retourne juste au moment de toucher le sol. Son point de contact avec le sol (*en violet*) sépare deux zones : la «carpette», où l'on entend le bang, et la zone de silence (*en vert*). Selon cette description géométrique, le bruit est nul dans la zone de silence. En réalité, le bruit n'est pas complètement nul, mais il décroît rapidement quand on s'éloigne du bord de la carpette. Pour un avion volant à deux fois la vitesse du son et à 15 kilomètres d'altitude, la carpette est large d'environ 85 kilomètres.

Si l'avion était un point, il émettrait un son très court, localisé exactement sur

la surface du cône de Mach, qui définirait l'onde de choc suscitée par le mouvement supersonique. En réalité, l'avion occupe un certain volume. Chaque variation de sa géométrie (nez, sections du fuselage, bords d'attaque et de fuite des ailes, réacteurs...) produit son propre cône de Mach (*en bas, à droite*). L'onde de choc associée est d'autant plus forte que l'accident dans la géométrie est plus important. De façon analogue, les forces exercées par la voilure sur l'air en réaction à la portance contribuent elles aussi au bang. Au fur et à mesure du passage des cônes de Mach successifs, un observateur à proximité de l'avion entendrait donc plusieurs bangs, associés à chacun des détails de la géométrie.

Pourquoi n'entend-on qu'un seul bang au sol? La vitesse du son varie avec la température, nous l'avons vu. Or, localement, le passage de l'onde acoustique modifie la température de l'air, donc la vitesse du son : une surpression acoustique réchauffe faiblement l'air et accélère le son ; au contraire, une détente se propage un peu moins vite. Les différentes ondes de choc présentes dans le signal (*en rouge*) se propagent donc à des vitesses légèrement différentes (*flèches noires*). Sur de grandes distances de propagation (ici plusieurs dizaines de kilomètres), les ondes de choc les plus intenses rattrapent les plus faibles et fusionnent avec elles, si bien que, au sol, le signal acoustique ne présente plus en général que deux chocs, un à l'avant du signal et un à l'arrière. Le signal de pression acoustique en fonction du temps présente une forme caractéristique

en N. C'est le choc avant, brusque variation de pression, qui produit la sensation auditive de bang. Suivant son intensité et le temps qui le sépare du choc arrière, on entend éventuellement ce dernier, et on parle alors de «double bang».



François COULOUVRAT, Laboratoire de modélisation en mécanique, CNRS et Université Paris 6.

Entomologie

Les insectes associés aux peupliers

Sous la direction d'André Delplanque. Éditions Mémor, 1998.

On ne présente pas le peuplier : nous connaissons tous ces arbres du genre *Populus*, dont l'aire naturelle de répartition se situe dans la zone tempérée de l'hémisphère Nord. Ce sont généralement des arbres à croissance rapide, qui poussent principalement dans les sols bien alimentés en eau. Leur culture, très importante en Europe de l'Ouest, se justifie par les nombreuses utilisations de leur bois (contre-plaqué, emballage, charpente, allumettes, pâte à papier...) et par leur emploi dans le paysage (rideaux de verdure, bords de route, parcs...).

Avec une surface plantée en peupliers qui atteint environ 250 000 hectares, avec une production de bois de peuplier qui atteint en France 3,4 millions de mètres cubes, supérieure à celle du chêne (3,1 millions de mètres cubes) et du hêtre (2,3 millions de mètres cubes), un pays tel que le nôtre peut craindre les maladies et les ravageurs.

En effet, du fait de l'ancienneté de ce peuplement dans nos régions, on observe une grande richesse de l'entomofaune. Plus d'une centaine d'insectes ont été signalés, dont certaines vivent aussi sur les saules qui appartiennent à la même famille botanique. Ainsi s'établissent des relations particulières entre des organismes animaux nombreux et l'arbre qui, bénéficiant d'une grande longévité, peut

élaborer un système de défense (chimique, chute des feuilles...). Sur le plan écologique, à la diversité des habitats s'ajoute la diversité des modes de vie. Chaque espèce est spécialisée dans la consommation d'une partie spécifique : le feuillage, les méristèmes (bourgeon, cambium), les racines, la sève, les fruits et les graines, l'écorce, le bois (vivant ou décomposé), etc. En utilisant un ordre systématique, les auteurs de ce livre ont cherché à établir un inventaire complet des espèces rencontrées, en insistant sur celles qui présentent un intérêt économique.

C'est ainsi qu'ils présentent aussi bien des espèces nuisibles que des ennemis de ces espèces. D'un côté, les arbres sont attaqués par des coléoptères, tels que les buprestes *Agrilus suvorovi*, des cérambycides *Compsoidea populnea* et *Anaerea carcharias* ; des lépidoptères *Sesia apiformis*, *Paranthrene tabaniformis* ou *Gypsonoma aceriana* ; des diptères, tel *Phytobia cambii* ; des hyménoptères, tels *Trichiocampus viminalis* et *Nematus melanaspis* ; des hémiptères. De l'autre, ces ravageurs ont des prédateurs, tels les coccinelles, les carabes, les staphylins, les fourmis, les punaises... ou des parasitoïdes (divers diptères et hyménoptères).

Comment lutter ? La lutte doit être fondée sur une bonne connaissance du ravageur et de sa nocivité. Des mesures prophylactiques (contre le stress hydrique et pédologique) limitent l'extension des ravageurs en rendant la plante moins vulnérable. Elles sont complétées par des mesures chimiques ou biologiques, avec un volet préventif (piégeages sexuels et alimentaires, qui limitent les populations d'adultes soit en déterminant les périodes d'activité et, partant, les dates de traitement, soit par autodestruction) et un volet

curatif. Dans l'ouvrage qui nous arrive aujourd'hui, un tableau indique les périodes de traitements et les produits homologués.

Un cahier de 460 photographies en couleurs, consacré aux déprédateurs et à leurs dégâts, termine cet ouvrage réalisé par A. Delplanque avec le concours de 26 auteurs. C'est, après le livre de C. Chararas (publié en 1972) la nouvelle référence sur ce sujet. À l'usage principal de ceux qui cultivent les peupliers.

Jacques d'AGUILAR

Paléontologie

La fin tragique des dinosaures

Walter Alvarez. Éditions Hachette, 1998.

En juin 1980 paraissait dans la revue *Science* un article qui restera sans doute dans les annales comme l'un des plus importants de la littérature scientifique du xx^e siècle : le physicien Luis Alvarez, son fils géologue Walter Alvarez et les chimistes Frank Asaro et Helen Michel, de l'Université de Berkeley, y avançaient une hypothèse aujourd'hui bien connue, même du grand public, mais qui, à l'époque, fit sensation, voire scandale, dans les milieux scientifiques. Les quatre scientifiques proposaient que l'extinction des dinosaures, tout comme celle de nombreux animaux qui leur étaient contemporains, à la fin du Crétacé (-65 millions d'années), était due à la collision avec la Terre d'un gros astéroïde, d'une dizaine de kilomètres de diamètre.

Dans l'excellent livre qu'il publie aujourd'hui, W. Alvarez raconte brillamment les étapes de la découverte des anomalies géochimiques et minéralogiques qui marquent la limite Crétacé-Tertiaire et le cheminement intellectuel par lequel son groupe en vint à proposer l'hypothèse de l'impact. Il relate aussi la suite des événements, les âpres débats que suscita l'hypothèse et, surtout, la longue recherche du point d'impact, qui eut pour résultat, au début des années 1990, la mise en évidence de l'énorme cratère météoritique de Chicxulub, dans la péninsule du Yucatán, au Mexique.

Ce n'est certes pas le premier livre qui soit consacré à cette extraordinaire aventure intellectuelle, qui constitue certainement l'une de ces révolutions scientifiques décrites par Thomas Kuhn : le terme n'est pas exagéré, car elle a donné une inflexion nouvelle au développement des sciences



Jacques d'Aguilar

Une guêpe ? Non, cet insecte qui ravage les peupliers est un papillon à aspect de guêpe. La chenille du lépidoptère Sésiidé *Paranthrene synagriformis* creuse une galerie dans les tiges et provoque des nodosités. C'est une espèce plus méridionale que la petite sésie du peuplier, communément répandue.