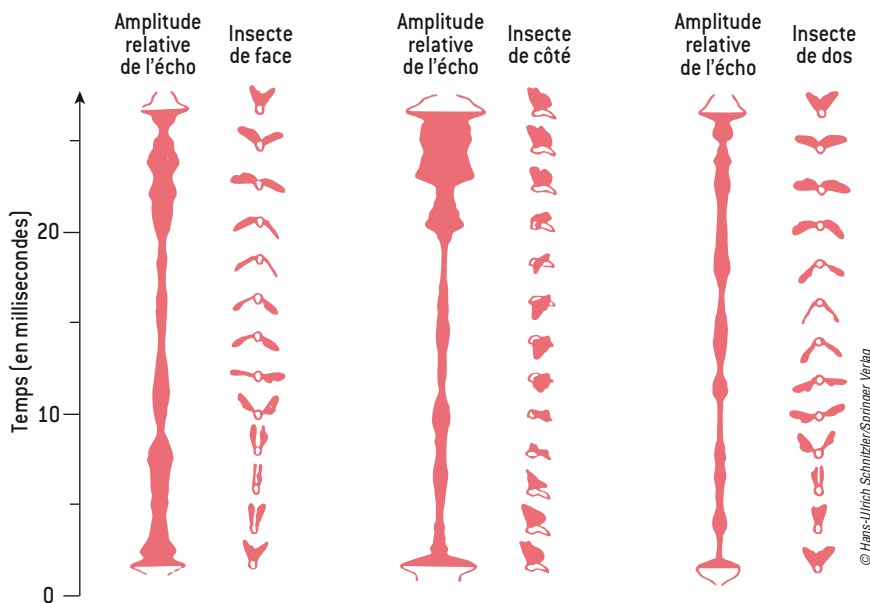


5. LA VITESSE DU SON DANS L'Océan varie en fonction de la profondeur. Par conséquent, les ondes acoustiques sont focalisées dans des canaux naturels. Celles émises par un sous-marin se courbent vers la surface et se propagent sur de longues distances via une succession de rebonds [à gauche]. Cependant, pour les

ondes qui plongent en dessous d'un rayon limite, la courbure s'inverse à partir d'une certaine profondeur, ce qui crée une zone d'ombre où aucun signal ne pénètre. Un mammifère marin nageant à plus grande profondeur peut envoyer ses cris dans un autre canal, nommé SOFAR, dont la profondeur varie avec la latitude [à droite].



6. L'AMPLITUDE DE L'ÉCHO RENVOYÉ PAR UN INSECTE varie suffisamment au cours de son battement d'ailes pour que certaines chauves-souris détectent ces changements, ce qui leur permet de déterminer le type de proie. L'écho capté dépend aussi de l'orientation de l'insecte par rapport au prédateur ou au dispositif d'enregistrement.

deux groupes ont développé des contre-mesures électroniques et des « contre-contre-mesures » pour des applications militaires.

Les méthodes de brouillage peuvent être soit passives soit actives. Les méthodes passives incluent les leurres, des matériaux (tels de fines bandes d'aluminium ou des fibres de verre métallisées) largués par un appareil afin de masquer sa position précise et ses mouvements aux radars ennemis. Les méthodes actives consistent à envoyer des signaux électroniques pour aveugler ou tromper le radar. Ainsi, les brouilleurs dits à bruit submergent le récepteur radar de bruit électronique, ce qui complique la détection de l'écho relativement faible de la cible. Les brouilleurs-répéteurs fournissent une copie de l'écho réel, mais dans un délai fictif, ce qui conduit le récepteur à détecter un objet fantôme allant dans la mauvaise direction. Le brouillage actif est à double tranchant, car le brouilleur risque de livrer un signal à un récepteur radar qui n'avait rien détecté.

Les insectes, experts en brouillage

De telles techniques pourraient sembler hors de portée des insectes, mais leur course aux armements avec les chauves-souris dure depuis 65 millions d'années, assez longtemps pour que prédateurs et proies développent des mesures et contre-mesures élaborées. Des chercheurs de mon laboratoire ont découvert que les papillons de nuit tigres équatoriens du genre *Bertholdia* (de la famille des Erebidæ) produisent une cacophonie de clics quand ils sont ciblés par une chauve-souris pratiquant l'écholocation. Les insectes détectent les signaux sonar du prédateur en approche grâce à leur appareil auditif sensible aux

que les écailles recouvrant les ailes des papillons de nuit absorbent les cris des chauves-souris, diminuant ainsi l'amplitude des échos renvoyés et compliquant la détection. Ces écailles font plus que doubler le coefficient d'absorption des ailes pour les fréquences comprises entre 40 et 60 kilohertz, ce qui se traduit par une baisse d'intensité de l'écho allant jusqu'à deux décibels. Les mécanismes d'absorption du son restent à préciser, mais ils pourraient être voisins de ceux des matériaux antibruit fabriqués par l'homme : les écailles sont souvent séparées par des espaces et recouvertes de micropores et de lacunes (des espaces oblongs) ressemblant à ceux des matériaux artificiels. Les éthologistes commencent juste à mettre en évidence ces cas de furtivité

naturelle, où les proies se dissimulent à l'écholocation des prédateurs, et de nombreux autres exemples restent probablement à découvrir.

Outre la furtivité, une autre façon d'échapper aux sonars et aux radars consiste à interférer avec la réception ou le traitement des échos, autrement dit à utiliser des techniques de brouillage. Aux débuts de ces dispositifs de détection, deux organisations en particulier se sont illustrées dans cette guerre électronique : les *Skunk Works*, de l'entreprise *Lockheed Martin*, et une organisation internationale à but non lucratif nommée *Association of old crows* (en référence aux équipes radar alliées de la Seconde Guerre mondiale, qui portaient le nom de code *Raven*, *crow* et *raven* signifiant tous deux « corbeau » en anglais). Ces