

Ces travaux montrent qu'une chimiokine et ses récepteurs sont impliqués dans le contrôle de la fonction et de la viabilité du trabéculum, et qu'en bloquant l'accès à un récepteur, CXCR3, on peut traiter chez l'animal l'élévation de pression oculaire et la neuropathie associée. Ces résultats ouvrent de nouvelles pistes thérapeutiques où l'on ciblerait spécifiquement certains récepteurs de chimiokines au cours du glaucome. Cette stratégie permettrait non seulement de réduire la pression oculaire, mais aussi, peut-être, de diminuer voire prévenir la trabéculopathie elle-même, donc le cœur de la maladie glaucomateuse.

Par le passé, les stratégies thérapeutiques visant les chimiokines dans d'autres pathologies, en particulier du système immunitaire, se sont souvent heurtées non pas à leur inefficacité, mais à la survenue d'effets secondaires délétères. De fait, les chimiokines et leurs récepteurs sont présents dans tout l'organisme, et inhiber leurs interactions *via* une molécule généralement administrée par voie orale ou par injection perturbe l'équilibre cellulaire et tissulaire de façon globale. En ophtalmo-

logie, la problématique est différente, car l'administration peut s'effectuer au contact de l'œil par l'emploi d'un collyre, et donc sans les effets d'un traitement administré par voie générale.

Le nerf optique, le parent pauvre

Qu'il s'agisse de viser les chimiokines ou d'autres cibles, toutes les stratégies de traitement du glaucome reposent encore sur l'abaissement de la pression intra-oculaire. Aucune approche pour protéger et *a fortiori* régénérer le nerf optique après destruction par un glaucome ne s'est révélée efficace en test clinique. Pourtant, *in vitro* ou *in vivo*, de nombreuses molécules ont le potentiel de réaliser une telle neuroprotection. Les plus étudiées sont les antagonistes des récepteurs du glutamate, une molécule qui assure la communication entre les neurones. Lors d'un glaucome, on observe un excès de ce neuromédiateur dans les zones de communication entre neurones (les synapses), qui entraîne la destruction du neurone. Les antagonistes étudiés sont

prometteurs, car ils ciblent ce phénomène. Néanmoins, la démonstration clinique demeure un échec.

D'autres molécules qui imitent un autre neuromédiateur (l'adrénaline), les alpha-2 agonistes, semblent donner des résultats intéressants en termes de neuroprotection. Un représentant de cette famille, la brimonidine, commercialisé comme collyre pour faire baisser la pression oculaire, a en effet une affinité pour des récepteurs présents à la surface des neurones de la rétine. Instillée à une concentration suffisante, elle active des molécules qui protègent les neurones et favorise la sécrétion de facteurs neurotrophiques, des protéines qui assurent la croissance et l'entretien des neurones. Même si les résultats cliniques semblent prometteurs, en particulier ceux concernant de nouvelles approches de thérapie génique, il n'y a cependant pas de démonstration définitive de l'efficacité neuroprotectrice de ces traitements. Aussi, pour le moment, la meilleure neuroprotection semble donc rester l'abaissement de la pression intra-oculaire, quels qu'en soient les moyens. ■

Pour contribuer à la transmission
de la culture mathématique,
LE MAGAZINE TANGENTE ORGANISE

LES TROPHÉES tangente

DÉPÔT DES CANDIDATURES
AVANT LE 31 AOÛT 2014 MINUIT

Prix Bernard-Novelli

Soutenir les jeunes créateurs

Vous êtes collégiens, lycéens ?
Vous aimez concevoir des jeux logiques
faisant intervenir les mathématiques ?

Participez à ce concours
et transformez votre projet
en un produit mobile disponible
sur l'App Store et Google Play



Prix Tangente du livre

Donner envie d'en savoir plus

A partir du 15 juin, participez
à la sélection des ouvrages
en votant sur :
www.tropheestangente.com



Prix Tangente du meilleur article

Raconter les mathématiques

Envoyez-nous un article inédit vulgarisant un concept mathématique.
Le meilleur sera publié au sein du magazine *Tangente*



Inscriptions, informations et modalités de participation sur le site
www.tropheestangente.com

Les chauves-souris et d'autres prédateurs se servent des sons pour détecter leurs proies. Mais celles-ci ont développé des stratégies de camouflage acoustique.

Une course aux armements acoustiques

William Conner

Avez-vous déjà vu un hibou fondre sur un campagnol qui se déplace sous une couche de feuilles sèches ? Dans l'affirmative, vous avez pu constater l'efficacité de sa stratégie de détection, fondée sur une écoute passive, c'est-à-dire sur la détection des sons émis par ses proies. D'autres animaux – la plupart des chauves-souris et certains odontocètes (des cétacés à dents, tels les dauphins) – ont une stratégie active : ils émettent des sons et captent les échos, une technique qualifiée d'écholocalisation ou de sonar biologique. Les échos leur permettent de s'orienter dans leur environnement et de détecter les proies. En quelque sorte, ils voient grâce au son.

L'écholocalisation s'est développée il y a plus de 65 millions d'années chez les chauves-souris, et plus récemment chez les odontocètes. Le sonar biologique est une merveille technique, qui inspire les ingénieurs. Ces derniers ont développé des systèmes équivalents, les radars et les sonars, installés dans des stations au sol ou dans

des véhicules aériens et sous-marins. Ces systèmes partagent de nombreuses caractéristiques avec l'écholocalisation animale dans la façon de produire, d'émettre, de recevoir et de traiter les signaux. Et le plus étonnant est peut-être que, chez les animaux comme chez les hommes, des contre-mesures sont apparues, telles des méthodes de furtivité et de brouillage du signal.

Un radar (*R*adio *D*etection *A*nd *R*anging, en français détection et télémétrie radio) émet des ondes radio, dont les échos après réflexion sur les objets sont détectés par une antenne. Si l'objet se déplace, les signaux réfléchis ont une fréquence différente, ce qui permet de déduire la vitesse de la cible. On utilise les ondes radio parce qu'elles parcourent de grandes distances dans l'air, même en présence de brouillard et de précipitations. Les ondes sonores se propagent mieux sous l'eau, ce qui a conduit au développement du sonar (*S*ound *N*avigation *A*nd *R*anging, en français navigation et télémétrie par le son) pour la détection dans ce milieu.

Le signal est différent, mais le principe est le même.

De nombreux scientifiques ont contribué au développement du radar, tels l'inventeur américano-serbe Nikola Tesla, et Guglielmo Marconi, l'ingénieur italo-britannique qui fut le premier à transmettre un signal radio d'un côté de l'Atlantique à l'autre. La mise au point de systèmes fonctionnels s'est accélérée à l'approche de la Seconde Guerre mondiale. Le premier d'entre eux, nommé *Chain Home*, comprenait une série de stations radar réparties sur les côtes sud et est de l'Angleterre. Il visait à détecter les bombardiers allemands qui se massaient dans l'espace aérien français, afin de permettre aux avions de combat anglais de se positionner à haute altitude pour les repousser.

Le développement du sonar précède d'une trentaine d'années celui du radar. Il s'intègre également dans une course aux armements, puisque l'objectif était de repérer les sous-marins de la Première Guerre mondiale. Les premiers dispositifs, installés sur des navires allemands, étaient fondés