

Le moteur à propulsion de Toxoplasma élucidé

La fonction de mobilité est au centre de la vie de nombreuses cellules, y compris du parasite Toxoplasma, l'agent causal de la toxoplasmose. Pour ce dernier, des chercheurs de l'Institut pour l'avancée des biosciences (IAB - CNRS / Inserm / UGA), en partenariat avec le Laboratoire pluridisciplinaire de physique (LIPhy - CNRS / UGA), ont mesuré en temps réel les forces exercées lors de ses déplacements. Ils sont parvenus à décrypter comment le parasite prend périodiquement appui sur la surface et utilise un système « ressort » qui fournit l'énergie permettant sa propulsion. Cette découverte révèle le mécanisme ingénieux développé par le toxoplasme pour naviguer dans des matrices tissulaires et coloniser ses cellules-hôtes. Publiés fin mai dans *ACS Nano*, ces travaux ont été sélectionnés cette semaine par la Société américaine de chimie dans son focus hebdomadaire pour la presse et ont fait l'objet d'une vidéo de vulgarisation dédiée.

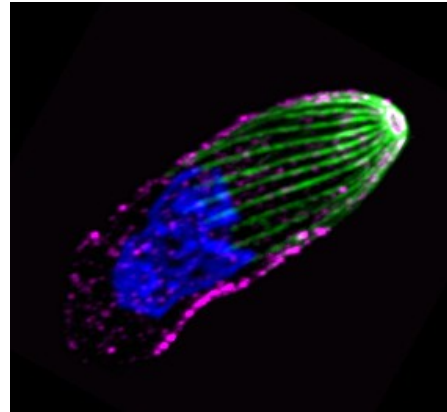


Image en microscopie à super-résolution montrant le toxoplasme en extension

Le système ressort des microtubules (vert) est complètement déchargé, l'appareil moteur (rose) est au repos et le noyau (bleu) est allongé selon l'axe majeur du parasite.

© IAB (CNRS/Inserm/UGA) - Bastien Touquet

Près d'un tiers de la population humaine a contracté l'infection à Toxoplasma qui est le plus souvent bénigne dans sa phase aiguë, excepté au cours du développement fœtal. En revanche, la toxoplasmose est potentiellement grave voire mortelle dans sa phase chronique en cas d'affaiblissement du système immunitaire. Transmis par ingestion d'aliments ou d'eau contaminés, le toxoplasme est un microbe champion de course et prototype de la catégorie des « migrants glisseurs » qui navigue au sein de tous les tissus « à la recherche » de cellules hôtes sans lesquelles il ne peut produire de descendance.

Les chercheurs grenoblois ont utilisé les concepts et les approches des biophysiciens, en particulier la microscopie de force résolue en temps, pour décrypter à l'échelle de la seconde et sur des dimensions sub-micrométriques, de potentielles zones de contact entre le parasite et une surface, et de capturer le développement des forces sur ces zones.

Cette approche a permis de découvrir le mécanisme de propulsion du toxoplasme. En identifiant une zone alors inconnue de contact entre la région antérieure du parasite et la surface, les auteurs ont établi le caractère indispensable d'une force de traction exercée par le parasite à partir de ce point d'ancrage. La traction s'accompagne de la courbure à l'avant du parasite qui coïncide avec la charge d'énergie dans un système ressort permis par un cytosquelette spiralé formé de microtubules. En adaptant les techniques récentes de l'imagerie nano-résolutive par expansion, les scientifiques ont modélisé les microtubules en position de ressort comprimé puis lors du relâchement qui déclenche la propulsion caractéristique en hélice de Toxoplasma.

Ces travaux éclairent un mécanisme singulier d'utilisation des microtubules au sein du cytosquelette de la cellule sélectionnée par ce parasite. Ils ouvrent des perspectives innovantes sur la fabrication de nanomoteurs et nanorobots à visée médicale ou industrielle.

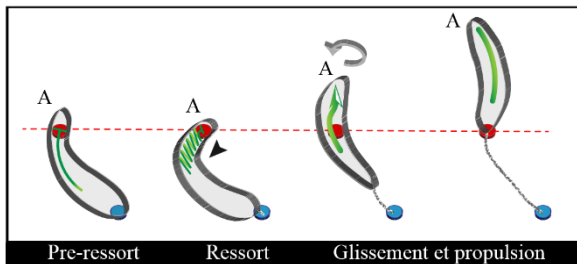


Figure : Le mouvement en hélice du toxoplasme démarre par la mise en place d'un contact (rouge et ligne virtuelle) entre le pôle antérieur du parasite (A) et la surface, qui sert de point d'ancrage au développement d'une force de traction (flèche noire). L'énergie est transitoirement chargée sur les microtubules qui, compressés, agissent comme un ressort (vert), conduisant à la courbure antérieure et à la dé-adhésion au niveau du pôle basal (bleu). Le relâchement du ressort produit la poussée selon la trajectoire des microtubules spiralés.

© IAB (CNRS/Inserm/UGA) - Bastien Touquet & Isabelle Tardieux

Vidéo :

Publiés fin mai dans la revue *ACS Nano*, ces travaux ont été sélectionnés cette semaine par la Société américaine de chimie dans son focus hebdomadaire pour la presse et ont fait l'objet d'une vidéo de vulgarisation dédiée (en anglais) diffusée sur la chaîne Youtube © American Chemical Society : <https://www.youtube.com/watch?v=kG146bHn4qw&feature=youtu.be&list=PLLG7h7fPoH8JRH8bEJdgnwZnyA5N-9UaE>

Référence :

Coupling Polar Adhesion with Traction, Spring and Torque Forces Allows High Speed Helical Migration of the Protozoan Parasite *Toxoplasma*

Pavlou G, Touquet B, Vigetti L, Renesto P, Bougdour A, Debarre D, Balland M, Tardieux I.

ACS nano, 20 mai 2020.

<https://doi.org/10.1021/acsnano.0c01893>

Contacts

Institut pour l'Avancée des Biosciences (IAB - CNRS / Inserm / Université Grenoble Alpes) :

Isabelle Tardieux, chercheuse CNRS | isabelle.tardieux@inserm.fr

Communication IAB :

Amélie Fauconnet | P. 06 16 37 38 09 | amelie.fauconnet@univ-grenoble-alpes.fr

Communication CNRS Alpes :

Pascale Carrel | T. 04 76 88 79 59 | P. 06 84 15 81 14 | pascale.carrel@dr11.cnrs.fr