

Des réseaux de micro-pores contrôlent la ventilation et régulent la température des termitières

Les termites construisent des nids d'une remarquable complexité architecturale et qui possèdent d'étonnantes propriétés permettant la régulation de la température et le contrôle de la ventilation. Mais les mécanismes responsables de ces propriétés sont encore peu connus. Dans une étude publiée dans la revue *Science Advances* les chercheurs¹ ont mis en évidence le rôle fondamental des structures construites par les termites à micro-échelle dans la ventilation des nids mais également dans les échanges thermiques et le drainage de l'eau de pluie.

L'architecture des nids de termites présente de fascinantes propriétés qui permettent de réguler la température et qui favorisent la ventilation de l'espace intérieur. Ces architectures ont attiré l'attention de nombreux chercheurs en éthologie et en sciences des matériaux mais également d'architectes souhaitant s'en inspirer pour concevoir de nouveaux modèles de bâtiments plus écoénergétiques. Jusqu'à présent nos connaissances des nids de termites se limitaient à leur structure à grande échelle et nous ne disposions d'aucune information sur les caractéristiques des structures à micro-échelle ni sur leur rôle potentiel dans le contrôle de la ventilation et dans la régulation de la température. L'utilisation de techniques d'imagerie multi-échelle aux rayons X combinée à des simulations 3D de champs d'écoulement a permis de mettre en évidence le rôle fondamental joué par ces micro-structures dans les propriétés des nids de termites.

L'étude a porté principalement sur des nids construits au Sénégal et en Guinée par *Trinervitermes geminatus* qui ont été numérisés à l'aide de tomographes et micro-tomographes à rayons X. Les images en haute résolution de la paroi du nid ont mis en évidence une caractéristique étonnante de celle-ci: la présence d'un réseau de pores de différentes tailles dans lequel les pores les plus gros sont entièrement connectés créant ainsi un chemin percolant à travers la paroi extérieure jusqu'à l'intérieur du nid. Pour analyser les conséquences fonctionnelles de la présence de ces micro-pores les chercheurs ont réalisé des simulations d'écoulement 3D dans le nid et à travers ses parois selon différents scénarios.

Ces simulations montrent qu'en présence de vents forts à l'extérieur du nid, les pores les plus gros permettent facilement l'échange de CO₂ avec l'atmosphère extérieure. Mais si la vitesse du vent est faible ou négligeable, les simulations montrent également que le CO₂ peut toujours être échangé avec l'atmosphère extérieure par échange diffusif, contribuant ainsi à la ventilation du nid. Les chercheurs ont ensuite étudié l'impact du réseau de pores sur la thermorégulation du nid. Les simulations montrent que l'air présent dans les pores réduit la conductivité thermique effective des parois du nid contribuant ainsi à la thermorégulation du nid. Enfin les chercheurs ont étudié l'impact d'averses de pluie sur le réseau de pores. Le matériel utilisé pour la construction des parois des nids est

¹ Du Centre de Recherches sur la Cognition Animale (CNRS/Université Toulouse III – Paul Sabatier), de l'Imperial College à Londres (Unité Mixte Internationale Abraham de Moivre) et de l'Université de Nottingham

généralement hydrophile. Ainsi, l'eau ruisselant à la surface d'un nid est rapidement absorbée. Mais les expériences réalisées et des simulations d'écoulement ont montré que grâce aux forces de capillarité, l'eau se propage rapidement des pores les plus gros aux plus petits, ce qui assure un drainage très efficace. Une fois drainés, les pores sont alors immédiatement disponibles pour assurer de nouveau la ventilation du nid.

Les résultats de cette étude constituent une avancée majeure dans notre compréhension des mécanismes intervenant dans le contrôle de la ventilation, dans la régulation thermique et dans le drainage de l'eau de pluie. Ils mettent en évidence le rôle fondamental joué par le réseau des micro-pores présents dans la paroi des nids de termites dans la régulation de la température des échanges gazeux. La compréhension de ces mécanismes ouvre de nouvelles perspectives pour la conception de bâtiments autonomes et écoénergétiques.

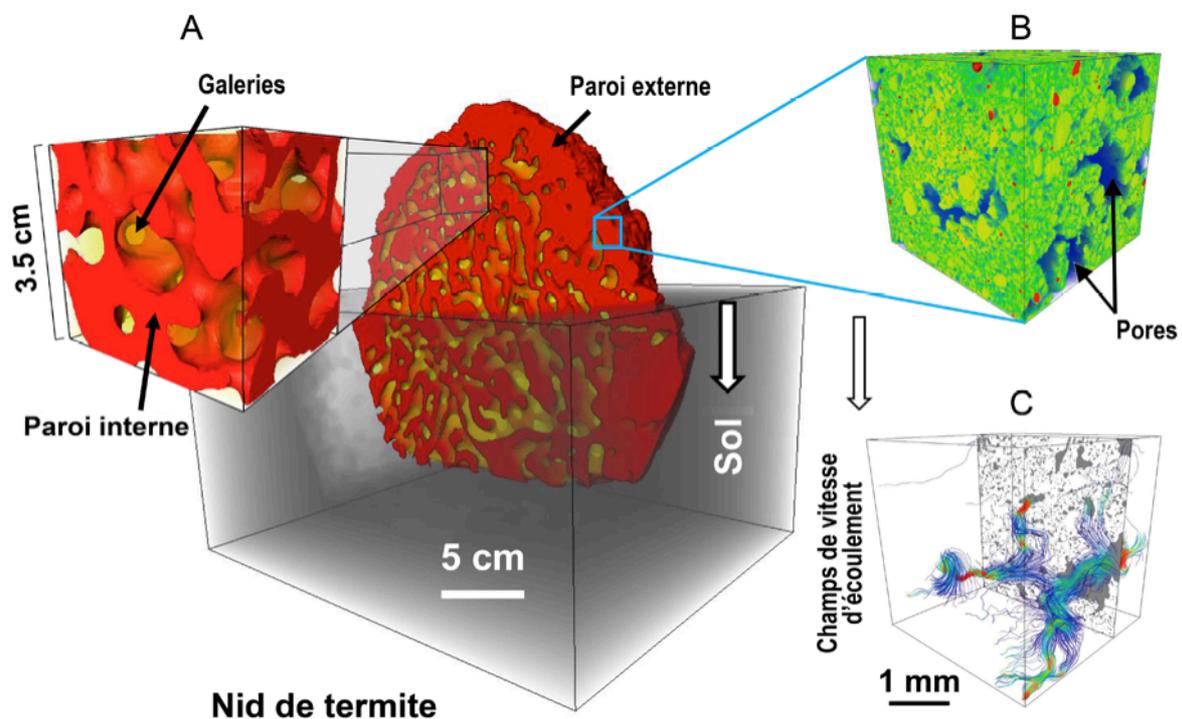


Illustration: L'imagerie multi-échelles par tomographie aux rayons X des nids de termites et la simulation d'écoulements dans ces structures révèle le rôle important des réseaux de micro-pores présents dans la paroi des nids dans la ventilation, la régulation thermique et le drainage de l'eau de pluie. A : tomographie avec une résolution millimétrique ; B : tomographie avec une résolution micrométrique ; C : Simulation d'écoulement 3D au sein de la structure (© K. Singh).

En savoir plus

Singh, K., Muljadi, B.P., Raeini, A.Q., Jost, C., Vandeginste, V., Blunt, M.J., Theraulaz, G. & Degond, P. 2019. The architectural design of smart ventilation and drainage systems in termite nests. *Science Advances* (sous presse).

Vidéo: Simulation tridimensionnelle du champs d'écoulement d'air dans la paroi d'un nid de termites *Trinervitermes geminatus*.

Vignette: Photographie (gauche) et tomographie aux rayons X (droite) d'un nid de Trinervitermes geminatus (origine: Nguekokh, Senegal) © G. Theraulaz

Contact chercheurs :

Guy Theraulaz, guy.theraulaz@univ-tlse3.fr

Centre de recherches sur la cognition animale (CRCA), Centre de Biologie Intégrative (CBI)
UMR 5169 CNRS/Université Toulouse III – Paul Sabatier
118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 4
Tel : 06 17 70 75 30