



## Des amibes en mouvement à la recherche d'oxygène

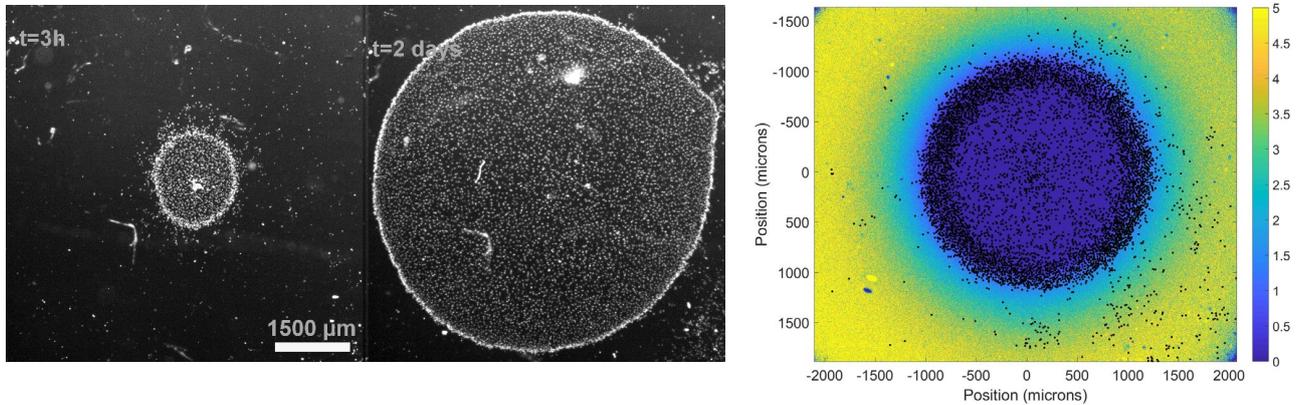
**En combinant expériences biologiques, développements technologiques et modélisation mathématique, des chercheurs ont mis en lumière la façon dont les amibes sociales réagissent à un manque d'oxygène : elles forment un anneau dense de cellules, s'élargissant jusqu'à retrouver un environnement favorable, mais sans communiquer entre elles...**

De nombreux types de cellules sont capables de se repérer et de se diriger dans l'espace. Ces qualités sont indispensables au bon développement des organismes pluricellulaires, mais aussi à l'exploration de l'environnement par des organismes unicellulaires. Un moyen pour ces cellules de trouver leur chemin consiste à sentir leur environnement chimique immédiat et à suivre des gradients de molécules. Dans ce travail, les chercheurs ont démontré la capacité d'une colonie d'amibes *Dictyostelium discoideum*, appelées aussi amibes sociales, à répondre à des gradients d'oxygène générés par leur propre respiration. En effet, quand la colonie devient trop dense, l'oxygène commence à manquer. Les cellules reconnaissent la présence de gradients d'oxygène et les suivent afin de se diriger vers des zones plus accueillantes. C'est l'aérotaxie. Cependant, elles ne partent pas chacune dans leur coin mais constituent un front. Les chercheurs ont prouvé que l'aérotaxie individuelle des amibes sociales ne se déclenche qu'à partir d'un seuil de concentration en oxygène minimale. Il en résulte la formation d'un front dense de cellules suivant une concentration d'oxygène constante et se déplaçant à vitesse constante sur plusieurs jours au moins. Remarquablement, cette réponse collective se produit sans aucune communication entre les cellules, alors que les amibes sociales sont précisément étudiées pour leur capacité de communication cellulaire. Ces travaux interdisciplinaires, réalisés à l'Institut lumière matière à Lyon ([ILM](#), CNRS / Univ. Claude Bernard Lyon 1), ont également impliqué le Centre de recherche en cancérologie de Lyon ([CRCL](#), INSERM/CNRS/ Univ. Claude Bernard Lyon 1), l'Institut Camille Jordan ([IJC](#), CNRS/Univ. Jean Monnet/Univ. Claude Bernard Lyon 1/Ecole Centrale de Lyon/Institut national des sciences appliquées de Lyon) et l'Université de Tohoku à Sendai. Ils sont publiés dans la revue *eLife*.

Pour comprendre ces migrations cellulaires, les chercheurs ont confiné sous des lamelles en verre des colonies de plusieurs milliers de cellules. En parallèle, ils ont développé de nouveaux capteurs d'oxygène, des galettes transparentes de quelques dizaines de microns d'épaisseur dont les propriétés optiques changent en fonction de la quantité d'oxygène disponible. Le mouvement des cellules ainsi que la cartographie à deux dimensions de l'oxygène ont été enregistrés par des méthodes de microscopie. Grâce à cet ensemble de techniques, les scientifiques ont mis en évidence la création de gradients autogénérés d'oxygène et la réponse collective des cellules. Cependant, les gradients et les concentrations locales d'oxygène sont couplés, entre eux et avec le mouvement des cellules, et il est difficile d'avoir une compréhension globale de la réponse des cellules en fonction de ces deux paramètres. Les chercheurs ont donc développé des microsystèmes fluidiques se présentant sous la forme d'un canal millimétrique où les cellules peuvent être placées et observées. Ils ont ensuite alimenté ce canal en gaz par deux canaux indépendants placés de chaque côté, et ils ont créé un gradient latéral d'oxygène allant d'une hypoxie totale à des concentrations atmosphériques en envoyant de l'air d'un côté et de l'azote pur de l'autre. Ces expériences ont ainsi mis en lumière pour la première fois de façon quantitative la modulation de l'aérotaxie, les cellules migrant vers les zones riches en oxygène mais uniquement sur la partie du canal la plus hypoxique. Enfin, les auteurs ont développé un modèle numérique qui, partant des caractéristiques d'une amibe unique, reproduit le comportement de toute une colonie par simple multiplication des amibes dans la simulation. Ils ont également réalisé une mise en équations mathématiques originales de la constitution d'un front circulaire en mouvement. Tous ces travaux théoriques sont généralisables à n'importe quelle situation impliquant une réponse collective à des gradients autogénérés.

En conclusion, ces résultats démontrent que l'oxygène joue le rôle d'un signal spatio-temporel dans l'organisation de communautés de cellules. Il pourrait agir de façon similaire dans le développement des organismes. Enfin, dans le cadre de la recherche autour de la matière active, il s'agit de la mise en évidence

d'une nouvelle classe de mouvements collectifs, très stables et durables, se produisant sans lien entre les individus, mais via un couplage avec l'environnement.



**Figure : l'image en noir et blanc montre l'anneau de cellules, déjà apparent après 3h (à gauche), et s'étendant tout en avançant à vitesse constante sur des temps très longs (ici 2 jours, à droite) vers des zones plus riches en oxygène. L'image en couleur représente la co-observation de la position des cellules (cercles noirs) et de la distribution d'oxygène (de 0 à 5% d'oxygène, 21% correspondant aux valeurs atmosphériques).**

## **Référence**

### **Hypoxia triggers collective aerotactic migration in *Dictyostelium discoideum*.**

Olivier Cochet-Escartin, Mete Demircigil, Satomi Hirose, Blandine Allais, Philippe Gonzalo, Ivan Mikaelian, Kenichi Funamoto, Christophe Anjard, Vincent Calvez, Jean-Paul Rieu, *eLife*, paru le 20 août 2021.

DOI: [10.7554/eLife.64731](https://doi.org/10.7554/eLife.64731)

disponible sur les bases d'archives ouvertes [HAL](https://hal.archives-ouvertes.fr/).

## **Contacts**

**Olivier Cochet-Escartin** | Chercheur CNRS | ILM | [olivier.cochet-escartin@univ-lyon1.fr](mailto:olivier.cochet-escartin@univ-lyon1.fr)

**Communication CNRS-INP** | [inp.com@cnrs.fr](mailto:inp.com@cnrs.fr)

