



Sur cette photo d'un *Deuterosminthurus bicinctus*, on voit bien la furca, l'organe de saut, déployée. Au repos, la furca est repliée sous l'abdomen.

communautés de traits, les organismes vivant plutôt en surface et capables de recoloniser rapidement les milieux après une perturbation sont favorisés, au détriment de ceux, complètement inféodés aux sols et moins mobiles, qui vivent en profondeur.

Au contraire, les sols forestiers ne sont généralement pas travaillés et offrent donc aux organismes vivants des microhabitats stables; de plus, la plus grande partie des matières organiques produites par le milieu retourne au sol. Quant aux sols des milieux urbains, les situations observées sont très variables, selon par exemple qu'ils sont pollués ou non. Mais comme, globalement, les perturbations physiques sont moins récurrentes que pour les sols cultivés, on y trouve des niveaux d'abondance et de diversité parfois proches des espaces forestiers.

DES OUTILS POUR LES AGRICULTEURS ET LES GESTIONNAIRES D'ESPACES

Ces résultats restent à affiner, notamment afin de quantifier les effets précis des pratiques agricoles sur les communautés d'espèces et de traits des collemboles. On sait, à travers différents exemples, que les effets du labour sont délétères sur les communautés, mais on ne dispose pas encore de données en nombre suffisant pour estimer cela quantitativement. De telles données sont en cours d'acquisition notamment dans le programme *Agro-Eco-Sol*, financé par l'Ademe et coordonné par la société d'étude et de conseil agro-environnemental Auréa. Un échantillonnage systématique des sols du territoire français ou européen permettrait sans doute de compléter les connaissances et, à terme, de fournir aux agriculteurs, mais aussi aux gestionnaires d'espaces en général, des outils pour évaluer les effets de leurs pratiques sur la biodiversité des sols.

Par ailleurs, divers programmes de recherche incluent une réflexion sur la façon de rendre accessibles ces outils au plus grand nombre et de les mettre en œuvre en routine, par exemple dans le cadre de prestations, comme c'est aujourd'hui le cas pour les analyses physicochimiques des sols. Ainsi, la caractérisation des communautés du sol par l'ADN, et non plus par l'utilisation d'outils classiques d'observation au microscope, faciliterait l'accès à ce bio-indicateur que représentent les collemboles.

Des banques de gènes référencent déjà plusieurs dizaines d'espèces de ces hexapodes. Toute la difficulté porte sur la caractérisation adéquate de l'ADN contenu dans les sols, qui peut être plus ou moins altéré, et donc plus ou moins bien détecté. Il convient donc de calibrer au mieux les méthodes en fonction des types de sols et des types d'usages. On peut supposer que, pour les sols cultivés, les techniques seront très prochainement fiables, étant donné le faible nombre d'espèces observées (en France, une quarantaine d'espèces représentent plus de 90 % de l'abondance en collemboles dans ces milieux). Par ailleurs, l'approche par les traits qui, en théorie, s'affranchit de l'identification des espèces, est également une voie explorée.

Les collemboles apparaissent donc comme un objet d'étude particulièrement prometteur en écologie aussi bien fondamentale qu'appliquée. Mais les résultats acquis sur les sols grâce à ces petits animaux devront être mieux diffusés, tant vers le grand public que vers les gestionnaires, qui ignorent bien souvent jusqu'à leur existence. Un effort d'éducation à l'environnement et à la connaissance des sols est en effet indispensable si l'on veut mieux protéger cette ressource qui, comme bien d'autres, n'est pas inépuisable. ■

BIBLIOGRAPHIE

J. Cortet et M. Hedde, **La faune du sol pour évaluer l'impact des pratiques agricoles et la santé des sols**, *Techniques de l'ingénieur*, article ge1058, 2020

P. Lemanceau et M. Blouin (dir.), **Les sols au cœur de la zone critique**, vol. 6 (écologie), ISTE Éditions, 2018.

S. Joimel et al., **Urban and industrial land-uses have a higher soil biological quality than expected from physico-chemical quality**, *Science of the Total Environment*, vol. 584-585, pp. 614-621, 2017.

J. Cortet et P. Lebeaux, **Planète collemboles, la vie secrète des sols**, Biotope, 2015.

S. Jeffery et al., **Atlas européen de la biodiversité des sols**, Commission européenne - Bureau des publications de l'Union européenne, 2010.

S. P. Hopkin, **The Biology of the Springtails (Insecta : Collembola)**, Oxford University Press, 1997.

L'ESSENTIEL

> Un minuscule hexapode, le collembole *Tullbergia mediantarctica*, vit sous les rochers des sommets des montagnes intérieures de l'Antarctique, où les conditions sont très rudes.

> *Tullbergia* semble avoir subsisté aux mêmes endroits pendant des millions d'années,

en évitant à la fois les sols recouverts de glace et ceux riches en sels toxiques.

> Les séquences génétiques de *Tullbergia* et d'autres petits organismes de l'Antarctique aident à expliquer la survie de ces animaux et à éclairer l'histoire glaciaire du continent.

L'AUTEUR

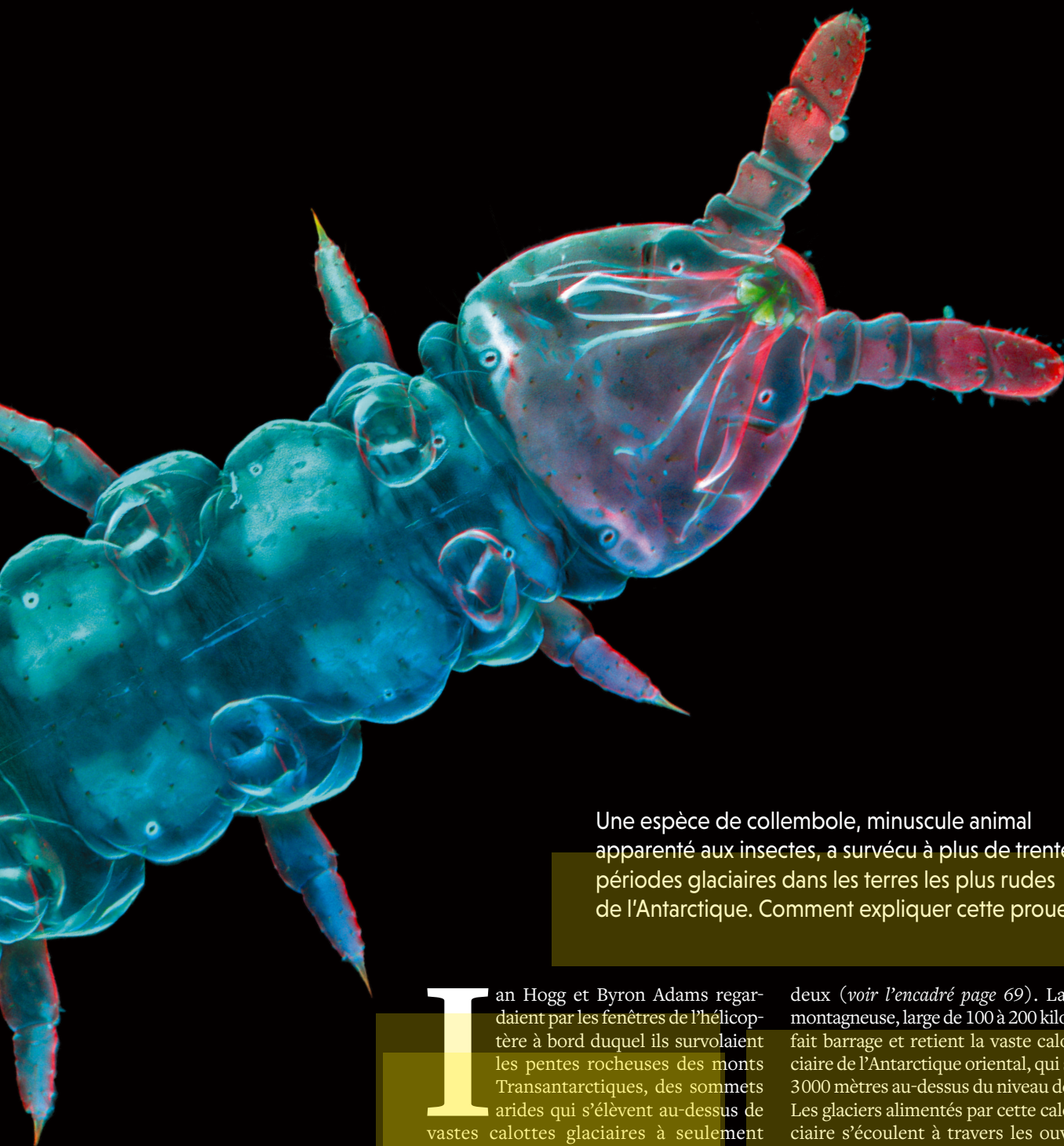


DOUGLAS FOX
écrivain scientifique
basé en Californie
du Nord,
aux États-Unis

Tullbergia, survivant de l'extrême



Le collembole *Tullbergia mediantarctica* mesure moins de 1,5 millimètre de long et vit sous des rochers dans certains endroits de l'Antarctique.



Une espèce de collembole, minuscule animal apparenté aux insectes, a survécu à plus de trente périodes glaciaires dans les terres les plus rudes de l'Antarctique. Comment expliquer cette prouesse ?

Lan Hogg et Byron Adams regardaient par les fenêtres de l'hélicoptère à bord duquel ils survolaient les pentes rocheuses des monts Transantarctiques, des sommets arides qui s'élèvent au-dessus de vastes calottes glaciaires à seulement 600 kilomètres du pôle Sud. Ils scrutaient de leurs yeux les corniches et les escarpements en dessous. Durant cette journée ensoleillée de janvier 2018, ils recherchaient des points de repère correspondant à ceux décrits dans les brèves notes laissées par un entomologiste décédé en 2012, Keith Wise. En 1964, celui-ci avait découvert dans ce paysage désolé un petit arthropode énigmatique, que personne n'avait revu depuis.

Les monts Transantarctiques s'étendent sur plus de 3000 kilomètres à travers le continent, du littoral au nord vers l'intérieur des terres au sud, coupant le continent en

deux (voir l'encadré page 69). La chaîne montagneuse, large de 100 à 200 kilomètres, fait barrage et retient la vaste calotte glaciaire de l'Antarctique oriental, qui s'élève à 3000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les glaciers alimentés par cette calotte glaciaire s'écoulent à travers les ouvertures séparant les sommets montagneux et se déversent lentement dans l'Antarctique occidental, d'altitude plus basse. Les vents secs qui soufflent sur le plateau oriental maintiennent largement libres de glace les sommets eux-mêmes.

En hiver, les températures dans le sud de la chaîne Transantarctique plongent sous les -40°C . Certains des sols de ces sommets n'ont pas reçu de quantités notables d'eau depuis des dizaines ou des centaines de milliers d'années. Ils ont de ce fait accumulé des sels caustiques, un peu comme à la surface de Mars. Pourtant,

> malgré ces conditions sévères, une poignée de minuscules animaux vivent sur ces montagnes.

Ian Hogg et Byron Adams y collectaient des échantillons depuis 2006 pour essayer de savoir quelles espèces vivent où. Mais l'espèce découverte en 1964, un hexapode nommé *Tullbergia mediantarctica*, leur avait jusqu'alors échappé.

L'endroit qu'ils exploraient était le mont Speed, qui s'élève à 1100 mètres d'altitude dans le sud de la Transantarctique, à 700 kilomètres de la côte. Ici, le glacier de Shackleton coule d'est en ouest à travers une brèche dans la montagne d'environ 10 kilomètres de large. Ian Hogg, biologiste à l'organisme gouvernemental Savoir polaire Canada, repéra un escarpement ressemblant à celui décrit dans les notes de l'entomologiste. L'hélicoptère se posa dessus, et les passagers descendirent sur une pente rocheuse aride parsemée de morceaux de granit jaunâtre. Ils se mirent à jeter un coup d'œil méthodique sous chaque rocher. En quelques minutes, ils trouvèrent leurs pâles bestioles – des dizaines d'hexapodes blancs plus petits que des graines de sésame.

DES MILIEUX DE VIE PARFOIS PLUS PETITS QU'UN TERRAIN DE BASKET

Les petites bestioles cheminaient lentement parmi les grains de sable, en s'orientant à l'aide de leurs antennes souples et charnues comme deux doigts tendus. Cependant, ces animaux sont extrêmement sensibles à la déshydratation et, dans la minute suivant leur exposition à l'air sec, ils se ratatinaient et mouraient. Au cours des jours suivants, Ian Hogg et Byron Adams ont découvert des *Tullbergia mediantarctica* sous les roches de quatre pentes différentes le long de l'extrémité inférieure du glacier de Shackleton. Ces milieux étaient parfois plus petits qu'un terrain de basket.

Tullbergia fait partie d'un groupe d'arthropodes, les collembolles, apparenté aux insectes. Peu de gens ont entendu parler de ces organismes dépourvus d'ailes, bien que le sol de votre jardin en abrite probablement des millions (voir l'article de Jérôme Cortet dans ce numéro). On trouve ces minuscules arthropodes partout dans le monde et quelques espèces vivent dans les rares terres non recouvertes de glace qui parsèment l'intérieur de l'Antarctique, endroits où la nourriture est rare, si ce n'est des bactéries ou des champignons microscopiques occasionnels.

Comment ces *Tullbergia* et d'autres collembolles se sont-ils retrouvés dans ces montagnes isolées, et comment ont-ils survécu à plusieurs dizaines de périodes glaciaires ? C'est là une énigme que les scientifiques aimeraient résoudre. Depuis l'expédition de 2018, Ian Hogg et Byron Adams, biologiste de l'université Brigham Young, aux États-Unis, ont réalisé des



études génétiques sur le *Tullbergia* redécouvert, ainsi que sur une autre espèce de collembolle trouvée lors de la même expédition.

Ces travaux, qui devraient être publiés dans le courant de l'année, jetteront un éclairage nouveau et surprenant sur l'histoire de ces espèces, qui pourrait à son tour réécrire l'histoire de la façon dont d'énormes calottes glaciaires ont alternativement apparu et disparu sur le continent au fil des millions d'années de glaciations. Des espèces telles que *Tullbergia* mettent également à l'épreuve nos idées sur les limites biologiques, en renforçant l'idée que même les environnements les plus inhospitaliers de la Terre abritent souvent une vie animale complexe.

IMMIGRANTS DE L'ÈRE GLACIAIRE

L'Antarctique est connu pour ses manchots et ses phoques, mais ces animaux ne vivent que sur ses côtes, grâce à un riche réseau alimentaire de phytoplancton, de poissons et de krill. Ces espèces emblématiques ne pourraient pas survivre à l'intérieur du continent, plus vaste que les États-Unis et le Mexique réunis, dont environ 98% sont recouverts de glace.

Les chercheurs prélèvent des échantillons de sol (ci-dessus à gauche) contenant des *Tullbergia* sur les pentes d'éboulis du mont Speed (à droite), le long du glacier de Shackleton en Antarctique.