

# Des scientifiques recensent la diversité florale insoupçonnée des sommets alpins

Le programme Ecologie verticale explore depuis 2009 la flore de haute altitude, dans les Alpes, pour retrouver le fil de son histoire évolutive

COL DU GALIBIER (SAVOIE ET HAUTES-ALPES) - envoyée spéciale

**D**écouvrir une nouvelle espèce de plante en Europe est devenu chose rare. Sur les sommets des Alpes, ce sont pourtant trois inconnues qui viennent d'être identifiées. Trois androsaces, discrètes plantes en coussin qui ornent roches et fissures des hautes montagnes. L'androsace du Viso, l'androsace du Dauphiné et l'androsace de Saussure déploient leurs bourgeons et leurs petites fleurs blanches ou roses autour d'une racine unique. Leur forme hémisphérique et dense offre une protection thermique exceptionnelle. Elles retiennent l'humidité et leur propre matière organique, qu'elles recyclent. Et peuvent ainsi vivre des siècles.

La découverte de ces nouvelles espèces n'est que la partie émergée du programme Ecologie verticale, mené depuis 2009 par le biologiste Sébastien Lavergne (Laboratoire d'écologie alpine de Grenoble) et Cédric Dentant, botaniste au parc national des Ecrins, à cheval sur l'Isère et les Hautes-Alpes. Les deux hommes ont la singularité d'allier science et alpinisme, ce qui leur a ouvert la voie des sommets, arêtes et pics inaccessibles. Un milieu extrême resté terra incognita pour les sciences du vivant. «*La haute montagne est perçue comme un désert hostile à la vie. Mais en l'investissant avec une approche floristique, on a découvert une biodiversité insoupçonnée*», affirme Cédric Dentant.

Avec leurs équipes, ils ont ainsi inventorié plus de 300 plantes de haute altitude, dans les Ecrins et d'autres massifs des Alpes, et mené un vaste programme de séquençage génétique de toutes les espèces végétales de l'arc alpin, soit quelque 4500 taxons (ou groupes). La plante observée à la plus haute altitude, une saxifrage à feuilles opposées, était accrochée à 4070 mètres sur la barre des Ecrins – elle détient pour l'instant le record en Europe, à 4500 mètres. Au-delà



Sébastien Lavergne, biologiste, devant des silènes acaules, dans le nord-est du parc national des Ecrins. OLIVIER ALEXANDRE

de leur inventaire, ces plantes des cimes ouvrent une fenêtre sur l'histoire évolutive de la flore alpine. Avec une question majeure : où se sont réfugiées les espèces pendant les grandes glaciations ?

## Refuges et fabrique d'espèces

Depuis 2,4 millions d'années, et jusqu'à la fin de la dernière glaciation il y a 10 000 ans, les fluctuations des périodes glaciaires et interglaciaires ont façonné l'émergence et la répartition des espèces. Selon la théorie des «nunataks», terme inuit désignant la montagne, certains sommets ont pu, grâce à leur verticalité et à la puissance des radiations solaires, échapper aux glaces, émergeant tels des îlots dans un océan gelé. Ils auraient alors servi de refuge à un cortège d'espèces, qui se sont ensuite redéployées au gré du réchauffement, ensemençant les montagnes alentour.

«*Longtemps on a pensé que, pendant les grandes glaciations, toutes les espèces avaient reculé vers le sud de l'Europe. C'est le cas pour des espèces communes, qui se dispersent facilement, mais certainement pas pour celles d'altitude, peu*

*mobiles et coincées sur les sommets*», assure Sébastien Lavergne. Grâce aux analyses génétiques, son équipe a pu montrer que l'androsace de Vandelli avait bien persisté sur plusieurs sommets, au centre et en périphérie des Alpes, pendant la dernière glaciation. Le défi consiste désormais à généraliser cette découverte à d'autres espèces.

«*Ces travaux apportent une pierre de plus à la théorie des nunataks, ces refuges glaciaires au cœur même des Alpes, qui semble désormais très probable*, estime Christophe Randin, chercheur en biogéographie à l'université de Lausanne.

**« LA HAUTE MONTAGNE EST UN MILIEU TRÈS HÉTÉROGÈNE, QUI CONDUIT LES ESPÈCES À SE DIFFÉRENCIER POUR S'Y ADAPTER »**

CÉDRIC DENTANT

botaniste au parc national des Ecrins

*L'intérêt de cette découverte est de voir à quel point les hautes montagnes sont en fait une fabrique d'espèces.*» Les sommets ont en effet été isolés par les glaces, entraînant une divergence génétique des espèces qui les peuplaient.

## Mosaïque de milieux

Mais la vitalité de la biodiversité d'altitude tient aussi à d'autres facteurs. «*La haute montagne est un milieu très hétérogène, avec une grande diversité géologique et topographique, qui conduit les espèces à se différencier pour s'adapter à ces conditions*», explique Cédric Dentant. En l'espace de quelques kilomètres, toute une diversité de roches – schistes, calcaires, gypses... – structure la végétation. Il en est de même des microreliefs, creux ombragés, parois ensoleillées, versants nord ou sud, qui forment une mosaïque de milieux présentant de forts contrastes de température, d'enneigement, d'humidité ou encore de composition des sols.

Avec l'actuel réchauffement du climat, bien plus rapide que les précédentes glaciations, les sommets pourraient-ils de

nouveau servir de refuges à la flore ? Plusieurs études montrent un accroissement du nombre d'espèces en altitude, certaines venues des étages inférieurs pour coloniser ces espaces à mesure que la pression du froid se relâche.

L'équipe de Sébastien Lavergne et Cédric Dentant s'appuie elle-même sur des données historiques, puisées dans les herbiers des muséums et les archives, pour comparer les populations végétales d'aujourd'hui et des siècles derniers. Car certains alpinistes ont avant eux parcouru les mêmes voies, notant parfois des observations précises. C'est le cas de Venance Payot, un cristallier, botaniste et ancien maire de Chamonix (Haute-Savoie), qui a décrit des îlots de végétation dans le massif du Mont-Blanc il y a cent cinquante ans. Cet été, les chercheurs les ont retrouvés. Là où, sur l'îlot du Tacul, Venance Payot avait observé 6 espèces, ils en ont répertorié 84.

## Quid du changement climatique ?

Néanmoins, difficile de prédire lesquelles seront capables de gravir les sommets en quête de températures plus fraîches. «*L'idée que la flore va remonter d'un bloc pour fuir le réchauffement est réductrice. Certaines espèces vont remonter, d'autres non, en fonction de mécanismes complexes qu'on ne comprend pas complètement*», estime Sébastien Lavergne. Parmi ceux-ci, il y a leur capacité à se déplacer plus ou moins rapidement. Ou bien les interactions d'une « nouvelle » espèce avec les autochtones, qui lui permettront, ou non, de s'implanter. Globalement, à cette altitude, «*il s'agit surtout d'un redéploiement de celles qui étaient déjà présentes et adaptées à ces conditions*», relève Cédric Dentant.

Il est tout aussi complexe de prédire lesquelles survivront au changement climatique actuel. Certaines seront-elles poussées à l'extinction, ne pouvant plus grimper au-delà de la limite du sommet ? «*Sur un pas de temps extrêmement long, nos androsaces pourraient bien disparaître... Mais à plus court terme, il ne faut pas voir les sommets comme des impasses évolutives : c'est oublier toute leur hétérogénéité, qui permet de trouver une multitude de micromilieus où se déplacer*, relève Sébastien Lavergne. *Certaines plantes font aussi preuve d'une étonnante plasticité. Et les nunataks nous ont montré que de petites populations de plantes ont pu survivre dans des climats défavorables et des situations très isolées pendant des dizaines de milliers d'années !*» ■

ANGELA BOLIS

## Les spermatozoïdes nagent comme des loutres

Dans leur course à l'ovule, les gamètes masculins s'enroulent sur eux-mêmes en avançant de façon asymétrique

**L**es spermatozoïdes humains sont de drôles de zèbres. Pendant près de trois siècles, ils ont dupé les plus avisés des experts : leur nage, en effet, est bien plus tortueuse qu'on ne le croyait. C'est ce que révèle une étude publiée dans la revue *Science Advances* le 31 juillet, par des physiologistes et des mathématiciens des universités de Bristol (Royaume-Uni) et de Mexico.

«*Quand ils nagent, leur queue ondule comme un serpent ; ils sont comme des anguilles dans l'eau*», observait le savant néerlandais Antonie Van Leeuwenhoek (1632-1723), en décrivant les « animalcules » qui pullulent dans le sperme humain. Las ! Ce n'était qu'une illusion d'optique. Il faut dire que les biologistes ont toujours scruté

d'une façon surplombante ces missiles à tête chercheuse – ciblant l'ovule – sous les objectifs de leurs microscopes. Or, cette vision en 2D était biaisée.

Zèbres, serpents, anguilles ? Il était vain de convoquer cette ménagerie. Tant qu'à choisir un animal, c'est la loutre qui l'emporte ! Cet animal folâtre aime à virevolter tout en nageant avec célérité... comme le spermatozoïde. Les auteurs ont décortiqué et reconstitué en trois dimensions la course de 30 spermatozoïdes humains. Pour cela, ils ont combiné trois outils d'analyse : un microscope qui permet de suivre en 3D leur mouvement ; une caméra capable d'enregistrer 55 000 images par seconde ; et une modélisation mathématique. Celle-ci a permis

de soustraire les différentes composantes du mouvement (rotation ou progression vers l'avant) pour distinguer chacune d'elles.

## Un mouvement complexe

Résultats : le flagelle du gamète mâle, au lieu d'osciller symétriquement, ondule toujours du même côté. Dans ce mouvement asymétrique, il s'enroule sur lui-même à mesure qu'il avance. Comme un tire-bouchon qui s'enfonce dans le liège, si vous préférez. De plus, «*la tête du spermatozoïde vire sur elle-même en même temps que le flagelle tourne dans le sens du mouvement*, explique Hermes Gadêlha, premier auteur de l'étude. *Le spermatozoïde apparaît ainsi animé d'un mouvement de précession*», un terme

commun en astronomie, qui décrit le mouvement de toupie que fait l'axe de rotation de la Terre au fil du temps. Ce mouvement complexe permet au gamète mâle de ne pas tourner en rond ! Dans le tractus génital féminin, il file même à la vitesse impressionnante de 2 à 6 millimètres par minute, selon les estimations.

En réalité, «*l'asymétrie du mouvement des spermatozoïdes était connue depuis les années 1970. Mais à l'époque, les chercheurs ne produisaient que 200 images par seconde, bien loin de la précision de ce nouveau travail*», raconte Louis Bujan, professeur de médecine de la reproduction au CHU de Toulouse, qui salue cette étude «*magnifique*». Par ailleurs, les chercheurs postulent (sans le

démontrer) que l'asymétrie du mouvement du flagelle résulte de l'asymétrie de sa structure moléculaire, en coupe transversale, qui est très précisément connue.

Quelle application médicale attendre de ce travail ? «*Selon moi, aucune*, estime Daniel Vaiman, responsable d'une équipe sur la physiopathologie de la reproduction à l'Institut Cochin (Inserm-université Paris-Descartes). *En cas d'infertilité liée à une immobilité totale ou partielle des spermatozoïdes, on peut court-circuiter cet obstacle. Pour cela, on injecte le spermatozoïde dans l'ovocyte. Cette technique, l'ICSI (injection intra-cytoplasmique de spermatozoïde), est d'ailleurs couramment pratiquée en France.*» ■

FLORENCE ROSIER

## BOTANIQUE

### Comment le fruit du laurier-tin produit son bleu métallique

Le laurier-tin produit des fruits d'un bleu foncé métallique qui attire les oiseaux. Une équipe internationale vient de mettre en évidence que ce bleu n'est pas dû à un pigment mais qu'il s'agit d'une couleur dite « structurelle », produite par l'agencement des molécules de surface, qui absorbent certaines longueurs d'onde et en renvoient d'autres. Ce mécanisme, connu dans le monde animal, est plus rare chez les plantes. Chez le laurier-tin, c'est l'empilement de plusieurs couches de lipides qui crée ce bleu, montrant en quelque sorte aux oiseaux la valeur calorifique dudit fruit.

> Middleton et al., *Current Biology*, 6 août