

➤ équipes qui se sont inspirées du protocole de Bonnier suggèrent qu'il s'agirait de régulation épigénétique, c'est-à-dire des modifications de l'expression des gènes, transmissibles au cours des divisions cellulaires ou à travers les générations et qui ne changent pas la séquence d'ADN.

LA PISTE ÉPIGÉNÉTIQUE

Une première équipe, autour de Vigdis Vandvik, de l'université de Bergen, en Norvège, s'est intéressée à la plasticité phénotypique des feuilles des espèces les plus courantes des alpages du mont Gongga, le plus haut sommet du Tibet oriental, dans l'actuelle province chinoise du Sichuan. En d'autres termes, elle a suivi les variations de leurs traits : surface et épaisseur des feuilles, masse de matière sèche, teneur en carbone, azote et phosphore, ainsi qu'en isotopes du carbone et de l'azote. Les traits les plus plastiques étaient la surface des feuilles, et la teneur en isotope ^{15}N de l'azote et en phosphore, qui augmentaient avec l'altitude, témoignant d'un métabolisme plus actif.

Une deuxième équipe, autour d'Adrienne Nicotra, de l'université de Canberra, en Australie, s'est intéressée à *Wahlenbergia ceracea*, une campanulacée classique des alpages des montagnes australiennes. Cette fois, les chercheurs ont collecté les graines suivant un gradient d'altitude (entre 1600 et 1975 mètres) sur le mont Kosciuszko, en Nouvelle-Galles du Sud. Afin de tester la plasticité adaptative des plantes en réponse au réchauffement climatique, ils ont réalisé des germinations sous différentes températures et suivi différents traits : hauteur, diamètre de la rosette, nombre de feuilles, masse, nombre des fruits.

L'origine des graines s'est révélée déterminante : seules les plantes provenant d'une basse altitude présentaient une plasticité adaptative. Les autres ne changeaient pas d'aspect avec la température. De plus, les germinations issues de graines collectées à basse altitude répondaient par des variations épigénétiques importantes : le profil de méthylation de leur ADN (la cartographie des groupes méthyl associés à l'ADN) variait selon la température de culture.

La troisième équipe, autour de Sonja Siljak-Yakovlev, de l'université Paris-Sud, s'est intéressée à trois populations de lys bosniaque (*Lilium bosniacum*). L'une correspondait aux conditions optimales de la plante, à moyenne altitude (1200 mètres), sur roche calcaire ; les deux autres à des

PLAINE OU ALTITUDE ?

Le buplèvre en faux (*Bupleurum falcatum*) est une apiacée qui vit en plaine comme en montagne (à gauche, un spécimen de plaine). Au XIX^e siècle, Gaston Bonnier a divisé un pied en plaine, gardant une partie à cette altitude et plantant l'autre dans les Pyrénées, à 2 400 mètres d'altitude. Dix ans plus tard, la plante d'altitude ressemblait, en plus petit, à un *Bupleurum ranunculoides* (à droite) : système racinaire plus développé, tige simple, entrenœuds courts et feuilles seulement à la base, plus épaisses et foncées, formant une pseudorosette. Ainsi, l'environnement peut transformer l'aspect d'un organisme, ce qu'à l'époque n'expliquait pas le darwinisme...



conditions stressantes – haute altitude (entre 1800 et 2000 mètres), sur roche calcaire, et plus basse altitude (850 mètres), mais sur sol riche en serpentines, c'est-à-dire contenant des éléments toxiques tels que des ions nickel.

Les lys d'altitude présentaient un faciès alpin, avec une réduction de leur taille et du nombre de fleurs par plant. Les lys issus des serpentines arboraient aussi des différences morphologiques et des réarrangements de leurs chromosomes. Par ailleurs, l'ADN de ces deux populations était très peu méthylé. Or un rôle de la méthylation est d'empêcher des fragments mobiles d'ADN – les « éléments transposables » – de se déplacer ou de se dupliquer au sein du génome. De tels éléments pourraient être à la source des réarrangements chromosomiques et, par là, des traits observés.

Ces études suggèrent que la migration des plantes le long des pentes du Chimborazo, sous l'influence du réchauffement, ne correspond pas uniquement à la recherche d'un optimum climatique. Le dérèglement écologique semble sous-tendu par un dérèglement moléculaire – épigénétique – qui, autorisant une mobilisation d'éléments transposables, induit des changements génétiques définitifs. Ainsi, la réaction au réchauffement climatique est un problème non seulement écologique, mais aussi, et surtout, évolutif. ■

BIBLIOGRAPHIE

J. J. Henn et al., **Intraspecific trait variation and phenotypic plasticity mediate alpine plant species response to climate change**, *Front. Plant Sci.*, vol. 9, article 1548, 2018.

V. Zoldoš et al., **Epigenetic differentiation of natural populations of *Lilium bosniacum* associated with contrasting habitat conditions**, *Genome Bio. Evol.*, vol. 10(1), pp. 291-303, 2018.

N. Morueta-Horne et al., **Strong upslope shifts in Chimborazo's vegetation over two centuries since Humboldt**, *PNAS*, vol. 112, pp. 12741-12745, 2015.

A. Nicotra et al., **Adaptive plasticity and epigenetic variation in response to warming in an alpine plant**, *Ecol. Evol.*, vol. 5(3), pp. 634-647, 2015.