

LES PLANTES PEUVENT-ELLES SE DÉPLACER ASSEZ VITE POUR ÉCHAPPER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Laura Camila Pacheco-Riaño^{1*}, Suzette G. A. Flantua^{1,2} et John-Arvid Grytnes¹

¹Département des sciences biologiques, Université de Bergen, Bergen, Norvège

²Centre Bjerknes pour la recherche climatique, Université de Bergen, Bergen, Norvège

Que ferais-tu si les températures devenaient très chaudes là où tu vis ? Tu pourrais mettre des vêtements plus légers ou même déménager dans un endroit plus frais. De nombreuses plantes font la même chose : elles se déplacent vers des zones plus fraîches pour survivre au réchauffement climatique actuel. Bien sûr, elles ne peuvent pas se déplacer comme les animaux, mais elles peuvent changer lentement d'endroit lorsqu'elles libèrent leurs graines. Comment savons-nous que les plantes se déplacent ? Les scientifiques étudient des zones qui ont été décrites pour la première fois il y a quelques centaines d'années. Les écologistes ont constaté que même si les plantes réagissent au réchauffement du climat en changeant d'endroit, l'augmentation de la température est si rapide qu'elles ne peuvent pas toujours se déplacer assez vite pour lui échapper. Certaines finissent par vivre dans des conditions beaucoup plus chaudes que celles qu'elles préfèrent, ce qui leur fait subir beaucoup de stress. Ce stress les rend vulnérables à d'autres actions humaines, comme le changement de l'utilisation des terres ou l'introduction d'espèces invasives, qui peuvent mettre en danger certaines espèces végétales.

IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RÉPARTITION DES PLANTES

RÉPARTITION. Aire géographique dans laquelle une espèce peut être trouvée.

ÉCOSYSTÈME. Ensemble des êtres vivants en interaction entre eux et avec leur environnement.

ÉCOSYSTÈME ALPIN. Écosystème des régions montagneuses caractérisé par un climat froid et enneigé, une altitude élevée et un terrain accidenté. Il abrite des espèces adaptées pour survivre dans ces conditions difficiles.

SESSILE. Incapable de se déplacer de l'endroit où il pousse, contrairement à de nombreux animaux capables de marcher, voler ou nager.

La **répartition** des espèces végétales sur la Terre est étroitement liée à certains aspects du climat, comme la température ou la quantité de pluie tombée au cours de l'année. Chaque espèce végétale est adaptée à des conditions climatiques précises dans lesquelles elle peut survivre et se reproduire le plus efficacement possible [1]. Ainsi, la Terre possède de nombreux **écosystèmes** ayant des caractéristiques particulières (les forêts, les savanes ou les déserts, par exemple), où les espèces végétales sont adaptées à une certaine gamme de températures et de précipitations. Certaines plantes préfèrent des conditions plus fraîches, tandis que d'autres préfèrent la forêt tropicale ou le désert. Quel sera l'impact du changement climatique sur la répartition des plantes dans le monde ?

Le climat de la Terre a changé au cours de sa longue histoire, mais le changement climatique actuel est différent. Les humains sont aujourd'hui à l'origine du réchauffement de la planète, et ce changement est beaucoup plus rapide que par le passé. La température moyenne de la planète a augmenté de 1,52°C depuis la deuxième moitié du 19^{ème} siècle, et la plus grande partie de ce changement s'est produite au cours des 30 dernières années.

Que ferais-tu s'il faisait trop chaud là où tu vis ? Tu pourrais porter des vêtements plus légers ou même déménager. Les plantes n'ont pas la possibilité de changer de vêtements et doivent donc se « déplacer » vers un endroit plus frais pour échapper au réchauffement. Partons en excursion vers le sommet d'une montagne, à la découverte de l'**écosystème alpin**. Nous y trouverons des espèces végétales adaptées au gel, à la neige et au vent. Que peuvent faire ces plantes lorsque le climat se réchauffe ?

COMMENT SAVONS-NOUS QUE LES PLANTES CHANGENT DE RÉPARTITION ?

Les plantes ont une limitation majeure pour se déplacer vers des environnements plus frais. Ce sont des organismes **sessiles**, ce qui signifie qu'elles ne peuvent pas se déplacer comme certains animaux qui peuvent marcher, nager ou voler. Au lieu de cela, les plantes ont développé des mécanismes particuliers qui permettent la dispersion de leurs graines dans l'environnement. Cette dispersion est essentiellement passive : les graines sont transportées loin de la plante mère par les animaux, le vent ou l'eau. Pour la plupart, ces déplacements s'effectuent sur des distances relativement courtes, de l'ordre de quelques centaines de mètres. La dispersion des graines sur de longues distances (quelques kilomètres, dizaines ou centaines de kilomètres) peut se produire, mais elle est rare et nécessite de nombreuses années. Les déplacements courts sont donc le plus souvent le moyen par lequel les plantes peuvent réagir au changement climatique. En raison de la lenteur de ce processus, nous devons observer les plantes pendant des décennies, voire plus

ÉCOLOGISTE. Scientifique qui étudie les relations entre les êtres vivants et leur environnement.

PARCELLE PERMANENTE DE VÉGÉTATION. Zone marquée de façon permanente où toutes les espèces végétales sont répertoriées et mesurées. La taille des parcelles peut varier en fonction du type de végétation.

BOTANISTE. Scientifique qui étudie les plantes.

longtemps, pour constater des changements de leur répartition en réponse au changement climatique.

Les **écologistes** étudient les changements de répartition des plantes en retournant dans différents écosystèmes pendant de nombreuses années, et en identifiant chaque fois toutes les espèces végétales qu'ils y trouvent. Lors de ce travail, ils mesurent également les conditions climatiques afin d'étudier leur évolution. Pour s'assurer qu'ils retournent toujours dans la même zone chaque année, ils créent des **parcelles permanentes de végétation**, c'est-à-dire des petites parcelles de terrain délimitées de manière à pouvoir être identifiées et faciles à retrouver (Figure 1). En examinant les mêmes parcelles année après année, les écologistes peuvent voir quelles sont les espèces qui disparaissent et celles qui deviennent plus fréquentes. Pour certains écosystèmes, ces études sont réalisées depuis les années 1920 [2]. Malheureusement, ce type d'étude coûte cher et prend de nombreuses années, ce qui explique pourquoi nous ne disposons pas de beaucoup d'informations sur la façon dont le changement climatique actuel menace les plantes.

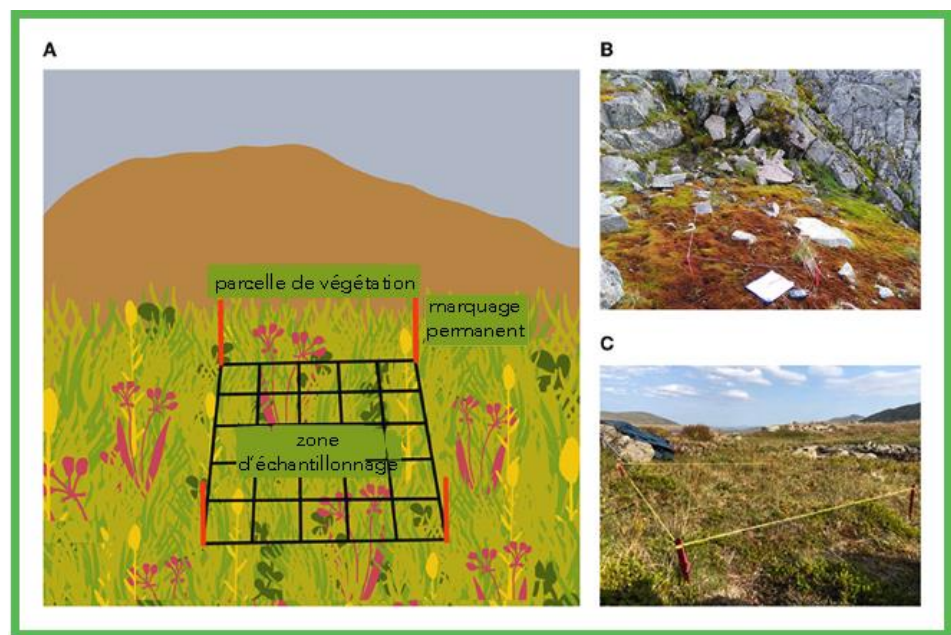


Figure 1. (A) Parcelle permanente de végétation dans un champ. Des bâtons rouges sont utilisés pour marquer les coins des parcelles et pour les rendre visibles et faciles à retrouver chaque année. La zone quadrillée correspond à celle étudiée par les écologistes (zone d'échantillonnage). (B, C) Photos de parcelles permanentes contenant différents types de végétation, dans des zones montagneuses en Norvège. (Crédits photographiques : Sophie Weides et Rosa Kramp).

Une autre façon d'établir les changements de répartition des plantes est de visiter des parcelles de végétation étudiées par des **botanistes** il y a de nombreuses années. Malheureusement, ces parcelles ne sont pas toujours faciles à trouver car les botanistes ne les avaient pas marquées ! Ils ne savaient pas qu'elles deviendraient

très utiles pour comprendre comment les plantes et les écosystèmes réagissent au changement climatique, tout simplement parce qu'à l'époque on ne savait pas encore que le climat changerait. Pour retrouver ces parcelles, les écologistes doivent examiner attentivement les vieux documents laissés par les botanistes, car certains d'entre eux avaient ajouté des descriptions très précises des zones qu'ils étudiaient. C'est comme suivre une carte dans une chasse au trésor ! Grâce à ces vieux documents et parfois à l'aide de vieilles cartes, les écologistes peuvent retourner dans des lieux historiques pour voir quelles espèces végétales s'y trouvent aujourd'hui.

Par exemple, au XVIII^e siècle, un explorateur nommé Alexander von Humboldt et ses compagnons ont entrepris une très longue expédition à travers les montagnes d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud. Ce voyage leur a pris 38 mois ! Leur objectif était de décrire les espèces végétales de ces régions, car ils étaient les premiers botanistes à s'y rendre. Ils ont trouvé de nombreuses espèces végétales qui n'avaient jamais été identifiées auparavant. Ils ont noté de nombreuses informations sur les lieux où ces plantes ont été trouvées, et heureusement, ces documents existent encore aujourd'hui. En 2012, sur les traces de von Humboldt, un groupe d'écologistes s'est rendu dans les mêmes montagnes et a visité les mêmes endroits. En comparant leur liste d'espèces à celle de von Humboldt, ils ont constaté qu'aujourd'hui les plantes vivent à des altitudes plus élevées qu'il y a 200 ans (Figure 2) [3]. Cela signifie que les plantes se sont déplacées plus haut dans les montagnes. La même tendance a été observée en Europe et en Amérique du Nord [4].

La littérature scientifique contient de nombreux renseignements sur les lieux où se trouvent les différentes espèces de plantes. Tout comme von Humboldt l'a fait il y a 200 ans, les botanistes d'aujourd'hui décrivent ces lieux. Les publications scientifiques contiennent des informations sur des millions de parcelles de végétation [2]. Rien qu'en Europe, plus de 4,3 millions de parcelles de végétation sont répertoriées [5]. Toutes ces informations aident les écologistes à comprendre comment les plantes réagissent au changement climatique.

LES PLANTES TROUVENT DE NOUVEAUX ENDROITS POUR S'ENRACINER

Les informations provenant des parcelles permanentes historiques indiquent que le changement climatique entraîne une modification de la répartition des espèces végétales. Nous constatons que de nombreuses plantes tentent d'échapper aux zones de réchauffement en se déplaçant vers les pôles nord et sud, ainsi qu'en s'élevant vers les sommets des montagnes [4]. En effet, les latitudes plus basses (plus proches des tropiques) et les altitudes plus basses correspondent généralement à des températures plus chaudes.

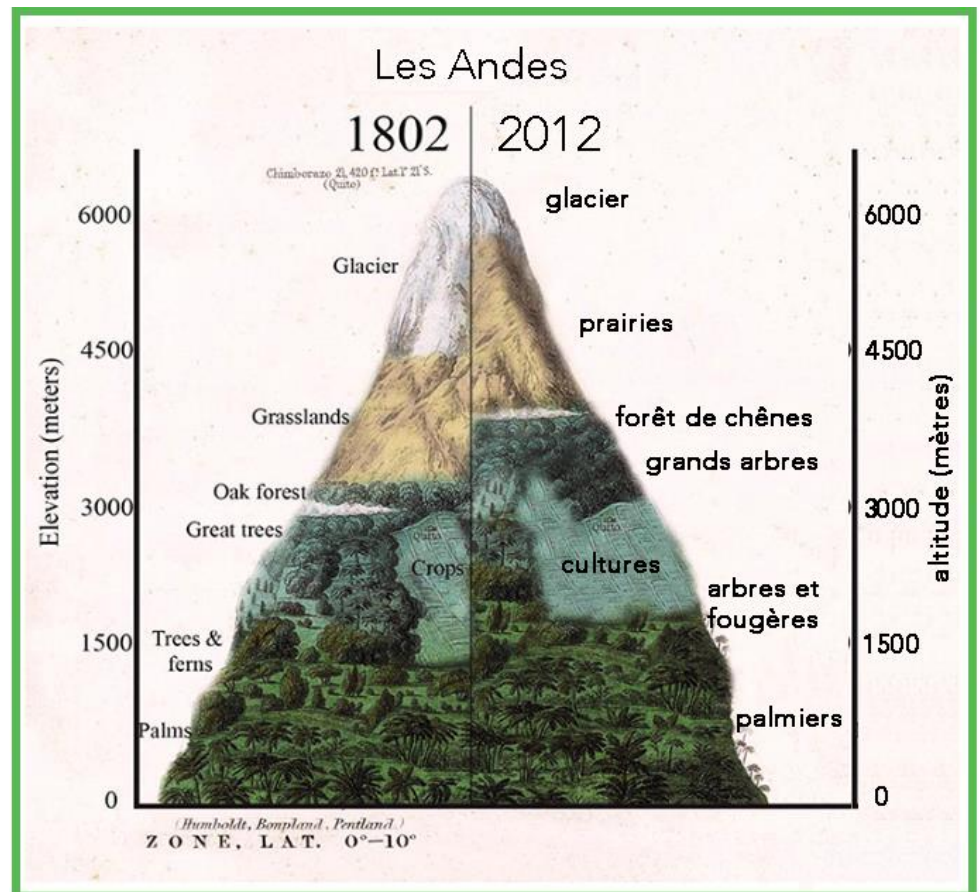


Figure 2. Les zones de végétation de la cordillère des Andes. La partie gauche montre le premier dessin d'Alexander von Humboldt, basé sur les observations qu'il avait faites au XVIII^e siècle [6]. La partie droite est une représentation des mêmes zones de végétation en 2012. Remarque que les palmiers, les arbres et les fougères, les grands arbres, les cultures, la forêt de chênes et enfin les prairies se sont tous déplacés vers le haut de la montagne puisque le climat s'est réchauffé, comme l'indique le fait que le glacier a fondu (altitude indiquée à droite en mètres). ([Source originale](#))

Un exemple convaincant a été fourni par un groupe d'écologistes européens ayant visité des sommets de montagnes européennes étudiés par des botanistes il y a une centaine d'années. Ces écologistes ont découvert que presque tous les sommets visités comptaient beaucoup plus d'espèces aujourd'hui qu'avant le début du réchauffement climatique. Ils ont également constaté une augmentation plus importante du nombre d'espèces sur les montagnes où la température avait le plus augmenté (**Figure 3A**) [7]. Cela indique que les changements dans la répartition des plantes que nous observons sont causés par le réchauffement climatique.

Les plantes qui préfèrent les températures chaudes peuvent désormais s'installer dans des régions qui étaient auparavant trop froides pour elles [8]. Où est donc le problème ? Il se trouve qu'il n'y a pas beaucoup d'espace sur les sommets des montagnes. Si de plus en plus d'espèces végétales se déplacent vers le haut, l'espace finira par manquer ! Nous ne sommes pas tout à fait sûrs de ce qui va se passer, car nous n'avons jamais rien vu de tel auparavant, mais il est probable que certaines des espèces végétales actuelles qui

ne vivent que dans les zones de haute montagne disparaîtront parce qu'elles n'auront nulle part où aller lorsque le climat se réchauffera davantage (Figure 3A).

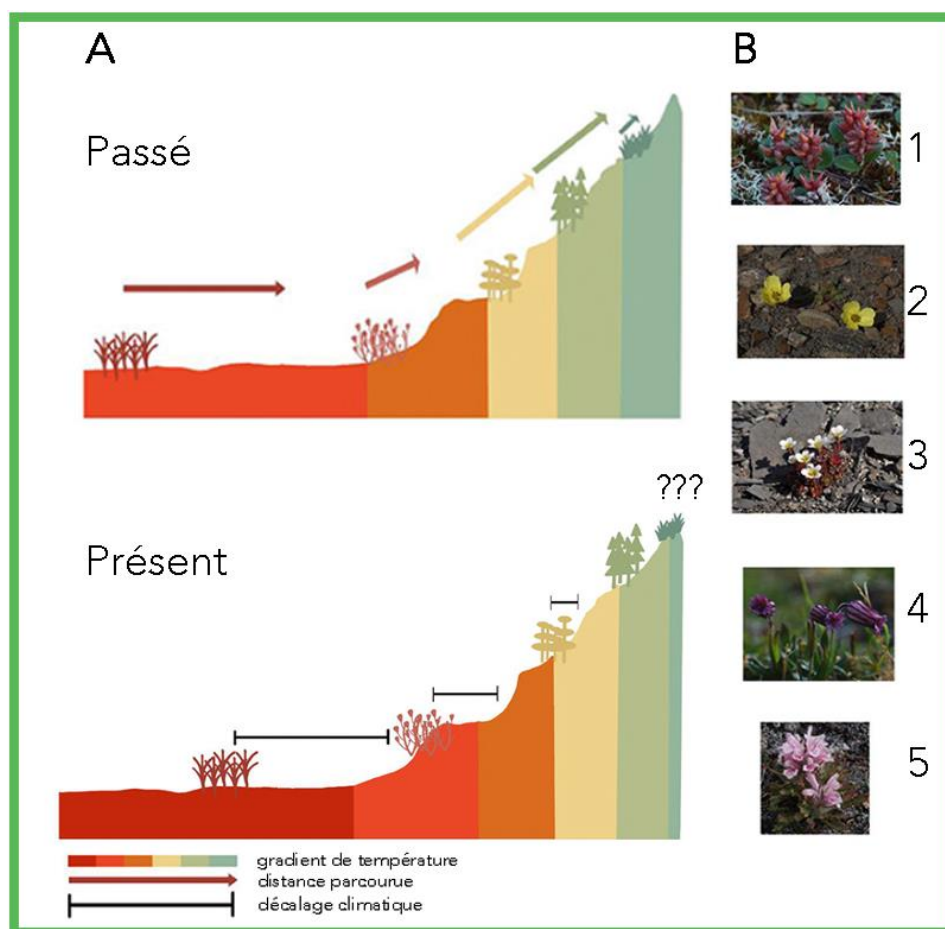


Figure 3. (A) Les zones chaudes sont représentées en rouge et les zones froides en vert. Les flèches indiquent la distance parcourue par les différentes espèces entre le passé et le présent. Les lignes noires épaisses indiquent le décalage climatique, c'est-à-dire le déplacement supplémentaire qu'il aurait fallu à chaque type de plante pour retrouver la température qu'elle préfère et à laquelle elle était dans le passé. ??? : on ne sait pas ce qu'il va advenir de la Pédiculaire arctique si le climat continue à se réchauffer. (B) Exemples d'espèces végétales trouvées sur les sommets des parcelles historiques des montagnes norvégiennes [7] : Saule polaire (1), Pavot de Svalbard (2), Saxifrage en touffe (3), Apétale (4), Pédiculaire arctique (5).

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE MET LES PLANTES DANS UNE SITUATION DIFFICILE

Les écologistes ont observé que même si les plantes peuvent réagir au réchauffement climatique en modifiant leur répartition, l'augmentation de la température est souvent trop rapide pour qu'elles puissent le faire à temps. Les plantes n'auraient donc pas assez de temps pour se disperser vers des zones où les températures ne sont pas trop chaudes pour elles. C'est ce qu'on appelle le **décalage climatique**, la différence entre le déplacement réel des plantes et celui qu'il leur aurait fallu pour se maintenir dans des conditions idéales. Les plantes vivent donc actuellement dans des endroits où la température n'est pas optimale pour leur survie ou leur reproduction (Figure 3B) [8]. Imagine que tu ne puisses pas régler le

DÉCALAGE CLIMATIQUE.

Décalage observé entre le déplacement réel d'une plante en raison du changement climatique et celui qu'elle aurait dû faire pour s'installer dans des conditions optimales à sa survie.

chauffage de ta chambre pendant l'été ni ouvrir les fenêtres ou les portes !

Plusieurs raisons peuvent expliquer les décalages climatiques que nous observons dans la répartition des plantes. Tout d'abord, les espèces végétales peuvent avoir à se disperser sur de longues distances pour atteindre les zones où elles préfèrent vivre, ce qui constitue souvent un défi de taille pour des organismes sessiles [8]. Même si les plantes parviennent à se déplacer vers les climats dans lesquels elles se sentent le plus à l'aise, il peut y avoir des défis supplémentaires dans cette nouvelle zone, notamment d'autres conditions environnementales qui rendent leur croissance difficile. Par exemple, il arrive qu'il n'y ait pas assez d'eau ou que le sol ne contienne pas les nutriments dont les plantes ont besoin [8]. Un autre problème est la quantité d'espace disponible. Les humains ont détruit de nombreuses zones naturelles pour développer l'agriculture, implanter des usines et des entreprises ou construire des villes. Comme certaines plantes ne peuvent pas pousser dans ces zones, elles doivent se disperser encore plus loin pour trouver un endroit où survivre.

L'un des principaux problèmes causés par le décalage climatique est qu'aujourd'hui de nombreuses plantes pourraient déjà vivre à des températures extrêmement proches du maximum qu'elles peuvent tolérer. Lorsque les températures de ces régions deviendront trop élevées, de nombreuses plantes risquent de disparaître (comme la Pédiculaire arctique de la Figure 3). . À l'heure actuelle, nous ne savons pas encore combien d'espèces vivent dans des conditions aussi précaires.

CONCLUSIONS

Les changements dans la répartition des plantes sont de plus en plus fréquents à mesure que le climat se réchauffe. Les écologistes ont besoin de données couvrant une longue période pour comprendre comment les plantes ont réagi au réchauffement climatique passé et prévoir comment elles pourraient réagir au réchauffement futur. C'est pourquoi les écologistes et les botanistes continuent d'étudier les processus fondamentaux de la répartition des plantes, afin de mieux comprendre la vulnérabilité des plantes, voire d'écosystèmes entiers, au changement climatique.

Malheureusement, nous ne pouvons pas aider les plantes à faire face au changement climatique, car il y a encore beaucoup de choses que nous ne comprenons pas dans les processus naturels. Mais nous pouvons tous prendre des mesures pour les aider ! Tout d'abord, nous devrions tous continuer à en apprendre le plus possible sur le fonctionnement normal des écosystèmes et sur la manière dont le changement climatique les affecte globalement et affecte chaque espèce végétale individuellement. De plus, nous devrions contribuer à préserver leurs habitats naturels, afin que les plantes et les animaux ne soient pas menacés par leur destruction. Nous pouvons organiser des excursions pour explorer les parcs

nationaux et les réserves naturelles près de chez nous ou participer à des initiatives de science citoyenne axées sur la nature. Toutes ces activités nous sensibiliseront et nous permettront d'acquérir des connaissances sur la répartition des espèces locales, afin que nous puissions aider au mieux les plantes à survivre lorsque la Terre se réchauffe.

REMERCIEMENTS

SF a bénéficié du soutien du Conseil européen de la recherche dans le cadre du Programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'UE (subvention 741413, *Humans on Planet Earth- Long term impacts on biosphere dynamics*), du programme TMS- Starting Grant financé par Trond Mohn Stiftelse (TMS) et l'Université de Bergen (TMS2022STG03).

RÉFÉRENCES

- [1] Pulliam, H. R. 2000. On the relationship between niche and distribution. *Ecol. Lett.* 3:349–61. doi: 10.1046/j.1461-0248.2000.00143.x
- [2] Dengler, J., Jansen, F., Glöckler, F., Peet, R. K., de Cáceres, M., Chytrý, M., et al. 2011. The Global Index of Vegetation-Plot Databases (GIVD): a new resource for vegetation science. *J. Veg. Sci.* 22:582–97. doi: 10.1111/j.1654-1103.2011.01265.x
- [3] Morueta-Holme, N., Engemann, K., Sandoval-Acuña, P., Jonas, J. D., Segnitz, R. M., and Svenning, J. C. 2015. Strong upslope shifts in Chimborazo's vegetation over two centuries since Humboldt. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 112:12741–5. doi: 10.1073/pnas.1509938112
- [4] Lenoir, J., and Svenning, J. C. 2015. Climate-related range shifts - a global multidimensional synthesis and new research directions. *Ecography* 38:15–28. doi: 10.1111/ecog.00967
- [5] Schaminee, J. H. J., Hennekens, S. M., Chytry, M., and Rodwell, J. S. 2009. Vegetation-plot data and databases in Europe: an overview. *Preslia* 81:173–85.
- [6] Johnston, A., Brewster, D., and Berghaus, H. K. 1848. *The Physical Atlas: A Series of Maps and Notes Illustrating the Geographical Distribution of Natural Phenomena*. First. Edinburgh: William Blackwood and Sons. Phutology No. 1. Available online at: https://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~308_070~90077931:Geographical-Distribution-of-Plants (accessed February 22, 2023).
- [7] Steinbauer, M. J., Grytnes, J.-A., Jurasinski, G., Kulonen, A., Lenoir, J., Pauli, H., et al. 2018. Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. *Nature* 556:231–4. doi: 10.1038/s41586-018-0005-6
- [8] Svenning, J. C., and Sandel, B. 2013. Disequilibrium vegetation dynamics under future climate change. *Am. J. Bot.* 100:1266–86. doi: 10.3732/ajb.1200469

VERSION FRANÇAISE

Cet article d'accès libre est une traduction avec des modifications d'un article publié par Frontiers for Young Minds (doi: 10.3389/frym.2023.947230 ; Pacheco-Riaño L, Flantua S and Grytnes J (2023) Can Plants "Move" Fast Enough to Escape Climate Change?. *Front. Young Minds*. 11:947230).

TRADUCTION : Nicole Pasteur, Association Jeunes Francophones et la Science

ÉDITION : Jean-Marie Clément, Association Jeunes Francophones et la Science

MENTORS SCIENTIFIQUES : Catherine Braun-Breton et Daniel Breton, Association Jeunes Francophones et la Science

JEUNES EXAMINATEURS

ÉLÈVES DE LA 5^e BJORGEN, 12 ANS

Notre collège est situé dans le Parc National des Cévennes, une chaîne de montagne dans le sud de la France. Nous sommes sensibilisés à la nature et souhaitons préserver les écosystèmes qui nous entourent. Nous aimons notre environnement et apprécions les sorties qui nous permettent de découvrir la biodiversité locale et notamment les rapaces.

ARTICLE ORIGINAL (VERSION ANGLAISE)

SOU MIS : 18 mai 2022; **ACCEPTÉ**: 26 avril 2023.

PUBLIÉ EN LIGNE : 17 mai.

ÉDITEUR : Nathan Good

MENTORS SCIENTIFIQUES : Maria Segovia-Salcedo et R. Arthee,

CITATION : Pacheco-Riaño L, Flantua S and Grytnes J (2023) Can Plants "Move" Fast Enough to Escape Climate Change?. *Front. Young Minds*. 11:947230. doi: 10.3389/frym.2023.947230

DÉCLARATION DE CONFLIT D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent que les travaux de recherche ont été menés en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme un conflit d'intérêt potentiel.

DROITS D'AUTEURS :

Copyright © 2023 Pacheco-Riaño, Flantua and Grytnes
Cet article en libre accès est distribué conformément aux conditions de la licence Creative Commons Attribution (CC BY). Son utilisation, distribution ou reproduction sont autorisées, à condition que les auteurs d'origine et les détenteurs du droit d'auteur soient crédités et que la publication originale dans cette revue soit citée conformément aux pratiques académiques courantes. Toute utilisation, distribution ou reproduction non conforme à ces conditions est interdite.

JEUNES EXAMINATEURS

LUCIANA, 10 ANS

Je suis née à Quito, en Équateur. Ma ville est entourée de grandes montagnes et se situe dans le nombril du monde. Depuis que je suis toute petite, j'aime les plantes et les animaux, surtout les insectes comme les papillons, les insectes en forme de bâton, les cigales et autres. J'aime beaucoup ramasser des insectes et des plantes lors de mes randonnées avec mes parents et j'adore les dessiner. J'aime aussi la plage et j'essaie de la nettoyer à chaque fois que j'y vais. Plus tard, j'espère devenir sauveteur d'animaux.

PARITHI, 10 ANS

J'aime les insectes et les lézards. J'aime aussi continuer à apprendre la physique des écosystèmes.

AUTEURS

LAURA CAMILA PACHECO-RIAÑO

L. Camila Pacheco-Riaño est doctorante en écologie et biogéographie. Elle étudie actuellement les décalages de biodiversité dus au changement climatique dans les montagnes. Elle aime faire des randonnées en montagne et apprendre de nouvelles choses. *pachecoriano.c@gmail.com

SUZETTE G. A. FLANTUA

Suzette Flantua est une écologiste spécialisée dans les changements climatiques. Elle étudie les raisons pour lesquelles certaines montagnes du monde comptent plus d'espèces que d'autres. Elle aime également étudier les changements climatiques sur des milliers et des milliers d'années, afin de voir comment les plantes et les oiseaux ont réagi aux changements survenus dans le passé.

JOHN-ARVID GRYTNES

John-Arvid Grytnes est professeur d'écologie de la végétation et aime beaucoup étudier la végétation des zones montagneuses (alpines). Le climat étant un facteur important pour les plantes, les effets du réchauffement climatique sur la végétation alpine sont devenus un thème majeur de ses recherches.