

CHANGEMENT CLIMATIQUE **Quo vadis, Flora?** Le changement climatique modifie les habitats naturels, phénomène auquel va réagir le monde végétal. Mais comment? À l'aide de modèles informatiques, des chercheurs du WSL tentent de le découvrir.



Nos petits-enfants se promèneront-ils en Suisse en hiver sous les feuillages persistants des chênes verts ou des oliviers? Une telle projection semble étrange. Mais les températures moyennes augmentent, les étés deviennent plus chauds, les hivers plus humides, les périodes de sécheresse plus longues et les fortes précipitations plus fréquentes. Et les habitats évoluent eux aussi avec le climat. Certaines plantes ont ainsi de nouvelles possibilités de se répandre, tandis que d'autres se retrouvent en difficulté.

Des chercheurs du WSL tentent de comprendre ces processus et d'évaluer les futures réactions de la flore. Grâce à des modèles statistiques, ils modélisent par exemple les sites où les plantes alpines pourraient pousser à l'avenir, et les endroits où les arbres seraient adaptés génétiquement aux conditions climatiques attendues. De telles projections permettent de préparer la forêt au climat à venir ou de protéger des plantes menacées. Cela correspond aux Objectifs de développement durable (ODD) de l'ONU qui signalent, au-delà de la protection des écosystèmes terrestres et de la biodiversité, la nécessité de «prendre d'urgence des mesures de lutte contre le changement climatique et ses répercussions».

Qu'est-ce qui poussera à l'avenir, et où? Il faut des modèles climatiques fiables pour répondre à cette question. «Lorsque l'on sait, pour une région donnée, à quelles conditions climatiques s'attendre dans cent ans, on recherche des lieux où ce climat est déjà établi aujourd'hui», explique Niklaus Zimmermann, chercheur du WSL, qui met en avant cette méthode comparative simple. «Il est alors possible de se rendre sur place et d'analyser les communautés végétales présentes dans ces sites.»

Une telle méthodologie a été appliquée il y a quelques années dans le Programme «Forêts et changements climatiques» de l'Office fédéral de l'environnement et du WSL. Aux côtés de Peter Brang, chercheur forestier du WSL décédé en juillet 2022, les chercheurs ont alors identifié des régions d'Europe continentale dont le climat actuel correspondrait à ce que serait à peu près le climat de Genève, Bâle ou Chiasso dans cent ans. Avec un réchauffement de 6 degrés – scénario climatique étudié le plus extrême –, des régions comme Genève ressembleraient à celles de la Maremme et du centre de l'Italie, Bâle se rapprocherait de la situation actuelle du sud de la France et de la plaine orientale du Pô, et Chiasso connaîtrait des conditions similaires à celles présentes le long de la Côte adriatique et en Toscane. Dans ces régions, les forêts y sont souvent sempervirentes.

De lents voyageurs

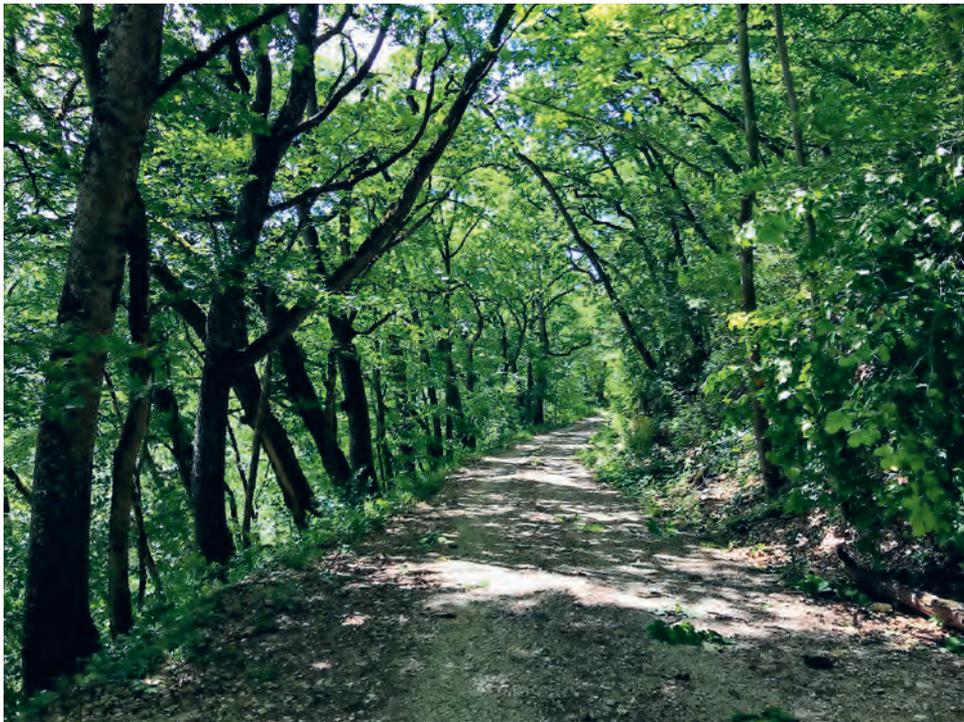
Cela ne signifie toutefois pas qu'une forêt méditerranéenne croîtrait demain sur le Plateau suisse. De nombreux obstacles seraient à surmonter, et pas seu-

lement dans les Alpes. De plus, les arbres «se déplacent» très lentement: sans intervention humaine, seules les espèces les plus rapides parcourent un kilomètre par an, comme les peupliers ou les bouleaux qui croissent vite et dont les graines sont disséminées par le vent. «Le modèle statistique donne néanmoins des indications aux forestiers sur les essences qu'ils pourraient tester», constate Niklaus Zimmermann.

Grâce à des modèles d'habitats, il tente de déterminer les sites susceptibles d'offrir à l'avenir des milieux de vie aux espèces. «Pour le dire de façon succincte, nous étudions les conditions climatiques qui permettent à une espèce de prospérer aujourd'hui», explique le chercheur. «Puis, par des calculs, nous cherchons à localiser les lieux où les mêmes conditions règneront dans le futur.» Des modèles dynamiques, nettement plus complexes, précisent le long de quelles trajectoires des aires de répartition pourraient se déplacer ces espèces et identifient ainsi les éventuels obstacles.

Toutefois, si un modèle simple, qui repose sur des méthodes statistiques, indique que dans cent ans le hêtre ne trouvera plus de climat adapté sur le Plateau, cela ne signifie pas pour autant qu'il aura complètement disparu de cette région. En effet, en l'absence d'événements extrêmes dramatiques – succession par exemple de plusieurs longues périodes de sécheresse –, les plantes peuvent parfois perdurer pendant des siècles dans des habitats qui ne leur sont plus vraiment adaptés. «Ce phénomène porte le nom de dette d'extinction», précise Niklaus Zimmermann.

Une étude du WSL et de l'Université de Vienne qui porte sur plus de cent plantes alpines, a révélé qu'il existe une dette d'extinction pour 60% d'entre elles. Ces espèces poussaient dans la partie inférieure de leurs aires effectives



D'après les modèles d'habitats, les chênes, espèces thermophiles et le plus souvent résistantes à la sécheresse, sont considérés comme de possibles vainqueurs sur fond de changement climatique. Les populations peuvent toutefois se différencier au niveau génétique et être de ce fait plus ou moins adaptées aux conditions futures.

de répartition, dans des habitats où, selon les modèles appliqués, elles ne devraient plus être présentes. «De telles modélisations ne sont donc pas des prédictions de faits. Elles ne font que souligner des potentiels», explique le chercheur.

Armé génétiquement pour l'avenir?

Ces modèles surestiment peut-être la dette d'extinction sur fond de changement climatique. Généralement, ils ne se fondent par exemple que sur un seul habitat optimal pour toute l'espèce. Or dans la réalité, différentes populations d'une espèce peuvent être plus ou moins tolérantes vis-à-vis des conditions locales du site étudié, en ce qui concerne leur besoin minimal en eau notamment. Ces modèles ne prennent pas non plus en compte le fait que les espèces peuvent s'adapter aux conditions environnementales modifiées au fil des générations – lors d'une période suffisamment longue et d'une diversité génétique suffisante.

C'est ce que les chercheurs tentent de démontrer avec de nouvelles méthodes: ils modélisent la composition future idéale de populations sur la base de données génétiques et de prévisions climatiques. «Pour ce faire, on détermine tout d'abord la composition génétique actuelle de populations sur la base de séquences caractérisables dans le patrimoine génétique», explique Christian Rellstab, chercheur au WSL. C'est en 2016 que le généticien fut l'un des premiers à décrire une telle méthode sur les chênes.

Parmi les séquences de patrimoine génétique étudiées, les chercheurs déterminent celles dont la variation est liée à la modification des facteurs climatiques – par exemple des séquences qui sont distinctes lorsque les populations croissent dans des sites frais ou chauds. Ils ont donc besoin des données génétiques de plantes relevant de régions géographiques ou de périodes climatiques variables – par exemple d'arbres d'âges différents, qui ont germé et se sont développés dans des conditions climatiques différentes. Des chercheurs se sont fondés sur ce type de données dans une étude du WSL récemment publiée sur les aroles. Environ cent séquences du patrimoine génétique des arbres étaient en corrélation avec les températures des sites, selon les découvertes de l'équipe de Benjamin Dauphin, Christian Rellstab et Felix Gugerli. Pour les précipitations, il s'agissait même de plusieurs centaines de séquences du patrimoine génétique.

Le modèle calcule ensuite, sur la base de telles données, la composition génétique qui conviendrait à un climat futur. Plus l'état génétique effectif d'une population est éloigné de l'état optimal dans ce climat futur, plus cette population risque un jour de ne plus être adaptée. De telles informations peuvent aider à protéger la biodiversité: «Si l'on veut sauver une espèce, on pourrait par exemple surtout protéger les populations déjà sur place qui présentent le risque le plus faible d'être mal adaptées, et qui ont de ce fait les plus grandes chances de survie», déclare Christian Rellstab.

Les résultats sont aussi utiles pour la foresterie: dans son étude sur le chêne publiée en 2016, Christian Rellstab avait par exemple démontré que le chêne pédonculé risquait le plus d'être mal adapté si le climat devenait plus sec, mais que le risque était au contraire le plus faible si les températures augmentaient. Ceci se voit d'ailleurs sur le terrain, l'espèce croissant déjà chez nous dans des sites chauds et humides. L'ampleur du risque variait toutefois en fonction des

Quelle essence est prête à accueillir le climat futur? La Tree App y répond
tree-app.ch



Le saxifrage à feuilles opposées (*Saxifraga aizoides*) fait partie des plantes alpines qui ont dû se réfugier en altitude face au réchauffement climatique.

populations. Grâce à ces informations, les forestiers peuvent ainsi, pour la récolte de graines, sélectionner des populations qui semblent particulièrement robustes en vue du climat futur.

De précieuses informations

À l'image des habitats, les modèles génétiques ne couvrent pas tous les facteurs pertinents. Ils se limitent notamment à la variation génétique actuelle. Or les populations peuvent – par exemple via l'échange de gènes avec d'autres espèces, voire des croisements avec des espèces étroitement apparentées – s'enrichir de nouvelles variantes génétiques éventuellement favorables.

La combinaison de tels modèles fournit de précieuses données qui aident à réagir face au changement climatique et à protéger le fonctionnement des écosystèmes forestiers (voir le graphique page 5) ou la biodiversité – comme l'exigent les ODD. Les chercheurs ne peuvent toutefois pas renoncer aux expériences en laboratoire et dans les pépinières, ni à des plantations expérimentales. De tels essais sont certes coûteux en temps et en argent, mais ils livrent des données comparatives importantes et des «reality checks» ou contrôles de réalité pour les modèles informatiques.

(kus)