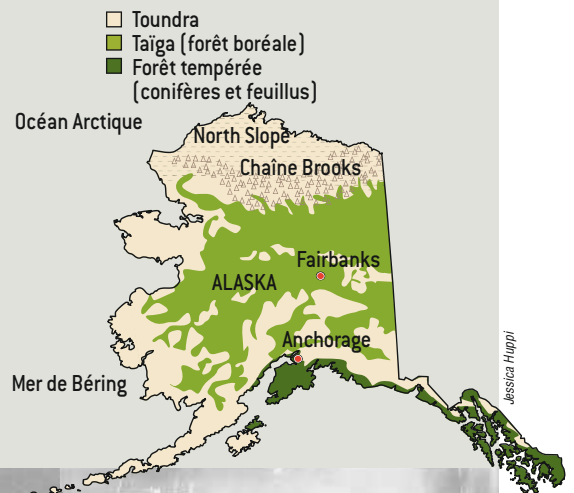


Un projet américain datant de la Seconde Guerre mondiale a permis de disposer de photographies qui nous permettent aujourd'hui de constater que la végétation arctique change. Craignant de manquer de pétrole, le gouvernement américain décida d'explorer le *North Slope*, une zone de neuf millions d'hectares du Nord de l'Alaska (zone en pointillés sur la carte ci-contre). Comme il n'existait aucune carte de cette région, les observateurs de la marine américaine prirent des milliers de photographies de très grande qualité. Ils volaient à basse altitude à bord d'un bimoteur *Beechcraft* (ci-dessous à gauche). Une caméra K-18, longue de près de un mètre (ci-dessous à droite), était installée dans l'ouverture de la porte. Les négatifs, d'environ 23 centimètres sur 46, donneront des images si nettes que des empreintes de sabots d'élans y seront visibles. Des photographies ont été prises dans les années 2000 au-dessus des mêmes sites. En les comparant aux anciens clichés, on a pu constater que la végétation arctique s'était modifiée.



L'AUTEUR



Matthew STURM est chercheur au Laboratoire de recherche et d'ingénierie des régions froides (CRREL), l'un des centres de recherche et développement du Corps des ingénieurs de l'US Army (USACE), à Fairbanks, en Alaska.

de toundra, nous savions que la fertilisation et le réchauffement du sol accélèrent la croissance des arbustes au détriment des plantes non ligneuses, tels les roseaux et les mousses. Des bouleaux nains, par exemple, poussent à hauteur d'homme en quelques années.

6 000 clichés à exploiter

À partir de ces indices expérimentaux, nous estimions qu'en raison du réchauffement de la toundra, le nombre d'arbustes et la biomasse végétale devaient augmenter. Plus au Sud, dans la taïga, la ligne d'arbres avait progressé à la fois vers le Nord et en altitude, d'après des relevés historiques. Nous nous attendions donc à ce que le réchauffement accélère cette tendance.

À cette époque, dans les années 1990, différentes équipes de recherche essayaient de déceler des changements dans la végétation par télédétection satellitaire ou en étudiant des petites parcelles au sol. Avec Chuck (Charles) Racine, Kenneth Tape, deux collègues de Hanover, dans le New Hampshire, et de Fairbanks, en Alaska, nous avons pensé pouvoir apporter de

nouvelles informations sur ces changements en examinant d'anciennes photographies et en les comparant à des prises de vue actuelles. Restait à les trouver !

Un jour, un archiviste nous révéla qu'il avait sur ses étagères des photos aériennes de la marine américaine réalisées dans les années 1940. Ces clichés étaient parfaits pour notre projet, et magnifiques. Et il y en avait plus de 6 000 !

Notre étude a commencé au cours de l'été 2000, axée sur la toundra. La définition de la toundra, avec sa végétation rase et son pergélisol, ne rend pas bien compte de la complexité de cet écosystème. Recouvrant environ cinq pour cent des terres émergées du globe, elle forme un épais tapis de mousses, de lichens et de graminées, parsemé d'autres végétaux, d'arbrisseaux et d'arbres nains. Vu du ciel, cet assemblage ressemble à un tapis pelucheux, vert uni. Au sol, c'est une mosaïque spongieuse. Ce tapis n'est pas plat. Il s'y forme de petits monticules, parfois hauts d'une cinquantaine de centimètres, qui sont souvent instables.

Plus la latitude est élevée, plus la toundra devient clairsemée, jusqu'à ce que les arbustes disparaissent. Même les mousses

et les lichens finissent par laisser place à de vastes zones de sol dénudé, le désert polaire. Inversement, vers le Sud, la toundra est d'abord parsemée de quelques épicéas, puis vient une mosaïque de toundra et de forêt, et enfin la forêt boréale, la taïga. La transition entre les deux écosystèmes peut être abrupte, ou s'étendre sur des dizaines de kilomètres. En Alaska, cette frontière coïncide en grande partie avec le versant Sud de la chaîne Brooks.

Notre étude comparative exigeait donc de nouvelles photographies. En hélicoptère, munis de copies des anciens clichés, nous avons photographié à nouveau plus de 200 zones du *North Slope* au cours de quatre étés. Image après image, nous avons constaté que les arbustes, parfaitement identifiables, étaient plus gros que 60 ans plus tôt. Des bosquets s'étaient étendus dans la toundra là où la taille des arbustes était jadis inférieure à notre limite de détection, soit environ 50 centimètres de haut. Le saule, le bouleau et l'aulne, les trois principales essences de l'Arctique, avaient conquis de nouvelles surfaces et grossi. Des «troupes de choc» formées de ces arbustes avaient envahi les terrasses bordant d'anciennes rivières, colonisant des hectares de territoire en quelques décennies seulement.

L'Arctique arbustif

Sur le terrain, cette transformation s'est vue confirmée. Les arbustes qui apparaissaient comme de petites taches noires sur nos clichés étaient en fait aussi grands qu'un homme. Souvent, ils étaient entourés de groupes d'arbrisseaux, que l'arbuste semblait protéger des vents violents et des tempêtes de neige. En certains endroits, des fourrés impénétrables s'étaient formés. À la fin du deuxième été, après avoir battu la campagne à travers des dizaines de ces fourrés, nous avons qualifié ces zones

d'«Arctique arbustif». Au total, les arbustes s'étaient disséminés sur plus de 200 000 kilomètres carrés en Alaska.

Mais que se passait-il dans la toundra située hors de l'Alaska et dans les forêts de la taïga, plus au Sud ? Pour répondre à cette question, des climatologues ont utilisé les radiomètres embarqués dans les satellites météorologiques de la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). En calculant l'indice de végétation normalisé, ou NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), fondé sur la réflexion par la végétation du rouge et du proche infrarouge, ils ont découvert que la toundra verdissait, autrement dit que sa biomasse augmentait. La composante arbustive de la toundra était donc en expansion.

Cet indice de végétation augmentait davantage en Alaska arctique, à l'Ouest du Canada et en Sibérie, mais aussi en Scandinavie et dans d'autres régions de l'Arctique. D'autres collègues trouvèrent des résultats similaires, tandis que les souvenirs d'habitants de régions arctiques, en Alaska, au Canada et en Russie, confirmèrent que le nombre d'arbustes avait crû sur l'ensemble de l'Arctique.

En comparant les données satellitaires les plus récentes sur le verdissement et nos clichés aériens, nous avons découvert que la toundra compte aussi davantage d'arbrisseaux (dont la taille est inférieure à la limite de photodétection). Ces petits arbustes, situés entre les monticules, sont omniprésents et ont une certaine faculté d'adaptation : leur croissance s'accélère quand les conditions s'améliorent. Ces mini-arbustes étant déjà présents sur une vaste zone, la biomasse croît sûrement plus vite qu'auparavant.

Un tel phénomène de croissance arbustive n'est pas sans précédent. D'après les pollens retrouvés dans des carottes

Petit lexique de l'Arctique

✓ Toundra

Formation végétale de l'Arctique dépourvue d'arbres, caractérisée par une végétation dense et rase. Le sous-sol y est gelé en permanence.

✓ Taïga ou forêt boréale

Forêt caractéristique des régions situées juste au Sud du cercle polaire arctique. Elle ne s'étend pas vers le Nord au-delà d'une température moyenne du mois le plus chaud inférieure à 10 °C. Composée surtout de conifères (pins, épicéas, sapins et mélèzes) et de feuillus (peupliers faux-trembles, bouleaux, saules) le long des cours d'eau, elle constitue le plus vaste écosystème du monde.

✓ Albédo

Fraction de la lumière reçue qui est réfléchi par un corps ou une surface. La neige et la glace, excellents réflecteurs, renvoient dans l'espace, selon leur âge, entre 50 et 90 pour cent de la lumière solaire, limitant ainsi le réchauffement du sol.

2. LA FONTE DU PERGÉLISOL

provoque la formation de ravines typiques d'une morphologie géologique nommée thermokarst. Ces structures, photographiées ici dans les années 1940 par la marine américaine le long de la rivière Colville, sur le flanc Nord de la chaîne Brooks, accumulent de la neige, et influencent le régime hydrologique de la toundra.

