

REGE+

Influence des changements climatiques et environnementaux sur la régénération des forêts

Contexte

Les forêts sont essentielles à l'habitabilité de la Terre et jouent un rôle crucial dans l'atténuation du changement climatique grâce au piégeage du carbone et à l'effet de refroidissement local. Elles constituent également des réservoirs de biodiversité et fournissent un large éventail de services écosystémiques. Pour maintenir ces multiples fonctions, y compris leurs services climatiques, les forêts doivent être continuellement régénérées. Cependant, les forêts européennes, et plus particulièrement les forêts belges, sont confrontées à de nombreuses menaces. Les étés chauds et secs affaiblissent les arbres et les jeunes plants en provoquant des stress hydriques qui, à leur tour, déclenchent des épidémies de ravageurs et de pathogènes. De plus, la gestion des populations de faune sauvage, en particulier les ongulés comme le chevreuil et le cerf, peut avoir un impact significatif sur la dynamique forestière. Les fortes populations de ces herbivores peuvent affecter le développement de la régénération par l'abrutissement, en affectant préférentiellement certaines espèces d'arbres et en modifiant finalement la composition de la forêt au fil du temps. Dans cet environnement incertain et en évolution rapide, les gestionnaires forestiers doivent s'efforcer d'améliorer la résistance et la résilience des forêts. L'une des solutions envisageables est l'établissement de peuplements inéquiennes et mixtes. Le mélange d'espèces d'arbres aux caractéristiques fonctionnelles contrastées offre un large éventail de réponses à divers stress, améliorant ainsi la capacité d'une forêt à se rétablir après des perturbations.

La diversification des forêts, tant en termes d'âge que de composition des espèces, repose fondamentalement sur la régénération. C'est grâce à elle que la composition des espèces d'arbres et la structure de la forêt peuvent être modifiées. Or, la régénération est complexe ; elle résulte de l'interaction de plusieurs facteurs, dont les caractéristiques de la forêt, les pratiques sylvicoles, les perturbations naturelles, la pression exercée par les populations d'ongulés et les conditions climatiques. Promouvoir la régénération est donc essentiel et sous-tend tout effort significatif en faveur de la diversification des forêts.

Objectifs

L'objectif du projet REGE+ était de développer un outil intégré permettant de tester diverses stratégies de régénération forestière tout en tenant compte de l'évolution du climat local et des différents niveaux de densité d'ongulés. Des expériences de simulation ont été menées à travers plusieurs scénarios climatiques et études de cas (5 peuplements de feuillus représentatifs devant être régénérés au cours des 40 prochaines années) afin de tester diverses stratégies de régénération et de gestion de la faune. Après concertation avec les parties prenantes (propriétaires forestiers privés et publics, gestionnaires et chasseurs), trois itinéraires sylvicoles ont été retenus : Business As Usual (BAU), qui consiste à maintenir un peuplement équienne et à le régénérer selon la méthode des coupes progressives en limitant les interventions dans les cohortes de régénération ; Oak Regeneration (OAK), identique à BAU mais favorisant la régénération du chêne sessile par des éclaircies ciblées ; Diversification (DIV), visant à améliorer à la fois la composition du peuplement et

la diversification structurelle en s'appuyant sur la régénération naturelle et les plantations d'enrichissement.

Méthodologie

Pour réaliser les simulations, la version originale de HETEROFOR a été améliorée afin d'intégrer des processus tels que l'embolie, les impacts des ongulés et la séquestration du carbone dans le sol et les produits forestiers. Elle fournit également aux utilisateurs divers outils permettant d'exporter les résultats, comprenant notamment des indicateurs de la production de bois, de la rentabilité, de la biodiversité, ainsi que du bilan et du stockage du carbone. En outre, une procédure de désagrégation a été développée pour permettre au modèle de convertir les données météorologiques journalières en données horaires.

Des données spécifiques étaient indispensables pour calibrer et valider ces nouvelles fonctionnalités du modèle HETEROFOR. Alors que la plupart des données étaient disponibles, nous avons également collecté des informations supplémentaires sur la croissance des jeunes arbres et la hauteur des perches, l'impact de l'abroustissement par les ongulés et les effets de la réduction des précipitations sur la croissance. La dynamique de régénération a été suivie sur le terrain dans des forêts de feuillus et de conifères. Les dommages causés par les ongulés ont été suivis à l'aide d'un vaste réseau d'enclos-exclos. Une expérience de limitation des pluies a aussi été menée pour évaluer les effets de la réduction de la teneur en eau du sol sur la croissance des semis.

Avant de lancer les simulations avec HETEROFOR, nous avons corrigé les projections du modèle climatique CMIP6 et défini les stratégies sylvicoles ainsi que les densités de population d'ongulés à utiliser.

Résultats

Les projections climatiques pour le 21^{ème} siècle sont issues de plusieurs modèles de circulation générale (MCG) utilisés dans le cadre de l'initiative CMIP6. Ces projections sont basées sur les derniers scénarios approuvés par le GIEC, connus sous le nom de Trajectoires Socio-économiques Partagées (Shared Socioeconomic Pathways, SSP) : SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 et SSP5-8.5.

Pour réduire les biais des modèles, nous avons appliqué deux techniques de correction : la mise à l'échelle simple et ISIMIP3BA. Cette dernière utilise la cartographie paramétrique des quantiles et a permis d'ajuster efficacement les biais sur l'ensemble de la distribution des variables climatiques.

Sur base des projections climatiques corrigées pour les biais, les forêts de Wallonie devraient connaître des conditions plus sèches et des températures plus élevées durant les mois d'été. Ces tendances s'accroissent dans les scénarios climatiques les plus sévères. L'impact combiné de ces facteurs de stress est susceptible d'accroître la vulnérabilité des forêts, car les projections indiquent un chevauchement plus important entre les vagues de chaleur et les sécheresses, ainsi que des épisodes de sécheresse de plus longue durée.

L'évaluation a porté sur la capacité de chaque stratégie sylvicole à maintenir les services écosystémiques et à renforcer la résilience de la forêt sous les effets conjugués du changement climatique et de l'abroustissement des ongulés. En l'absence de pression des ongulés, la stratégie DIV (Diversification) se distingue par plusieurs atouts, notamment en matière de biodiversité, de résilience, de productivité et de rentabilité, surpassant les deux autres approches sylvicoles.

Cependant, la stratégie DIV a affiché les performances les plus faibles en matière de stockage du carbone, tandis que la stratégie BAU (Business As Usual) a fourni les valeurs les plus élevées pour cet indicateur. La stratégie BAU a également enregistré les niveaux les plus élevés de résistance au vent, tout en obtenant les résultats les plus faibles en termes de recrutement d'arbres et de biodiversité. En revanche, la stratégie OAK se distingue à la fois de la stratégie DIV et de la stratégie BAU, avec une résistance au vent et une rentabilité moindres, et des valeurs généralement intermédiaires pour les autres indicateurs.

Un autre résultat clé de l'expérience de simulation est l'influence significative, et souvent prépondérante, des conditions du site sur les indicateurs évalués. Les caractéristiques spécifiques du site, et en particulier les attributs initiaux du peuplement tels que la composition des espèces, la complexité structurelle et la densité du peuplement, jouent un rôle essentiel dans la dynamique future du peuplement, la fourniture de services écosystémiques et la résilience globale de la forêt. Le fait que l'influence des caractéristiques initiales du peuplement persiste tout au long de la simulation, même si elle diminue avec le temps, met en évidence l'importante inertie des écosystèmes forestiers. La sylviculture joue un rôle crucial dans la transformation des forêts en écosystèmes plus résilients, en les préparant à mieux résister aux changements et aux perturbations futurs, même si ces transformations prennent du temps. En outre, les stratégies sylvicoles les plus efficaces varient d'un site à l'autre, soulignant ainsi l'absence de solution unique.

Nos résultats mettent en évidence l'influence substantielle et souvent sous-estimée de la pression exercée par les ongulés sur la dynamique des forêts. À des densités élevées, les ongulés ont systématiquement réduit la productivité, la résilience et la durabilité économique dans tous les scénarios climatiques et de gestion. Leur impact était au moins aussi important que les effets du changement climatique pour la plupart des indicateurs de performance. Les scénarios OAK et DIV étaient notamment particulièrement vulnérables à l'abrutissement, avec des échecs fréquents de la régénération observés sous une pression intense. En revanche, le scénario BAU n'a guère été affecté, probablement en raison de sa dépendance à l'égard d'espèces moins appréciées par les ongulés. Ces résultats suggèrent que, dans les zones où la densité d'ongulés est élevée, les efforts de diversification peuvent être sérieusement compromis, car la pression d'abrutissement entrave la réussite de la régénération et augmente les coûts de protection. Une gestion efficace des ongulés est donc essentielle pour garantir la faisabilité et le succès des stratégies sylvicoles adaptatives, en particulier celles qui visent à améliorer la diversité et la résilience des forêts.

Le projet a également permis d'évaluer les répercussions économiques des ongulés et leur influence sur la dynamique forestière. L'analyse d'un large échantillon d'enclos-exclos a montré que la croissance en hauteur des semis de hêtre et d'épicéa commun est en moyenne peu affectée par l'abrutissement des ongulés. En revanche, la croissance en hauteur des autres espèces mélangées (bouleau, sorbier, chêne, charme et érable) a été clairement affectée. Leur croissance a été réduite de 54 à 83 %. Comme la plupart de ces espèces sont supposées être plus résistantes aux conditions climatiques futures que le hêtre et l'épicéa, la pression des ongulés est considérée comme une menace réelle pour l'adaptation de la forêt à ces conditions futures. De plus, une fois que les arbres ont atteint une circonférence de 20 à 40 cm, le cerf peut produire des dégâts d'écorçage. En moyenne, les dégâts d'écorçage réduisent les revenus de 19%, soit un coût de 2 647 €/ha

(53 €/ha/an). Les résultats ont permis d'identifier les principaux facteurs affectant localement ce coût, à savoir la fertilité du peuplement, les interventions sylvicoles et le taux d'écorçage.

Conclusions

En mettant en évidence la vulnérabilité des écosystèmes forestiers au changement climatique et en quantifiant les coûts et les avantages de diverses stratégies d'adaptation, le projet fournit des données précieuses pour éclairer les orientations politiques futures.

Notre projet anticipe le déclin potentiel des peuplements de feuillus, en particulier des forêts de hêtres, qui pourraient souffrir de plus en plus d'un dépérissement important dans des conditions climatiques changeantes. Grâce à des essais expérimentaux et à des analyses comparatives, nous avons évalué l'efficacité de diverses stratégies sylvicoles préventives visant à renforcer la résilience de ces écosystèmes. Cette approche proactive fournit une base scientifique pour les politiques forestières futures qui pourraient s'inspirer des scénarios testés dans le cadre de cette recherche.

De plus, nos résultats identifient clairement les coûts écologiques et économiques associés à la surpopulation de cervidés, notamment à cause de l'écorçage et des dommages causés par l'abrutissement. Ces pressions menacent non seulement la régénération des forêts, mais compromettent également la capacité d'adaptation des écosystèmes forestiers face au changement climatique. Ces informations sont très pertinentes pour le programme régional de gestion des forêts.

Mots-clés

Changement climatique, pression des ongulés, régénération forestière, gestion forestière, diversification, services écosystémiques, résilience, modélisation forestière, simulation