

Compte-rendu Atelier TGIRT sur l'adaptation des forêts aux changements climatiques

Mot de bienvenue Guillaume Berger-Richard

Guillaume Berger-Richard rappelle que l'objectif de l'atelier est d'en venir à adapter les VOIC.

Mot de bienvenue Annie Malenfant

Annie Malenfant souligne les dix ans des premiers VOIC, présente les objectifs et le déroulement de l'atelier. Les objectifs sont les suivants :

- Évaluer les effets des changements climatiques sur les écosystèmes régionaux
- Évaluer les vulnérabilités et les occasions liées aux changements climatiques
- Fournir à la TGIRT du matériel pour nourrir la réflexion sur la refonte des VOIC

Conférence de Catherine Périé : Portrait climatique régional et projections futures

Catherine Périé explique les liens écosystème-climat, ainsi que les effets directs et indirects (sur le régime de perturbation) déjà observables. Par exemple, une augmentation de température annuelle moyenne d'un degré est déjà observée par rapport à la période de 1960.

Une augmentation des températures est à prévoir, mais surtout, une augmentation de la vitesse à laquelle se produit le réchauffement. Le réchauffement prévu sera inégal à l'échelle de la planète, davantage marqué aux pôles et sur terre, par rapport aux océans. Une augmentation de deux degrés correspond par exemple chez nous à une augmentation de quatre degrés.

La conférencière explique que le passé n'est plus garant de l'avenir; les experts doivent donc simuler le futur pour prévoir les conditions à venir. Tous les modèles ont une certitude en commun : le climat va se réchauffer. La trajectoire des différents modèles prédit l'ampleur de ce changement à venir.

Il existe une incertitude liée aux modèles, mais celle-ci est de loin inférieure à l'incertitude liée à la trajectoire d'émission (comment l'humanité va se comporter en termes d'émissions). Pour pallier les incertitudes propres à chaque modèle, un ensemble de modèles est toujours utilisé.

Catherine Périé présente les concepts liés aux simulations du climat. Un RCP est un scénario de changements climatiques selon un niveau de gaz à effet de serre émis. Les RCP qui seront utilisés dans le cadre de l'atelier sont les RCP 4.5 et 8.5. Un SSP correspond au nouveau format de scénarios dorénavant utilisés par les experts. Un SSP est un scénario lié à une trajectoire socio-économique, et donc à une série d'action ayant un effet sur le niveau de gaz à effet de serre émis. Présentement, les experts estiment que le scénario SSP3 - 7.0 est le plus probable. Les analogues climatiques permettent de visualiser à quelle région actuelle du monde le climat futur de la Gaspésie ressemble.

Avec le réchauffement climatique, les experts prévoient aussi une augmentation de la fréquence des événements extrêmes. Avec le réchauffement actuel, ces événements extrêmes sont déjà observés trois fois plus souvent qu'à la période de référence. Avec le réchauffement climatique, ces événements deviennent la norme, puisqu'il est estimé qu'ils surviendront six années sur dix. De plus, ces événements seront non seulement plus fréquents, mais également plus sévères. Une augmentation des émissions correspond à une augmentation de l'énergie disponible dans le système climatique. Avec une augmentation des émissions, les événements climatiques devraient devenir plus chaotiques et plus de variabilité interannuelle devrait être observée.

L'outil CLIMAT permet de visualiser l'ampleur des changements à venir pour le territoire forestier québécois. Les résultats, sous forme de cartes, de graphiques ou de tableaux se déclinent en fonction de différentes échelles spatiales (p. ex. les multiples niveaux du système de classification écologique du territoire, des régions forestières, des unités d'aménagement, etc.). Catherine Périé recommande de consulter l'outil *Portrait climatique* d'Ouranos, qui correspond à l'outil CLIMAT développé par Catherine Périé, mais qui est accessible en ligne. L'outil CLIMAT n'est accessible qu'au ministère. Il a toutefois l'avantage de présenter les données selon les découpages d'usage en aménagement forestier, par exemple l'unité d'aménagement ou la région écologique.

La conférencière explique qu'un scénario s'applique à une région (différentes échelles spatiales disponibles) pour une période donnée (par exemple 2040-2070 ou 2070-2100) (parfois aussi pour une saisonnalité donnée) et qu'il présente un indice climatique (par exemple la température estivale, le nombre de degrés jour, etc.).

Une attention doit être portée à la période de référence, car plus elle est rapprochée d'aujourd'hui, plus elle intègre déjà une portion de réchauffement déjà observé et donc, moins l'écart semble important.

Parmi les messages clés à retenir :

- Le climat change et le climat futur sera différent des climats récents.
- Plusieurs dizaines de simulations climatiques existent et aucune n'est meilleure qu'une autre. Il faut travailler avec des ensembles de simulations.
- Il existe trois grandes sources de variabilité, mais la plus grande demeure celle liée à la projection d'émission de gaz à effet de serre.
- Le changement climatique est calculé à partir de valeurs simulées. Il faut porter une attention particulière à la façon de le calculer et à la période de référence.

Quelques constats faits rapidement pour la Gaspésie en observant les résultats de simulations présentés :

- Une augmentation de température moyenne annuelle de deux à quatre degrés est prévue. L'hiver devrait se réchauffer plus que l'été.
- Les changements dans le régime de précipitations (mm) sont plus difficiles à prévoir, mais les simulations présentent des augmentations de 6 à 14 mm, ce qui semble faible par

- rapport à l'augmentation de température. L'accumulation de neige devrait être moins importante.
- L'indice de précipitations et d'évapotranspiration normalisé (SPEI) est une forme de bilan hydrique. C'est un indicateur sans unité basé sur l'écart-type. Le SPEI de mai à septembre serait plus élevé dans le futur, donc plus sec que la période de référence. Avec le RCP 8.5, une différence de 2 à 3 écart-type est prévu.
 - Certaines variables climatiques ont des prévisions qui varient en fonction des zones de la Gaspésie

Conférence de Catherine Périé : Vulnérabilité des essences forestières à l'effet direct des changements climatiques

La période de référence utilisée dans les modèles présentés par Catherine Périé est celle couvrant de 1961 à 1990.

Le premier modèle présente les effets anticipés des changements climatiques sur l'accroissement en surface terrière des principales essences forestières. Ce modèle a été préparé initialement par Loïc D'Orangeville, puis retravaillé à la demande du MRNF.

Le deuxième modèle présente les effets anticipés des changements climatiques sur l'habitat des essences forestières. La rapidité à laquelle les changements surviennent peut causer des problèmes aux essences en place. Le climat se déplace (320 km/siècle) environ 10 fois plus vite que les essences (19 à 25 km/siècle) sont en mesure de le faire. Une espèce qui n'est pas en mesure de s'adapter est vouée à disparaître. La migration assistée pourrait aider à contourner en partie cette situation. Il est aussi possible que les essences puissent s'adapter si les conditions climatiques à venir ne sont pas trop éloignées des conditions actuelles.

Catherine Périé nous présente la théorie du déplacement des conditions d'habitat vers le nord. Le bord d'attaque se situe du côté nord de l'aire de répartition d'une espèce et les essences qui voudraient migrer vers le nord peuvent y subir un stress lié au froid. De ce côté, on parle d'expansion de l'aire de répartition. Le bord de fuite se situe du côté sud de l'aire de répartition d'une espèce et les essences en place pourraient y subir un stress hydrique. On parle à cet endroit d'une contraction de l'aire de répartition.

L'habitat représenté en rouge sur les cartes présentées correspond à un habitat défavorable, ce qui signifie que l'espèce ne devrait même plus y être présente. Pour faciliter l'interprétation des risques, Catherine propose d'identifier les espèces pour lesquelles, à court terme (horizon 2040-2070), avec un scénario optimiste (4.5), des problématiques sont observées. Ce sont là que les risques sont les plus élevés et qu'il y a urgence d'agir.

Catherine Périé répond à une question en précisant que les modèles présentés n'intègrent que des variables climatiques. Ils n'intègrent pas d'information en lien avec les insectes et maladies, les perturbations, les types de dépôts de surface (sol), etc. Il n'est pas non plus possible de faire de lien entre les conditions d'habitat présentées et la croissance des essences en question. Il faut interpréter l'habitat comme un signe de la présence de l'espèce.

Catherine Périé indique qu'un modèle présentant les effets anticipés des changements climatiques sur la composition des peuplements actuellement sur pied est en préparation et sera bientôt disponible.

Conférence de Isabelle Aubin : Risques associés à la sécheresse et risques associés aux ravageurs exotiques

Les épisodes de sécheresse sont un phénomène mondial, les zones semi-arides étant plus susceptibles. Les prévisions des changements climatiques indiquent des épisodes de sécheresse plus fréquents, plus intenses et de plus longue durée. Cependant, la sécheresse est un phénomène climatique difficile à bien prédire à l'échelle régionale.

La vulnérabilité se définit selon trois composantes :

- L'exposition, soit le degré de changement environnemental que connaîtra un individu
 - La sensibilité, soit le degré auquel cet individu risque d'être affectée par ce changement
- Les impacts des changements climatiques dépendent de la combinaison de l'exposition et de la sensibilité.
- La capacité d'adaptation, soit la capacité de tolérer ou de s'acclimater aux changements environnementaux

La capacité de migration d'une espèce limite sa capacité à suivre le déplacement de sa niche climatique.

Gaspésie n'est pas un point chaud au niveau des risques de sécheresse à l'échelle du Québec et du Canada. C'est une région qui sera moins exposée à la sécheresse en raison de la combinaison d'une température prévue plus chaude et d'une quantité de précipitations légèrement plus élevée. En conséquence, l'indice d'humidité climatique (CMI) demeure similaire selon les prévisions. Toutefois, les différences de topographie, de versant, de texture du sol pourraient influencer la réponse à ces changements climatiques. De plus, les prévisions semblent indiquer un risque plus important en juillet (possibilité de plus d'épisodes de sécheresse et d'échec de régénération en juillet).

Catherine Périé précise qu'on parle généralement de la sécheresse, mais qu'on devrait parler des sécheresses, puisqu'il existe plusieurs types de sécheresses. En effet, le phénomène ne concerne pas seulement l'eau dans le sol; il peut également provenir de l'air sec, qui demande une plus forte évapotranspiration.

Sensibilité

Certaines espèces sont plus sensibles que d'autres à la sécheresse. Les espèces tolérantes à la sécheresse sont plus fréquemment retrouvées dans des conditions plus exposées, mais elles peuvent ne pas être adaptées à une sécheresse plus intense.

Également, l'impact des changements dans les conditions hydriques se vit à l'échelle de l'individu. Ainsi, un individu situé dans une cavité a accès à plus d'eau que son voisin de la même espèce et peut donc avoir des racines plus « paresseuses » qui le rendent plus susceptibles à la sécheresse.

Les espèces ont différentes stratégies pour faire face au stress hydrique. Isabelle Aubin présente des outils décrivant la vulnérabilité et les stratégies des espèces face à la sécheresse. Ceux-ci sont disponibles en ligne.

Selon l'outil d'évaluation de la vulnérabilité des forêts (disponible en ligne), en Gaspésie, même en 2071-2100, peu d'espèces se retrouvent en dehors de leur niche hydrique. Le risque concerne peu de biomasse, mais est représenté par des espèces très sensibles.

Ravageurs

Les échanges commerciaux favorisent l'introduction de ravageurs exotiques. Isabelle Aubin fait un tour d'horizon de plusieurs ravageurs et insectes exotiques.

La maladie corticale du hêtre entraîne un fort dépérissement du hêtre à grandes feuilles. Des intervenants régionaux indiquent que la maladie est présente à Pointe-à-la-Garde et que le hêtre en Gaspésie est surtout localisé dans la vallée de la Matapédia.

Le transport de bois de chauffage infesté a largement contribué à la progression très rapide de l'agrile du frêne. Les intervenants régionaux indiquent que l'insecte a été détecté l'an passé à St-Omer dans la baie des Chaleurs. Près de 100 % de mortalité est observé lorsqu'il y a infestation. Un taux de survie de 32 % des gaules a été observé, mais les arbres ne se rendent pas à maturité. Ce sont les rejets de souche qui permettent dorénavant à l'espèce de se maintenir dans le paysage. Le frêne noir semblerait mourir plus facilement et faire moins de rejets de souches suite à une infestation. De bons succès ont été observés jusqu'à présent avec des guêpes parasitoïdes (essais expérimentaux).

Le dendroctone du pin représente un risque surtout pour le pin gris et le longicorne asiatique représente une menace pour l'industrie acéricole.

Isabelle Aubin présente une carte sommaire de 14 ravageurs exotiques en expansion au Canada. Ceux-ci causent de la mortalité chez 29 espèces d'arbres sur 35 espèces présentes. En Gaspésie beaucoup de biomasse en sera affectée selon les prévisions, avec un niveau de sévérité de faible à moyen. Les frênes, pruches et noyers sont à risque d'extinction fonctionnelle, le pin est aussi à risque si le dendroctone se rend dans la région. Avec l'arrivée potentielle du longicorne asiatique, près de 5 M de tonnes de biomasse de plus seraient affectées au Canada.

Isabelle Aubin fait un survol des travaux de Carine Anneco, du Crecq, et de Samuel Royer-Tardif, du CERFO. Carine Anneco a compilé les cotes de sensibilité puis les a combinées à une évaluation de l'exposition pour en faire une carte de risques. Samuel Royer-Tardif a produit un portfolio de mesures d'adaptation (Royer-Tardif et al. Forests. 2021, 12, 273).

Isabelle Aubin conclut en rappelant que deux inconnues demeurent, soit le scénario d'émissions, ainsi que la capacité d'adaptation des espèces, qui est très peu connue.

[Conférence de Pierre Therrien : Effets attendus des changements climatiques sur les dommages causés par les ravageurs forestiers](#)

Pierre Therrien propose de se concentrer sur un nombre restreint de ravageurs dans un contexte de changements climatiques. Il présente la situation de deux ravageurs forestiers déjà présents sur le territoire forestier gaspésien, soit la tordeuse des bourgeons de l'épinette et l'arpenreuse de la pruche.

Tordeuse des bourgeons de l'épinette

La tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) engendre des épidémies qui sont périodiques (environ 30 ans), de longue durée (environ 15 ans) et qui se terminent sous l'effet combiné de la détérioration de la forêt (moins de nourriture disponible) et d'ennemis naturels. Les espèces affectées sont le sapin baumier, les épinettes blanche, rouge, de Norvège et noire, la pruche, les pins et le mélèze laricin. La mortalité peut apparaître après 5 ans de défoliation grave sur le sapin et 7 ans sur l'épinette blanche. Dans un contexte de changements climatiques, les simulations prévoient un déplacement de l'aire de distribution de la TBE vers le nord, mais avec une persistance de la limite sud de l'aire de distribution, ainsi qu'une réduction de la fréquence de défoliation au centre de la distribution historique. L'impact de cet insecte devrait tout de même demeurer non négligeable à l'avenir, puisque les essences seront plus vulnérables, puisque stressées. Il semblerait que les conditions au sud (États-Unis) soient déjà moins favorables pour l'insecte qu'elles ne l'ont déjà été.

Le taux de reproduction de trois parasitoïdes de la TBE dans un contexte de changements climatiques a été évalué. Le premier parasitoïde étudié devrait être moins présent en Gaspésie, le deuxième devrait voir ses conditions d'habitat s'améliorer légèrement et le troisième devrait être un peu plus présent dans le futur dans le sud de la Gaspésie. Pierre Therrien explique cependant qu'il existe une trentaine de parasitoïdes de la TBE et que l'effet combiné de ceux-ci dans un contexte de changements climatiques est difficile à prévoir. Il pourrait aussi y avoir des changements de dynamique des ennemis naturels, ainsi que dans la mortalité des peuplements causée par l'insecte via les effets du climat sur les essences hôtes. Une augmentation de la vulnérabilité de l'épinette noire est possible. Des effets indirects sur le régime de feu pourraient avoir lieu puisque les peuplements morts sont plus susceptibles aux incendies.

Arpenreuse de la pruche

Cet insecte affecte à peu près les mêmes essences que la TBE. Les épidémies durent en général environ 3 ans et se produisent localement. Régionalement, une épidémie peut s'étaler sur 5 à 6 ans (échelle du paysage). La mortalité peut survenir après un an de défoliation. La fréquence des épidémies est moins élevée que celles de la TBE. Les épidémies se terminent sous l'effet combiné de l'état de la forêt, des conditions météorologiques et des ennemis naturels

Les stress hydriques et les étés chauds et secs favorisent l'insecte, mais ont un effet négatif sur l'éclosion des oeufs. Les températures froides et élevées influencent négativement la reproduction de l'arpenreuse de la pruche. Les vagues de chaleurs hivernales pourraient réduire la survie des œufs et ce, de façon plus marquée au sud de la province qu'au nord (Natashquan). Plus les œufs d'arpenreuse de la pruche sont soumis à des températures élevées de façon prolongée, plus la mortalité des larves dans les œufs est élevée et moins le pourcentage d'éclosion est élevé. Dans le futur, si un désynchronisme survient entre l'éclosion des œufs et la période d'élongation des pousses, il risque d'y avoir un effet négatif sur l'insecte.

Les changements climatiques auront probablement les effets suivants : déplacement de l'aire de distribution vers le nord sans contraction au sud, effets positifs sur la survie des larves et effets négatifs sur la reproduction, changements dans la dynamique des populations (effets des ennemis naturels), changements dans la mortalité de peuplements causés par l'insecte via les effets du climat sur les essences hôtes et les biotypes ne réagiront probablement pas de la même façon.

Maladies

Les changements climatiques pourraient avoir des effets directs sur les maladies affectant les arbres. Il est possible de s'attendre à une croissance et une reproduction accrues de celles-ci, à des modifications au taux de transmission, de dispersion et d'infection et à des modifications à la survie hivernale.

Les changements climatiques pourraient aussi avoir des effets indirects sur la valeur nutritive des arbres pour les maladies, sur l'allocation des ressources et sur la susceptibilité des hôtes. Ils pourraient également avoir des effets sur la distribution, le cycle vital et la phénologie des insectes vecteurs, ainsi que sur la distribution des hôtes primaires et secondaires.

Message clé

Des informations sont seulement disponibles sur les principaux insectes ravageurs, soit :

- Tordeuse des bourgeons de l'épinette
- Arpenteuse de la pruche
- Livrée des forêts
- Spongieuse européenne

Les insectes peuvent s'adapter plus rapidement que les espèces hôtes. Par exemple, les insectes ont une plasticité phénologique (nombre de stades, tolérance aux températures froides), une capacité d'évolution rapide (grande capacité de reproduction, générations courtes) et une grande capacité de dispersion (naturelle ou assistée).

Le stress accru sur les essences forestières favorisera les insectes secondaires.

Plusieurs espèces exotiques envahissantes sont aux portes du Québec et la direction de la protection des forêts en surveille plusieurs :

- longicorne brun de l'épinette
- dendroctone méridional du pin
- puceron lanigère de la pruche
- longicorne asiatique
- fulgore tacheté
- flétrissement du chêne

Il y a une grande probabilité de migration vers le nord des aires de distribution des insectes. Cette migration sera limitée par l'aire de distribution de ses hôtes. Il faut donc se méfier des insectes qui ont une grande variété d'hôtes. Si l'aire de distribution d'un insecte occupe une bande étroite, il y aura probablement une régression au sud. Si l'insecte est présent aux États-Unis sur les mêmes essences, l'effet pourrait être similaire au Québec dans le futur.

En terminant, Pierre Therrien conseille de consulter les entomologistes et les pathologistes.

Conférence de Marie-Andrée Vaillancourt : Concepts d'adaptation aux changements climatiques en conservation de la biodiversité

La présentation de Marie-Andrée Vaillancourt présente les effets des changements climatiques sur la biodiversité faunique, les concepts liés à l'adaptation aux changements climatiques, les grands types de mesures d'adaptation illustrés par des exemples concrets, ainsi que des perspectives et astuces.

Elle explique en introduction que la crise climatique et la crise de la biodiversité sont des enjeux interreliés.

La conférencière rappelle certains éléments issus du dernier rapport du GIEC. Les changements climatiques et les événements climatiques extrêmes ont déjà causé des impacts sur la société et la nature. Des options réalistes et efficaces existent, mais leur efficacité sera réduite si un scénario pessimiste se concrétise. De 30 à 50 % des grands écosystèmes devraient être placés en conservation selon le GIEC et selon la COP15.

Le Plan pour une économie verte du gouvernement comprend un volet portant sur la protection de la biodiversité, ce qui permet le déploiement de certaines actions.

Le climat explique en grande partie la répartition des espèces fauniques et de plusieurs composantes de leur habitat. Il existe un gradient nord-sud de richesse spécifique. Ainsi, beaucoup de gains potentiels en biodiversité sont possibles au Québec, puisque ce territoire est couvert par des écosystèmes nordiques.

Le climat a des effets directs sur la phénologie et le métabolisme des espèces, ainsi que sur la prévalence des maladies et des parasites. Le climat a aussi des effets indirects sur l'habitat et la disponibilité en nourriture et en abri, sur le régime hydrique des milieux aquatiques, humides et côtiers, sur le régime de perturbations naturelles, sur la présence d'un couvert de neige (pour que les espèces animales puissent se déplacer, se nourrir, se cacher). Par ailleurs, d'autres éléments influencent les espèces animales et leur habitat, telles que les relations prédateurs-proies, la composition végétale, etc.

Il existe deux options d'adaptation pour les espèces animales : s'acclimater ou se déplacer.

Il est possible que l'on observe dans le future une aggravation de certaines menaces pour les espèces animales. Celles-ci pourraient être causées par les effets des changements climatiques additionnels ou synergiques aux menaces actuelles. Une mésadaptation au climat dans le sud des aires de répartition (ex. poisson d'eau froide, espèce en situation précaire) est aussi probable pour plusieurs espèces.

L'atténuation aux changements climatiques consiste à réduire ou prévenir les émissions de gaz à effet de serre (GES) ou à favoriser leur séquestration en renforçant l'efficacité des puits de GES.

L'adaptation correspond à un ajustement aux effets des changements climatiques actuels ou anticipés. Il s'agit de réduire ou d'éviter les effets négatifs des changements climatiques et en exploiter les bénéfiques s'il y a lieu.

L'adaptation peut se déployer selon trois stratégies, soit la résistance, la résilience (garder les écosystèmes fonctionnels) et la transition (changer nos façons de faire, adapter nos écosystèmes, gérer le changement).

À long terme, la résistance coûte de plus en plus cher. La résilience, elle, a des coûts plutôt stables, et représente une option moins risquée. La transition coûte cher à court terme, mais est facilitante plus le temps avance.

Marie-Andrée Vaillancourt souligne l'importance de développer des outils de gestion des risques et de gestion adaptative.

Les options d'adaptation se déclinent selon quatre champs d'action : 1) gestion et conservation des espèces et populations, 2) protection et gestion des milieux naturels, 3) planification et surveillance, 4) politiques, lois et gouvernance.

Voici quelques exemples de mesures d'adaptation présentées :

- Atténuation des menaces autres que celles liées au climat, maintenir ou restaurer des attributs profitables à un grand nombre d'espèces.
- Augmentation de la superficie du réseau d'aires protégées (représentativité et redondance), qui sont des témoins des changements en cours et contribuent à l'atténuation.
- Maintien ou restauration de la connectivité et des fonctions écosystémiques.
- Renforcer les mesures qui assurent le libre passage des espèces terrestres et aquatiques.
- Adaptation aux changements climatiques des plans de gestion. Adaptation des programmes de suivi pour valider les hypothèses de changements et bonifier les modèles.

Marie-Andrée Vaillancourt indique que des analyses de vulnérabilité de certaines espèces sont en cours. La priorité a d'abord porté sur les espèces à statut précaire, puis elle concernera ensuite les espèces d'intérêt économique.

En concluant, la conférencière indique que le déploiement de mesures d'adaptation peut demander un gradient d'efforts :

- Mêmes actions (les changements climatiques renforcent leur importance)
- Ajustements mineurs (pour améliorer l'efficacité des actions)
- Ajustements majeurs

Classer les actions en fonction des efforts à déployer permet de dégrossir la tâche à accomplir et de prendre le dossier une gorgée à la fois.

Marie-Andrée Vaillancourt recommande d'identifier les actions sans regret, de prioriser les enjeux et d'axer les réflexions concernant les mesures d'adaptation sur ceux-ci.

Conférence de Sylvie Carles : Migration assistée et amélioration génétique

Sylvie Carles explique la notion de provenance génétique. La provenance est le lieu où se trouve le peuplement, naturel ou artificiel, dans lequel ont été récoltées les semences. Elle désigne l'origine géographique des semences. À l'intérieur même de l'aire de distribution d'une espèce,

les conditions de croissance peuvent être très variées (p.ex. date du dernier jour de gel, précipitations). L'adaptation aux conditions climatiques se fait par sélection naturelle, qui résulte en une différenciation génétique entre provenances. Les différences de provenances expliquent 25 % de la variation de la survie dans une plantation d'épinette blanche de 25 ans (Hall 1986). La recherche sur les provenances vise principalement à évaluer les tendances géographiques de la variation naturelle (Source : « L'amélioration génétique des arbres au Québec » 2000. Gouvernement du Québec. 21p.) Un essai de provenances est une plantation comparative dans laquelle des plants issus de semences de diverses régions sont cultivées dans des conditions similaires.

Sylvie Carles nous présente un exemple où 63 provenances du Québec et de l'Ontario ont été plantées sur 3 sites au Québec. Des différences de hauteur, de nombre de branches, de dates d'aoûtement et de débournement ont été observées. Ces caractéristiques varient avec la latitude et la longitude et la sélection naturelle s'opère en faveur d'une meilleure adaptation à l'environnement. Le déficit de pression de vapeur, l'indice d'aridité et les degrés-jours de croissance sont les variables climatiques qui expliquent le mieux la différenciation de l'épinette blanche.

Sylvie Carles explique la notion de verger à graines et de territoire d'utilisation. Un verger à graines est une plantation d'arbres sélectionnés génétiquement aménagée de façon à faciliter la récolte de semences. Elle est isolée pour limiter la contamination pollinique. Toutes les essences les plus reboisées au Québec sont représentées dans les vergers à graines. Il existe 63 vergers à graines et 40 supplémentaires sont à établir d'ici 2034.

Chaque verger (source de semences) a un territoire d'utilisation précis et sécuritaire, qui est respecté au moment de l'allocation des semences et du déploiement des plants. Le territoire d'utilisation de certaines essences résineuses ayant bénéficié de recherches en amélioration génétique a été défini par modélisation mathématique.

Les essences forestières sont génétiquement adaptées à leur climat et sont capables de s'adapter à un climat qui évolue, mais la vitesse des changements climatiques est de 10 à 100 fois trop rapide pour la capacité des arbres. La migration assistée pourrait contribuer à répondre à cet enjeu. La migration assistée consiste à déplacer des espèces ou des populations dans des habitats où les conditions climatiques à venir pourraient leur être plus favorables.

Plusieurs types de migration assistée peuvent être envisagés. Le moins risqué est le déplacement au sein de l'aire de répartition d'une essence pour minimiser les risques de mésadaptation génétique dans le futur. Il est important de maximiser la survie des arbres dans les premières années, puisque s'il ne survit pas, il ne sert à rien qu'un arbre soit adapté au climat qui prévaudra dans 30 ans. Ensuite, le déplacement au nord de l'aire de répartition est davantage risqué. Cette option est analysée au cas par cas par la direction de l'expertise et de la coordination, qui émet ensuite un avis favorable ou défavorable. Sylvie Carles rappelle que les plants produits et financés par le ministère doivent être utilisés pour établir des plantations productives destinées à la production de matière ligneuse. Enfin, le troisième type de migration assistée, qui est le plus risqué, consiste à déplacer des espèces pour les introduire dans des régions où elles ne sont pas présentes, mais où les conditions climatiques leur deviendront favorables dans le futur. Dans le cas de nouvelles essences, de nombreuses questions se posent : quelle essence? quelle est la

variabilité génétique de cette essence? quelles variables climatiques expliquent les différences entre les provenances, etc.

Sylvie Carles souligne que beaucoup de provenances en culture à la pépinière de Ste-Luce sont déjà du sud du Québec.

En conclusion, la prise en compte de variables climatiques pour sélectionner la bonne source de semences pour le bon territoire est une pratique de longue date appuyée par la science. Pour les principales essences utilisées en reboisement, la DGSPF est en mouvement, avec direction de la recherche forestière (DRF), pour actualiser les territoires d'utilisation. Utiliser de nouvelles essences en plantation avec un objectif de production ligneuse, c'est possible à partir du moment où le besoin est identifié et reconnu et où les étapes de production sont maîtrisées.

Conférence de Christian Messier : Comment adapter la forêt face à l'incertitude climatique et autres menaces

Christian Messier explique que la foresterie actuelle et passée vise à simplifier la forêt. Il demande : est-ce toujours une bonne approche? Il évoque une certaine résistance au changement chez les intervenants forestiers.

Plusieurs menaces commencent à prendre de plus en plus d'importance, si l'on en croit les actualités (feu, insectes, maladies, espèces exotiques envahissantes (le nord-est de l'Amérique du Nord étant un hotspot), sécheresse, perturbations naturelles (en Europe, l'augmentation est linéaire), perte d'espèces). De plus, il semblerait que les forêts canadiennes émettent maintenant du carbone en raison des épisodes de feu et d'épidémies d'insectes.

Plus de 25 insectes risquent d'affecter fortement 30 espèces dans les 50 prochaines années.

La perte d'espèce correspond à une perte de résilience. Si un écosystème est moins résilient, il risque de passer à un état résilient (stable) différent et non désiré (p.ex. prairies).

Christian Messier fait le constat qu'on ne peut pas maintenir le statut quo; on entre dans une période de haute turbulence et d'incertitudes.

Il remet en question le concept de possibilité forestière : peut-on vraiment prévoir 1 945 000 m³ de telles essences à récolter à perpétuité?

Il explique qu'on ne doit plus se baser uniquement sur les connaissances du passé, mais intégrer les conditions futures changeantes et incertaines.

Il suggère aussi de considérer la possibilité d'intervenir dans les aires protégées pour maintenir les services écosystémiques et les attributs importants. Il donne l'exemple de Parc Canada, qui a déjà posé des actions en ce sens dans le passé (p.ex. brûlage dirigé).

Christian Messier propose d'utiliser la migration assistée pour enrichir la composition génétique (provenance) et spécifique (nouvelles essences) des forêts.

Le concept de portfolio est central, à son avis. Ce concept provient de la finance (p.ex. portefeuille de placement) et consiste à ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier. La

diversification des essences permet de limiter les vulnérabilités et maximiser les services écosystémiques par rapport à une monoculture, sauf la production ligneuse (si elle se rend à maturité). L'effet positif de la biodiversité sur la productivité d'un écosystème est démontré.

Pour maximiser la résilience, la diversité fonctionnelle (p.ex. en termes de résistance à la sécheresse) est plus importante que la diversité spécifique. Les traits fonctionnels indiquent comment les espèces agissent dans l'écosystème et comment elles réagissent aux perturbations. Il est possible de cibler les traits fonctionnels importants pour l'adaptation aux changements climatiques.

La diversité est également importante à différentes échelles, par exemple à l'intérieur du peuplement et à l'échelle du paysage. Christian Messier indique qu'il faut diversifier intelligemment et efficacement nos forêts.

La résilience est la capacité de résister, de s'adapter ou de récupérer pour conserver sa structure et ses fonctions. Isabelle Aubin précise qu'une réorganisation à la suite d'une perturbation peut ne pas être visible, mais certains génotypes en ont remplacé d'autres.

Christian Messier croit que le nouvel objectif d'aménagement forestier devrait être d'aménager pour assurer la résilience et l'adaptabilité des forêts.

Le conférencier présente des travaux démontrant qu'il est possible de calculer la connectivité fonctionnelle et la diversité fonctionnelle. La connectivité fonctionnelle pour les arbres signifie la possibilité d'échange de traits fonctionnels entre les peuplements. La diversité fonctionnelle représente la quantité de traits présents. Plus la forêt sera diversifiée et connectée, plus une réorganisation sera efficace.

Christian Messier indique qu'il faudrait intervenir en ciblant d'abord les peuplements les moins diversifiés. Les interventions, mêmes si elles portent sur de petites superficies, seront efficaces puisqu'elles pourront se propager et se disperser.

Messages clés

- Ne plus planter que des espèces considérées commerciales aujourd'hui
- Les espèces présentes localement ne sont peut-être pas assez diversifiées ou adaptées pour affronter les rigueurs et incertitudes des changements climatiques
- Le passé n'est plus garant de l'avenir
- Ne plus planter de monocultures
- Favoriser des espèces diversifiées au niveau fonctionnel
- Penser bois et carbone, biodiversité, espèces clés, eau, santé mentale, résilience, stabilité, etc.
- $1 + 1 = 3$, notre meilleure alliée est la diversité
- Il faut penser globalement (réduire les émissions) et agir localement (commencer à poser des actions)

Un intervenant explique qu'il semble possible d'agir seulement sur les 20 % de superficies récoltées qui sont reboisées. Qu'en est-il du 80 % régénéré naturellement? Le conférencier

répond qu'il faudra répartir stratégiquement les superficies reboisées pour tenir compte du réseau fonctionnel.

Un intervenant soulève les enjeux liés aux critères de certification et de capacité de production de plants. Le conférencier répond que si un signal fort des besoins est envoyé, des moyens de répondre aux besoins seront trouvés. Il mentionne l'apport potentiel que pourraient représenter les pépinières privées.

Un intervenant demande ce qui peut être fait pour aider le caribou et le cortège d'espèces associées à nos forêts. Christian Messier répond que de travailler sur la connectivité peut contribuer à améliorer la résilience.

Isabelle Aubin souligne que par rapport à des milieux plus impactés par l'industrialisation, la présence d'un massif forestier au centre de la péninsule gaspésienne est un atout dans le contexte des changements climatiques, puisqu'il devrait permettre une meilleure résilience. De belles surprises pourraient y être observées. Elle suggère aussi que des portions de territoire devraient être laissées sans intervention pour laisser la nature répondre.

Un intervenant demande s'il n'y a pas un risque que les AIPL, qui sont situées sur les sites les plus productifs, aient amputé la capacité des forêts d'y être les plus diversifiées et productives. Christian Messier répond que ça dépend de la façon dont les AIPL ont été désignées. Il est proposé par le ministère de présenter à nouveau en TGIRT le processus de localisation des AIPL. En Gaspésie, les AIPL n'ont pas été seulement localisées sur la base de la fertilité des sols, la proximité des usines et d'autres critères ont également été considérés. Le territoire gaspésien est globalement très productif, donc plusieurs autres critères ont été intégrés dans le choix de la localisation des AIPL.

Un intervenant demande si les milieux humides boisés pourraient revêtir une importance particulière en termes d'adaptation aux changements climatiques. Christian Messier répond qu'il faudrait valider s'ils contiennent des essences ayant des traits fonctionnels différents du reste de la forêt. S'ils contribuent fortement à la diversité fonctionnelle, ces milieux auraient alors des caractéristiques importantes à préserver.