Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

SERVICE CANADIEN DES FORÊTS

Changements forestiers – OUTILS

Incorporer les connaissances écologiques aux prévisions biophysiques : une approche fondée sur les traits

Comment évalue-t-on la vulnérabilité?

Les espèces ne réagissent pas toutes de la même façon face à un environnement en évolution. Leur **vulnérabilité** varie selon leur niveau d'**exposition** aux changements, leur **sensibilité** aux modifications de leur condition de croissance et leur **capacité d'adaptation** aux changements.

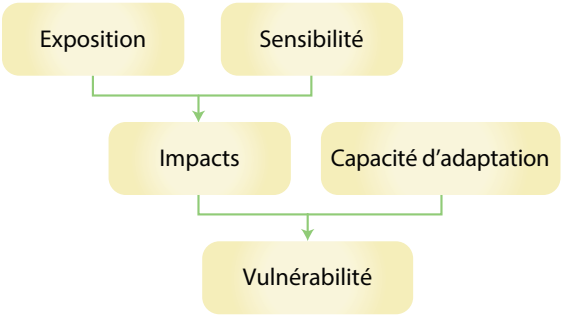

Figure 1. Les aspects dont on doit tenir compte pour évaluer la vulnérabilité d'une espèce.

Pourquoi les traits sont-ils utiles?

Les **traits** sont les caractéristiques des plantes qui influent sur la croissance, la colonisation et la survie. Les traits peuvent déterminer la façon dont un stress environnemental influera sur un organisme. Cette approche permet d'évaluer la sensibilité d'une espèce donnée et révèle la façon dont elle pourrait réagir.

Le fait d'incorporer les traits dans l'évaluation de vulnérabilité permet de dresser un tableau plus complet de la façon dont les changements climatiques influent sur les forêts. Par exemple, selon diverses projections climatiques, les modèles d'enveloppes climatiques permettent actuellement aux chercheurs de prévoir où se déplaceront les conditions climatiques qui influent sur une espèce aujourd'hui. Ils ne peuvent toutefois nous dévoiler si une espèce pourra survivre dans ces nouvelles conditions climatiques ou si elle pourra atteindre la nouvelle zone et la coloniser.

Les mécanismes et les traits liés à la tolérance à la sécheresse

La tolérance à la sécheresse peut s'accroître grâce à :

- l'évitement – où l'exposition d'une espèce à la sécheresse est limitée par des mécanismes, comme l'efficacité d'utilisation d'eau et l'atténuation de la perte en eau;
- la résistance – la capacité d'une espèce de résister à la sécheresse au moyen de mécanismes, comme la résistance du xylème à la cavitation;
- le rétablissement – la capacité d'une espèce ou d'une population de se rétablir après une sécheresse au moyen de mécanismes, comme la reproduction végétative.

Les caractéristiques d'une espèce tolérante à la sécheresse sont : un système racinaire profond, une régulation stomatique sensible, un xylème résistant à la cavitation et une réserve abondante de glucides. De plus, les espèces dont la population comporte une grande capacité de rétablissement après une sécheresse (bonne production de graines et de leur dispersion, ainsi qu'une forte multiplication végétative) sont plus susceptibles de subsister dans leur aire de répartition régulière (voir tableau 1).

Les mécanismes et les traits liés à la capacité de migrer

La capacité d'une espèce de migrer en vue de se trouver dans un climat favorable dépend de ses aptitudes en matière de :

- reproduction;
- dispersion des graines;
- colonisation d'une nouvelle zone.

Une espèce capable de migrer en est une qui atteint sa maturité rapidement, produit une grande quantité de graines viables et a fréquemment de bonnes années de production de semences. En outre, ces graines doivent être dispersées efficacement et, celles qui sont dispersées par le vent et les oiseaux, sont susceptibles de couvrir une plus grande distance. Toutefois, il ne suffit pas qu'une espèce atteigne un nouvel habitat pour

Tableau 1. Les traits sous-jacents à différentes réactions des espèces à la sécheresse (pour une définition des traits associés à la sécheresse, voir le tableau 1 dans Aubin et collaborateurs, 2016).[a]

Espèce	Trait				
	Profondeur maximale d'enracinement (cm)[b]	Taille des stomates (µm)[c]	Résistance du xylème à la cavitation (ψ_{50};* MPa)[c]	Capacité de drageonnement [b]	Persistance des graines dans une banque de graines (ans)[b]
Acer saccharum Érable à sucre	273	10,5	–3,18	Moyenne	1
Carya glabra Caryer glabre	127	18	–1,11	Faible	<1
Fraxinus americana Frêne blanc	180	24,4	–1,92	Moyenne	2 à 5
Picea mariana Épinette noire	61	N. D.[d]	–5,26	Moyenne	<1
Pinus banksiana Pin gris	220	N. D.	–3,35	Aucune	Banque aérienne de graines
Pseudotsuga menziesii Douglas vert	348	N. D.	–4,68	Aucune	1 à 2
Populus tremuloides Peuplier faux-tremble	240	24	–2,74	Haute	1
Quercus rubra Chêne rouge	220	13,8	–1,61	Moyenne	1

[a] La valeur quantitative des traits présentée dans ce tableau résulte du calcul de la moyenne des valeurs disponibles dans la base de données Traits fonctionnels des plantes au Canada (TOPIC). Les valeurs peuvent reposer sur des points de données limités et pourraient ne pas tenir compte de toutes les conditions qui influent sur l'espèce durant sa croissance. La valeur peut varier entre les individus d'une même espèce en fonction des conditions environnementales, du site et du génotype.
[b] La tolérance à la sécheresse tend à augmenter avec une valeur supérieure.
[c] La tolérance à la sécheresse tend à diminuer avec une valeur supérieure.
[d] Non disponibles.
* Une tension dans le xylème causant la perte de 50 % de la conduction de la sève dans la tige en raison de la cavitation.

Tableau 2. Les traits sous-jacents au potentiel de migration de différentes espèces (pour une définition des traits associés à la migration, voir le tableau 1 dans Aubin et collaborateurs, 2016).[a]

Espèce	Trait							
	Production de graines (graines/ha)[b]	Viabilité des graines (%)[b]	Âge de la maturité sexuelle[c]	Fréquence de bonnes productions de graines (ans)[c]	Principal vecteur de la dispersion des graines	Vélocité terminale des graines (m/s)[c]	Poids des graines (nbre graines/kg)[b]	Multiplication végétative[b]
Acer saccharum Érable à sucre	20 000 000	95	22	2 à 7	Vent	0,95	14 400	Moyenne
Carya glabra Caryer glabre	10 820	85	30	1 à 2	Gravité; oiseaux; mammifères	N. D.[d]	441	Faible
Fraxinus americana Frêne blanc	105 650	55	20	3 à 5	Vent	1,35	22 000	Moyenne
Picea mariana Épinette noire	1 000 000	60 à 90	10	2 à 6	Vent	0,63	891 000	Moyenne
Pinus banksiana Pin gris	5 000 000	70 à 85	5	1	Vent; oiseaux; mammifères	0,74	288 000	Aucune
Pseudotsuga menziesii Douglas vert	1 600 000	80 à 95	10	4 à 5	Vent; eau	N. D.	7 150 000	Élevée
Populus tremuloides Peuplier faux-tremble	204 000	60 à 95	9	5 à 7	Vent; oiseaux; mammifères	0,75	9 800	Aucune
Quercus rubra Chêne rouge	125 000	60 à 100	25	2 à 6	Gravité; oiseaux; mammifères	N. D.	276	Moyenne

[a] La valeur quantitative des traits présentée dans ce tableau résulte du calcul de la moyenne des valeurs disponibles dans la base de données Traits fonctionnels des plantes au Canada (TOPIC). Les valeurs peuvent reposer sur des points de données limités et pourraient ne pas tenir compte de toutes les conditions qui influent sur l'espèce durant sa croissance. La valeur peut varier entre les individus d'une même espèce en fonction des conditions environnementales, du site et du génotype.
[b] Le potentiel de migration augmente avec une valeur supérieure.
[c] Le potentiel de migration diminue avec une valeur supérieure.
[d] Non disponibles.

garantir qu'elle y établira une nouvelle population. Une espèce qui tolère la consanguinité dans les petites populations est davantage susceptible d'établir des populations viables dans une nouvelle zone (voir tableau 2).

Comment cette information peut-elle servir?

Les figures 2 et 3 fournissent de l'information sur la vulnérabilité des arbres au Canada, en intégrant les connaissances écologiques sur la sensibilité à la sécheresse et la capacité de migrer aux prévisions biophysiques sur leur exposition aux changements. L'utilisation combinée de ces deux sources d'information peut mettre en lumière les options de gestion. Par exemple, si plus de biomasse des arbres est exposée à la sécheresse, et que l'espèce a une grande capacité de surmonter le stress lié à la sécheresse, soit par son potentiel de rétablissement ou par l'évitement, on devrait mettre l'accent sur la conservation des espèces en place. Si plus de biomasse des arbres est exposée à la sécheresse, et que l'espèce a une grande capacité de migration, on devrait mettre l'accent sur la connectivité entre les paysages. Par contre, la migration assistée pourrait s'avérer une bonne option si une espèce est sensible à la sécheresse, que sa capacité de migrer est réduite et plus de biomasse des arbres est menacée.

Comment cette information est-elle exprimée visuellement?

L'information a été cartographiée avec une légende codée en couleur bidimensionnelle indiquant le taux d'exposition et de sensibilité. Les cartes représentent la vulnérabilité issue des données des 22 espèces d'arbres les plus abondantes au Canada. L'axe des x représente les prévisions quant au taux d'exposition aux conditions modifiées de l'habitat actuel. L'axe des y indique la sensibilité qui repose sur l'information liée aux traits.

Sécheresse

On peut interpréter les couleurs de chaque coin comme suit :

- vert – moins de biomasse des arbres est exposée à la sécheresse, et les espèces sont moins sensibles;
- orange – moins de biomasse des arbres est exposée à la sécheresse, mais les espèces sont plus sensibles;
- bleu – plus de biomasse des arbres est exposée à la sécheresse, mais les espèces sont moins sensibles;
- rose – plus de biomasse des arbres est exposée à la sécheresse, et les espèces sont plus sensibles.

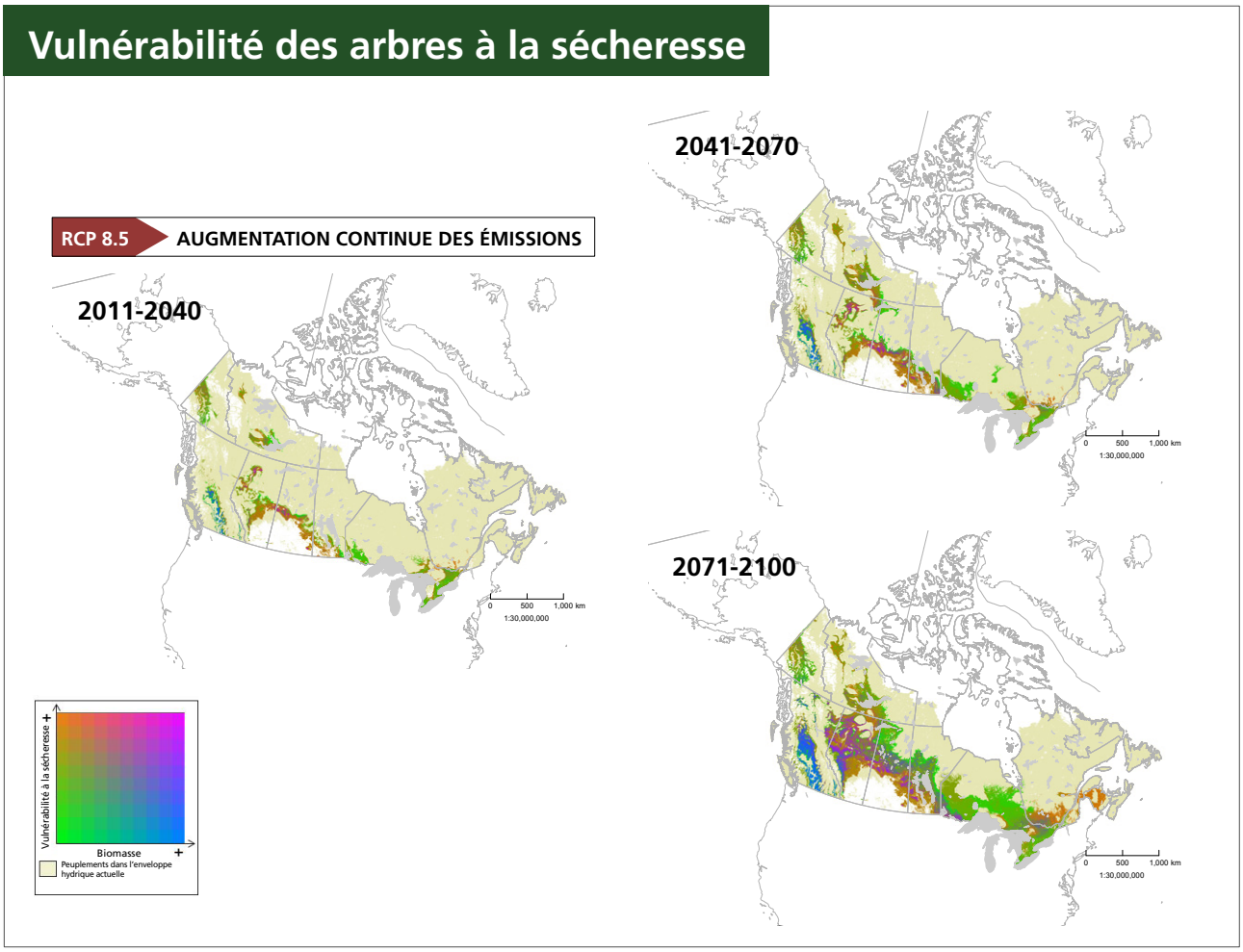

Figure 2. La vulnérabilité des arbres à la sécheresse à différentes périodes. Selon le scénario climatique issu du profil représentatif d'évolution de concentration (*Representative Concentration Pathways* ou RCP) 8.5 (augmentation continue des émissions), les zones des arbres qui sont exposés à des risques de sensibilité à la sécheresse augmentent au fil du temps.

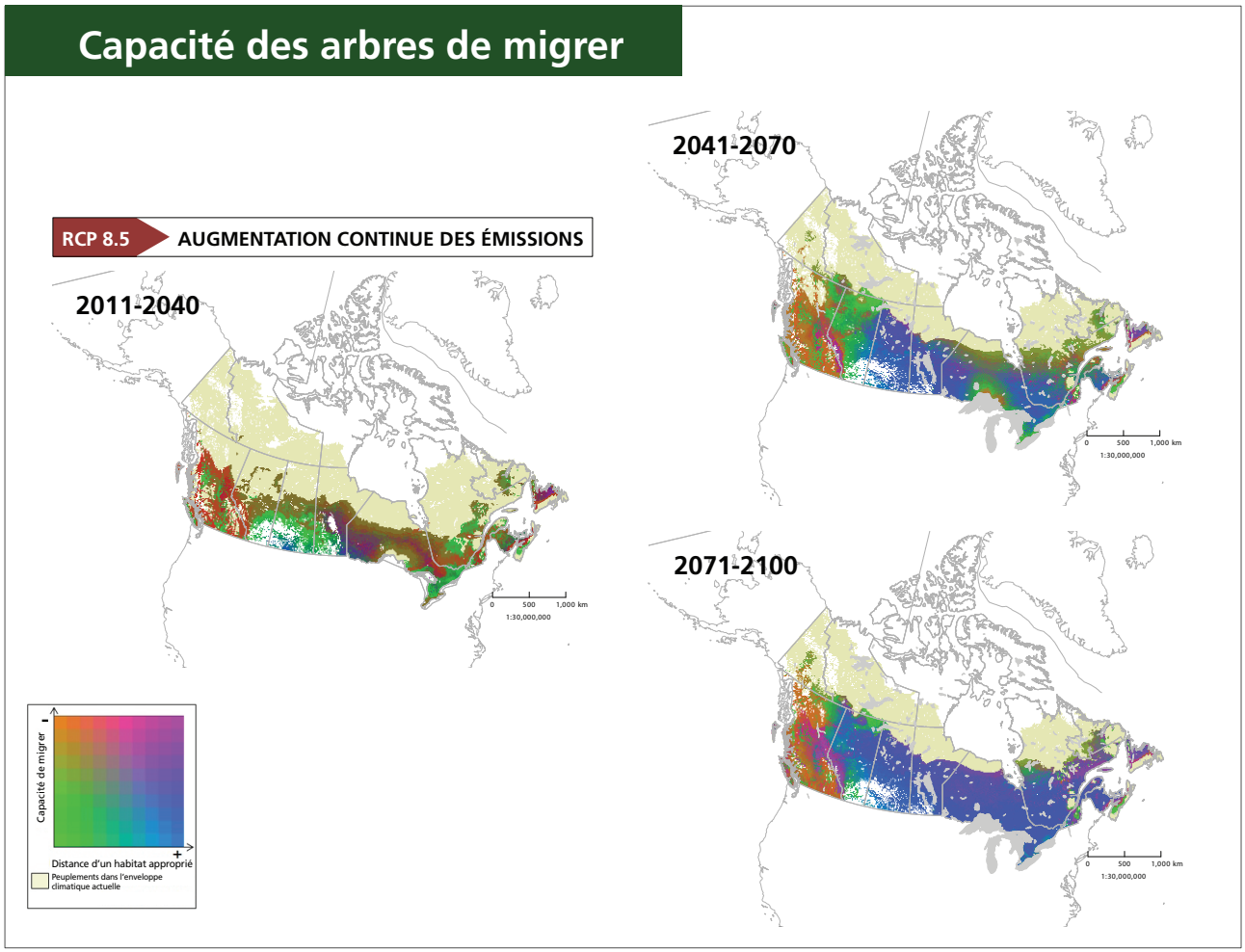

Figure 3. Capacité des arbres de migrer à différentes périodes. Selon le scénario climatique issu du profil représentatif d'évolution de concentration (*Representative Concentration Pathways* ou RCP) 8.5 (augmentation continue des émissions), la distance jusqu'à un habitat favorable augmente au fil du temps.

Migration

On peut interpréter les couleurs de chaque coin comme suit :

- vert – les espèces sont relativement près de leur habitat favorable et ont une grande capacité de migration;
- orange – les espèces sont relativement près de leur habitat favorable, mais ont une moins grande capacité de migration;
- bleu – les espèces sont relativement loin de leur habitat favorable, mais ont une grande capacité de migration;
- rose – les espèces sont relativement loin de leur habitat favorable et ont une moins grande capacité de migration.

La vulnérabilité peut-elle changer au fil du temps?

Les figures 2 et 3 illustrent les prévisions quant à la vulnérabilité des arbres à la sécheresse, ainsi que leur capacité de migrer.

La zone beige représente les peuplements qui demeurent dans les limites de l'enveloppe hydrique actuelle ou de l'enveloppe climatique actuelle. La comparaison entre les prévisions à court et à long terme semble indiquer que la vulnérabilité augmente au fil du temps.

Références

Aubin, I.; Munson, A.D.; Cardou, F.; Burton, P.J.; Isabel, N.; Pedlar, J.H.; Paquette, A.; Taylor, A.R.; Delagrange, S.; Kebli, H.; Messier, C.; Shipley B.; Valladares, F.; Kattge, J.; Boisvert-Marsh, L.; McKenney, D. 2016. Traits to stay, traits to move: a review of functional traits to assess sensitivity and adaptive capacity of temperate and boreal trees to climate change. Environ. Rev. 24(2):164–186; doi: 10.1139/er-2015-0072.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de Ressources naturelles Canada, 2017
No de cat. Fo4-68/2017F-PDF
ISBN 978-0-660-06038-5

Pour plus d'information
scf.rncan.gc.ca/changementsforestiers