



Germination en crise ?

Effets du statut hydrique du sol et de la température sur le succès de germination des arbres

Présenté par

Pierre-Nicolas Barbeau¹,

Auteurs supplémentaires :

Catherine Périé^{II}

Nelson Thiffault^{III}

Steve Pepin^I

Mathieu Bouchard^I

À l'occasion du

17^e Colloque annuel du Centre
d'étude de la forêt (CEF)

3 mai 2024

^I Université Laval, ^{II} Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, ^{III} Ressources naturelles Canada

1

MISE EN CONTEXTE

2

Changements observés^{1,2,3,4}

(*) Icônes générées à l'aide de DALL-E, OpenAI



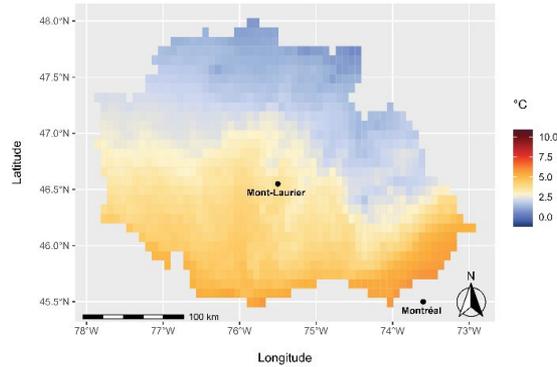
Germination^{5,6}

- Est influencée notamment par la disponibilité en eau et la température du sol
- De faibles taux compromettent la résilience des forêts

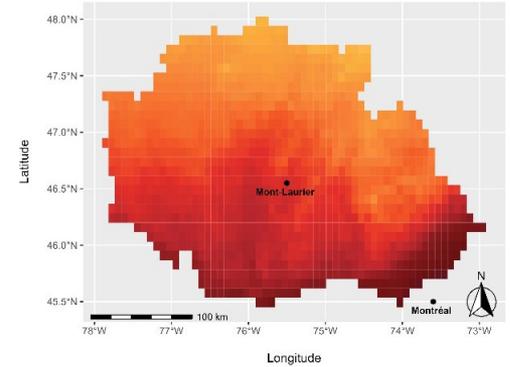
Printemps (mars à juin)

Température
moyenne⁷

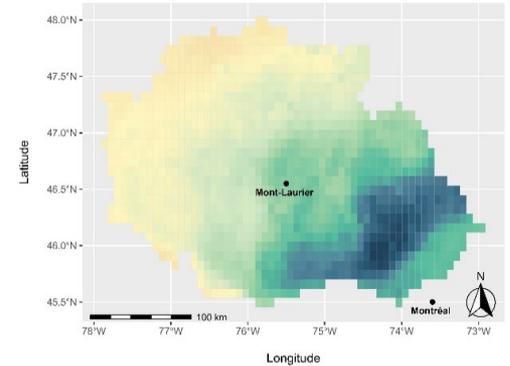
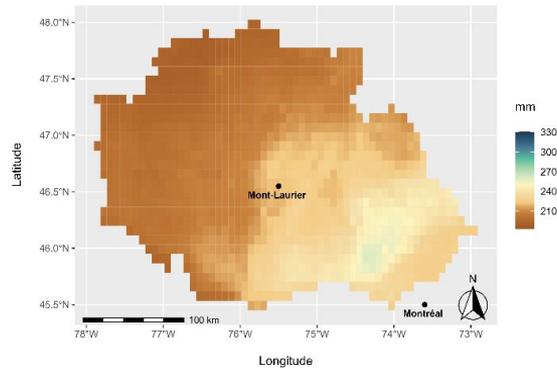
Passé récent (1981-2010)



Futur (2071-2100)



Précipitation
totale



Implications

Couvert de neige

- sera réduction⁸
- perte de protection thermique⁹
- diminue la quantité d'eau dans le sol au printemps¹⁰

Sécheresse

- intensifie la sévérité et rallonge la durée¹¹
- sensibilise à d'autres stress¹¹
- limite la survie¹²
- nuit à la germination¹³

DESCRIPTION DU PROJET



Expérience 1

Sur le terrain

Manipulation de :

- l'**épaisseur** de la neige afin de modifier la **température** et la **teneur en eau** du substrat durant la période **hivernale**

Suivi

- du **succès** de germination

Essences

- BOJ, CHR, ERR, ERS, EPB, EPN, PIB, PIG



Expérience 2

En conditions contrôlées

Manipulation de :

- la **température** du substrat
- la **disponibilité** en eau du substrat

Suivi

- du **succès** de germination
- de la **vitesse** de germination

Essences

- BOJ, EPB, EPN, PIB, PIG



(*) Image générée à l'aide de DALL-E, OpenAI



Capacité germinative des arbres

2

EXPÉRIENCE 1

Milieu naturel - *Couvert de neige*

OBJECTIF

Évaluer la réaction de la germination des arbres qui composent nos forêts face à la réduction du couvert de neige



Les essences dont l'aire de **distribution septentrionale** se situe plus au **nord** devraient être **moins impactées** par la **diminution** du couvert de **neige**.

2.1

EXPÉRIENCE 1

Méthodologie

MÉTHODOLOGIE



Localisation du peuplement

- MS12
- Faible pente
- Densité B
- Hauteur 3
- Âge 30
- Dépôt 1A
- Drainage mésique

ÉTAPE 01



Installation du dispositif



Conception du dispositif

- 4 épaisseurs de neige
- 5 répétitions
- 8 essences
- 200 graines par U.E

ÉTAPE 02



Collecte des données



Application des traitements

- Suivi des conditions pédoclimatiques
- Ajout ou retrait de neige au besoin

ÉTAPE 03



Déneigement durant l'hiver



Évaluation de la germination

- Dénombrement des graines ayant germé

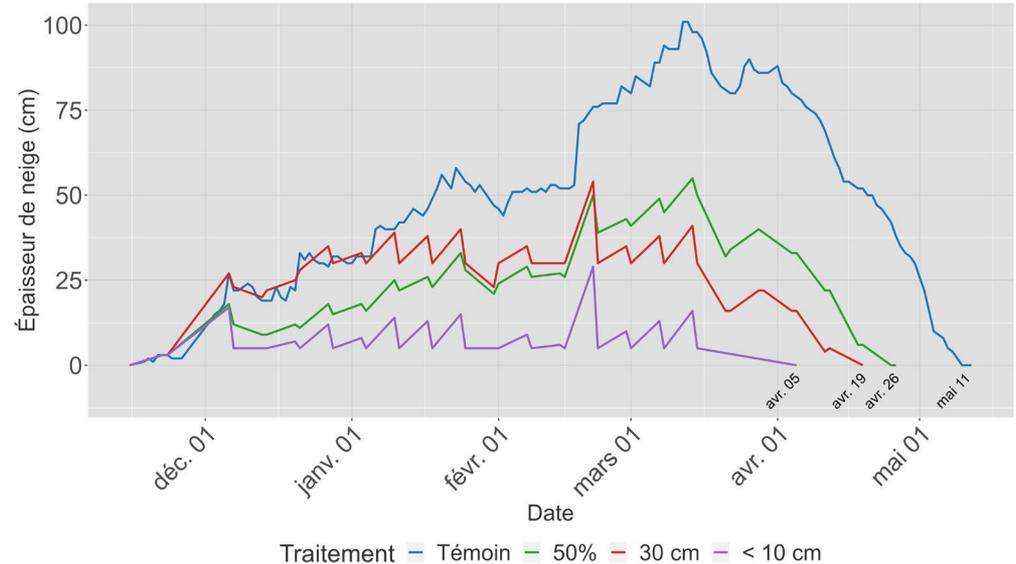
ÉTAPE 04



Décompte des graines germées

Épaisseurs de neige visées

- **Témoin** : Aucune manipulation (maximum atteint 110 cm)
- **50 % du témoin** : Retrait de la neige afin d'être à 50 % du témoin
- **30 cm** : Retrait ou ajout de neige afin de maintenir un couvert constant
- **< 10 cm** : Retrait de la neige jusqu'au niveau du dispositif

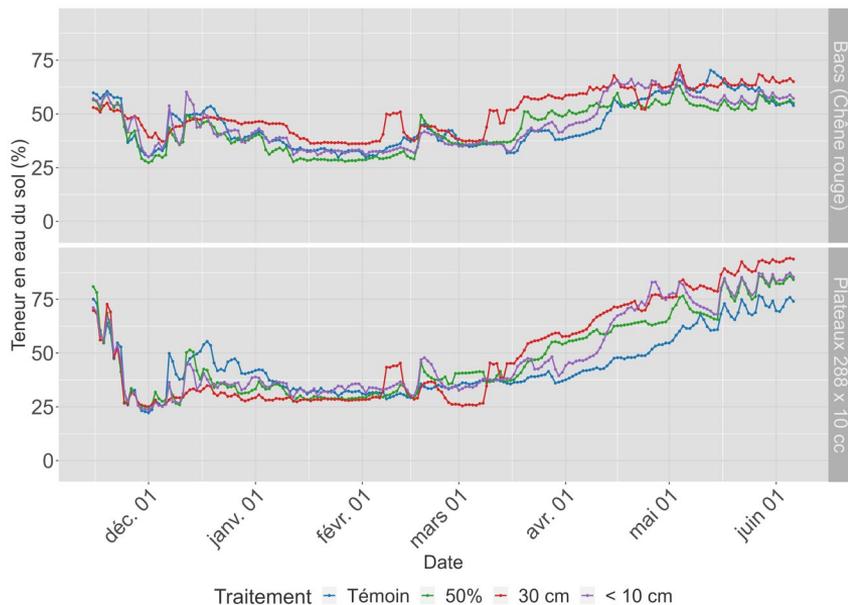


2.2

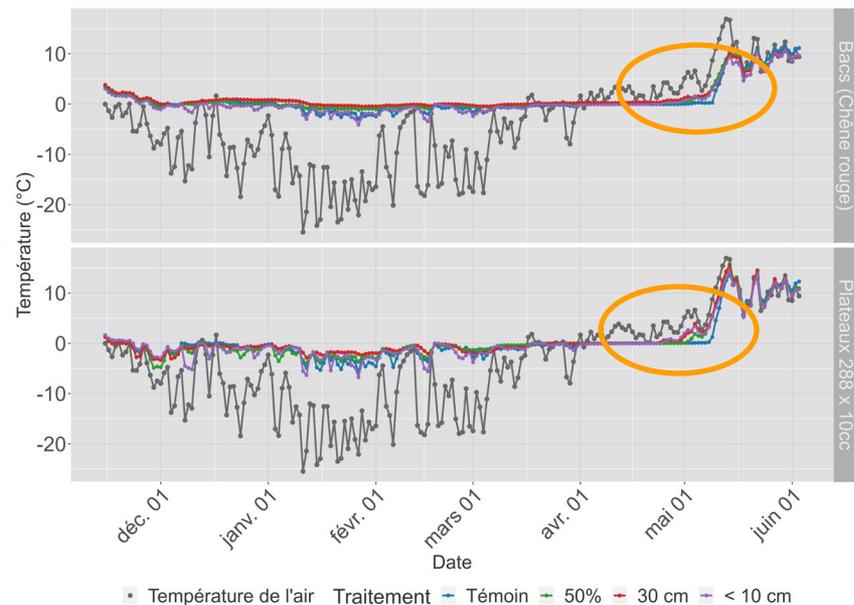
EXPÉRIENCE 1

Résultats

RÉSULTATS



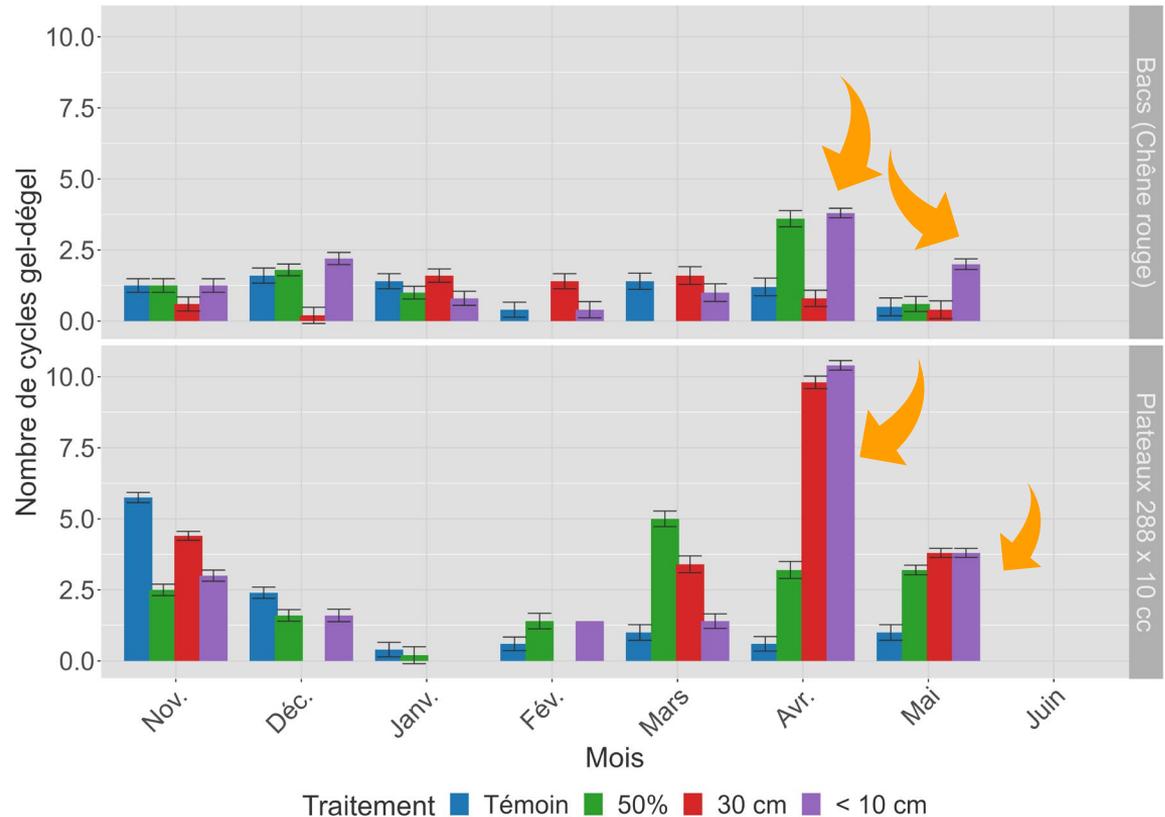
- Augmentation de la **teneur en eau de mars à juin** (fonte de la neige)
- **Aucune distinction** des teneurs en eau **mensuelles** entre les traitements



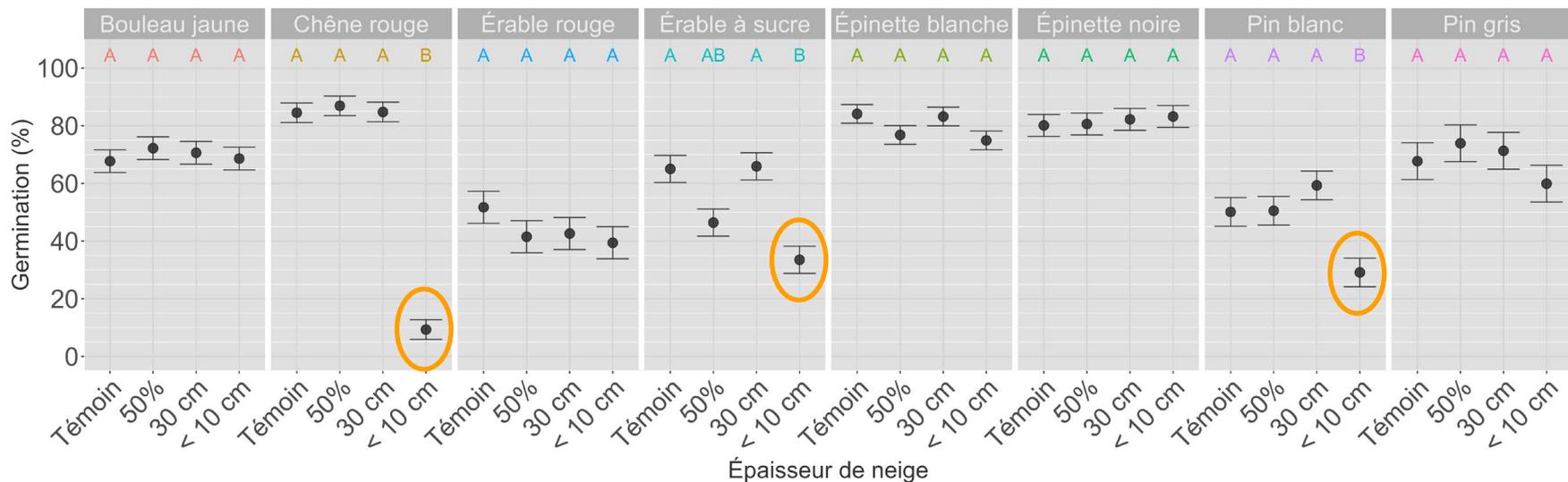
- Augmentation des températures légèrement **devancée** pour les traitements avec moins de neige
- **Aucune distinction** des températures **mensuelles** entre les traitements

RÉSULTATS

➤ **Augmentation** du nombre de **cycles gel-dégel** au **sol** sous couvert altéré pour **avril et mai**

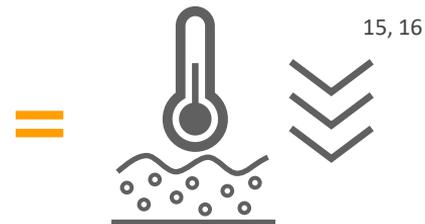


RÉSULTATS



Le **chêne rouge**, l'**érable à sucre** et le **pin blanc** sont les essences les plus sensibles à la variation de l'épaisseur de neige, principalement lorsque celle-ci est < 10 cm

La diminution du couvert de neige naira à la germination de certaines essences.



Les essences dont la limite de **distribution septentrionale** se situe plus au **nord** sont **moins impactées** par la **diminution** du couvert de **neige**.



3

EXPÉRIENCE 2

Milieu contrôlé -
Température et disponibilité de l'eau

Comprendre comment différents niveaux de sécheresse influencent la germination des graines



3.1

EXPÉRIENCE 2

Méthodologie

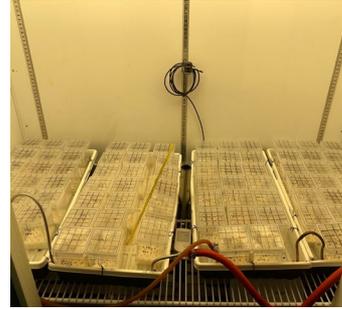
MÉTHODOLOGIE



Préparation des plats



Ajout des graines



Installation du dispositif



Suivi des graines germées

Étape 1

Conception du dispositif

- 5 essences
- 2 régimes de température
- 4 potentiels hydriques
 - 4 répétitions
- 16 individus par U.E.

Étape 2

Préparation

- Plats de culture
Planton
- PEG 6000
- Sorbarod
- Bains
thermiques
- Stratification

Étape 3

Application des traitements

- 68 jours
- 16h ☀️ / 8h 🌧️
- 85 mL/plat

Étape 4

Évaluation de la germination

- Suivi quotidien de
la germination

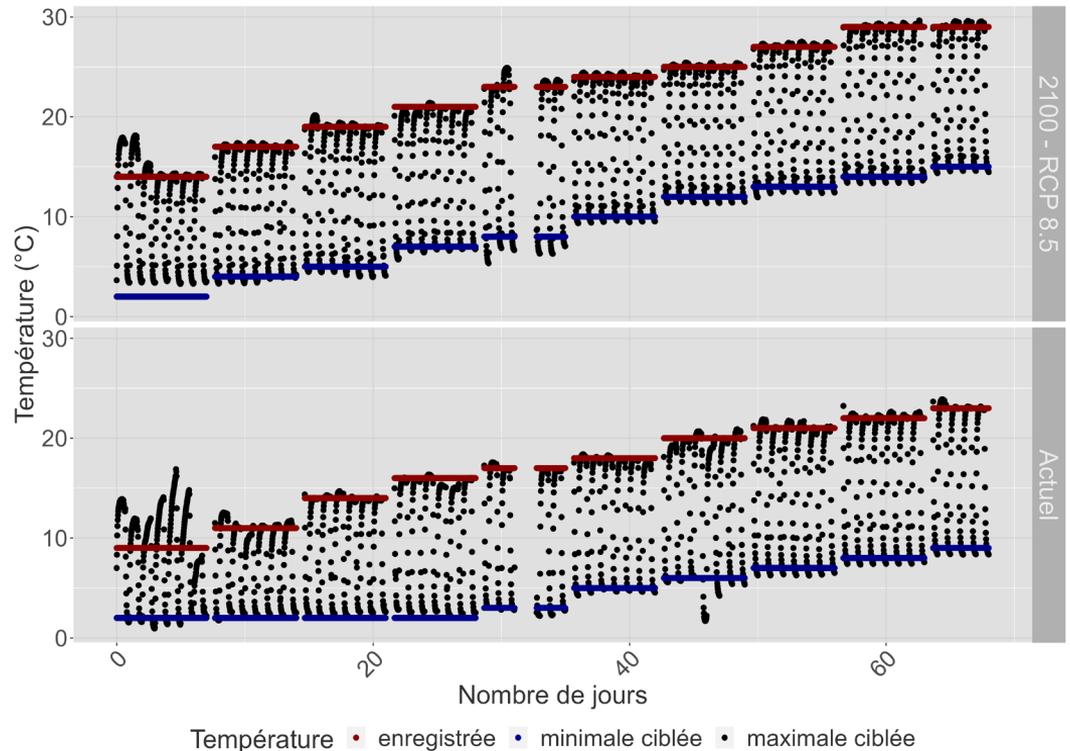
Températures simulées

(Printemps : 3^e semaine avril à 1^{er} juin)

- **2100 – RCP 8.5** : Températures hebdomadaires pour le 90^e percentile du RCP 8.5 pour 2071-2100
- **Actuel** : Températures hebdomadaires observées récemment (1991-2020)

Potentiels hydriques

- Eau pure + PEG 6000
- 0 MPa (Eau pure), -0.2 MPa, -0.4MPa, -0.6 MPa



3.2

EXPÉRIENCE 2

Résultats

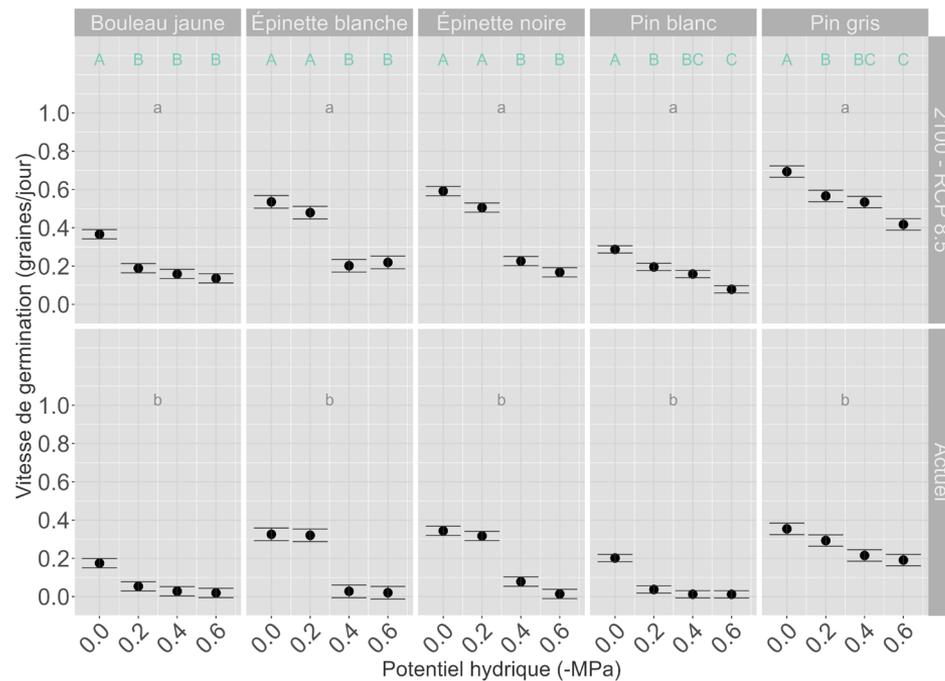
Vitesse de germination

➤ Effet commun à toutes les essences

➤ Température



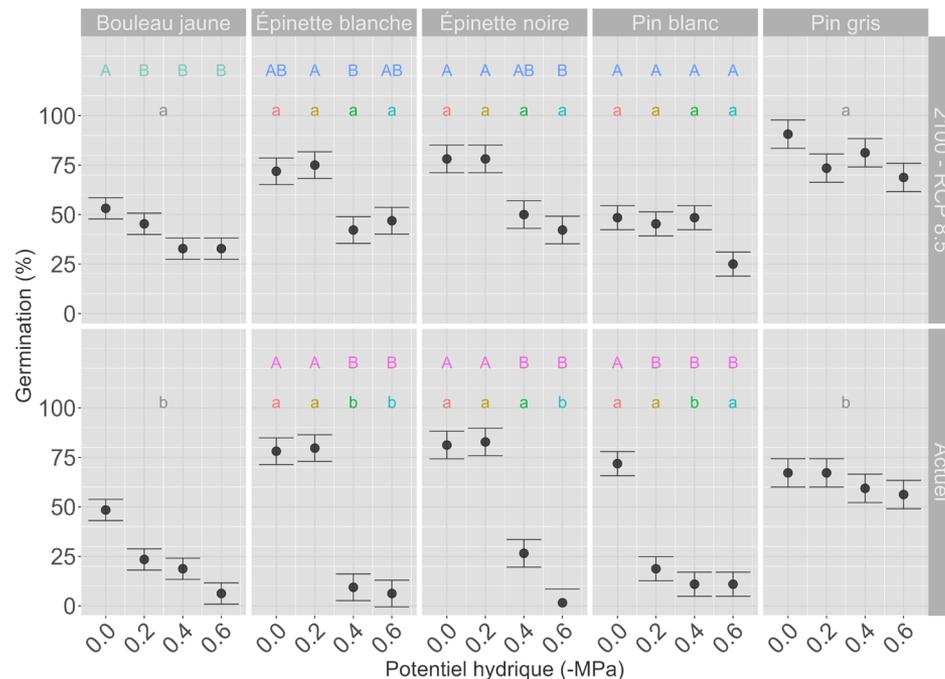
➤ Stress hydriques (potentiel faible)



RÉSULTATS

Pourcentage de germination

- **PIG** : Température (+5°C) augmente la germination de 16 %
- **BOJ** : Température (+5°C) augmente la germination de 17 % et les stress hydriques réduisent la germination de 16 à 31 %
- **PIB, EPN et EPB** : Germination améliorée avec +5°C pour potentiel faible



RÉSULTATS



Pin gris pourrait **tolérer davantage de stress hydriques** pouvant se rendre à -1.2MPa avant de diminuer sa germination¹⁷.

+5 °C pourrait **contrebalancer** les effets des stress hydriques plus élevés, **améliorant** la **germination** de certaines essences dans des conditions plus difficiles.



Germination en crise ?

Non,



(*) Image générée à l'aide de DALL-E, OpenAI

- Majorité des essences devraient germer dans les conditions anticipées¹⁸
- Capacité adaptative vs température et stress hydrique

mais...

- Réduction du couvert de neige nuit à certaines essences
- Persistance des essences dépendra de leur capacité à traverser les autres stades de développement

REMERCIEMENTS

Fabienne Colas, responsable technique CSFB (MRNF)

Pier-Luc Déchêne, technicien forestier (MRNF)

Daniel Dumais, chercheur en sylviculture et écophysiologie appliquée (MRNF)

Gilbert Ethier, professionnel de recherche (ULaval)

Katherine Galibois, technicienne de laboratoire (MRNF)

Marie-Claude Lambert, statisticienne (MRNF)

Laurence-May Lévesque, candidate à la maîtrise en biologie végétale (ULaval)

Valeria Mejia-Ruiz, étudiante au 1er cycle en biologie (ULaval)

Sabrina Rowluck-Verreault, candidate à la maîtrise en biologie végétale (ULaval)

Jean-Daniel Sylvain, chercheur en modélisation des sols, de l'eau et de la croissance (MRNF)

Karine Thériault, technicienne de laboratoire (MRNF)

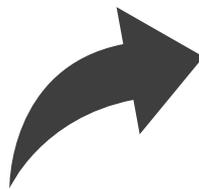
Morgane Urli, professeure au département des sciences biologiques (UQAM)

Et toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à ce projet.



ENCORE PLUS?

**CONTACT,
TÉLÉCHARGEMENT
& AUTRES PROJETS**



Références

- ¹Binney, H. A., Willis, K. J., Edwards, M. E., Bhagwat, S. A., Anderson, P. M., Andreev, A. A., Blaauw, M., Damblon, F., Haesaerts, P., Kienast, F., Kremenetski, K. V., Krivonogov, S. K., Lozhkin, A. V., MacDonald, G. M., Novenko, E. Y., Oksanen, P., Sapelko, T. V., Väliranta, M., & Vazhenina, L. (2009). The distribution of late-Quaternary woody taxa in northern Eurasia : Evidence from a new macrofossil database. *Quaternary Science Reviews*, 28(23), 2445-2464. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.04.016>
- ²Williams, J. W., Tarasov, P., Brewer, S., & Notaro, M. (2011). Late Quaternary variations in tree cover at the northern forest-tundra ecotone. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 116(G1). <https://doi.org/10.1029/2010JG001458>
- ³Dunn, R. J. H., Alexander, L. V., Donat, M. G., Zhang, X., Bador, M., Herold, N., Lippmann, T., Allan, R., Aguilar, E., Barry, A. A., Brunet, M., Caesar, J., Chagnaud, G., Cheng, V., Cinco, T., Durre, I., de Guzman, R., Htay, T. M., Wan Ibadullah, W. M., ... Bin Hj Yussof, M. N. (2020). Development of an Updated Global Land In Situ-Based Data Set of Temperature and Precipitation Extremes : HadEX3. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 125(16), e2019JD032263. <https://doi.org/10.1029/2019JD032263>
- ⁴Périé, C., De Blois, S., Lambert, M.-C., & Casajus, N. (2014). Effets anticipés des changements climatiques sur l'habitat des espèces arborescentes au Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. <https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/connaissances/recherche/Memoire173.pdf>
- ⁵Bonner, F.T., and Karrfalt, R.P. 2008. The woody plant seed manual. Agriculture Handbook 727. USDA Forest Service, Washington, DC, USA.
- ⁶Tjoelker, M., Oleksyn, J., & Reich, P. (1998). Seedlings of five boreal tree species differ in acclimation of net photosynthesis to elevated CO₂ and temperature. *Tree physiology*, 18, 715-726. <https://doi.org/10.1093/treephys/18.11.715/>
- ⁷Logan, T., & Gauvin, B. (2016). *Sélection et post-traitement des sorties des modèles climatiques pour construire un ensemble de scénarios climatiques standards* [PAVICS]. Ouranos. <https://www.ouranos.ca/fr/projets-publications/sorties-modeles-climatiques-scenarios-climatique-standards>
- ⁸Ouranos. (2015). Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Ouranos. <https://ouranos.ca/wp-content/uploads/SynthesePartie2.pdf>
- ⁹Wilson, G., Green, M., Brown, J., Campbell, J., Groffman, P., Durán, J., & Morse, J. (2020). Snowpack affects soil microclimate throughout the year. *Climatic Change*, 163(2), 705-722. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02943-8>

- ¹⁰Hardy, J. P., Groffman, P. M., Fitzhugh, R. D., Henry, K. S., Welman, A. T., Demers, J. D., Fahey, T. J., Driscoll, C. T., Tierney, G. L., & Nolan, S. (2001). Snow Depth Manipulation and Its Influence on Soil Frost and Water Dynamics in a Northern Hardwood Forest. *Biogeochemistry*, 56(2), 151-174.
- ¹¹Cholet, C., Houle, D., Sylvain, J.-D., Doyon, F., & Maheu, A. (2022). Climate Change Increases the Severity and Duration of Soil Water Stress in the Temperate Forest of Eastern North America. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.879382>
- ¹²Clark, J. S., Beckage, B., Camill, P., Cleveland, B., HilleRisLambers, J., Lichter, J., McLachlan, J., Mohan, J., & Wyckoff, P. (1999). Interpreting recruitment limitation in forests. *American Journal of Botany*, 86(1), 1-16. <https://doi.org/10.2307/2656950>
- ¹³Cochrane, J. A., Hoyle, G. L., Yates, Colin. J., Wood, J., & Nicotra, A. B. (2015). Climate warming delays and decreases seedling emergence in a Mediterranean ecosystem. *Oikos*, 124(2), 150-160. <https://doi.org/10.1111/oik.01359>
- ¹⁴Chen, D. L., Luo, X. P., Yuan, Z., Bai, M. J., & Hu, X. W. (2020). Seed dormancy release of *Halenia elliptica* in response to stratification temperature, duration and soil moisture content. *BMC Plant Biology*, 20(1), 352. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02560-8>
- ¹⁵Zhang, J., Wang, Z., Qu, M., & Cheng, F. (2022). Research on physicochemical properties, microscopic characterization and detection of different freezing-damaged corn seeds. *Food Chemistry: X*, 14, 100338. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100338>
- ¹⁶Hourston, J. E., Steinbrecher, T., Chandler, J. O., Pérez, M., Dietrich, K., Turečková, V., Tarkowská, D., Strnad, M., Weltmeier, F., Meinhard, J., Fischer, U., Fiedler-Wiechers, K., Ignatz, M., & Leubner-Metzger, G. (2022). Cold-induced secondary dormancy and its regulatory mechanisms in *Beta vulgaris*. *Plant, Cell & Environment*, 45(4), 1315-1332. <https://doi.org/10.1111/pce.14264>
- ¹⁷Thomas, P. A., & Wein, R. W. (1985). Water availability and the comparative emergence of four conifer species. *Canadian Journal of Botany*, 63(10), 1740-1746. <https://doi.org/10.1139/b85-244>
- ¹⁸Vaughn, W. R., Taylor, A. R., MacLean, D. A., & D'Orangeville, L. (2022). Simulated winter warming has negligible effects on germination success of Acadian Forest tree species. *Canadian Journal of Forest Research*, 52(2), Article 2. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2021-0105>