

Aléas climatiques, ravageurs et nouvelles technologies : que faire?

Rock Ouimet
Direction de la recherche forestière
Ministère des Ressources naturelles et des Forêts

Journées acéricoles 2024

Votre
gouvernement

La DRF: plus de 50 ans à votre service

Québec



Plan

Facteurs qui influencent la santé de l'érablière

Ce sur quoi on peut agir

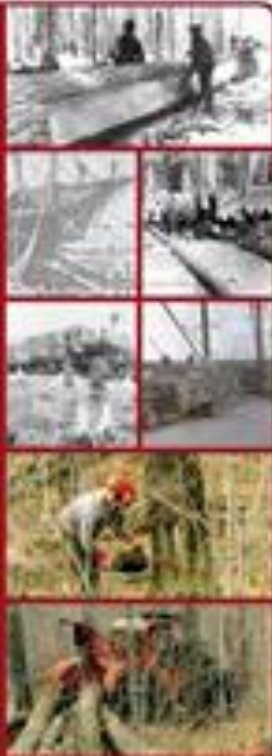
CONDITIONS CLIMATIQUES



PERTURBATIONS



AMÉNAGEMENT FORESTIER



ACÉRICULTURE



POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE





Détecter les premiers symptômes de déperissement



Mon érablière montre des
signes de dépérissement.
Que faire?

*Posons la
question à
ChatGPT
(intelligence
artificielle)*



Je suis désolé d'apprendre que votre érablière souffre de dépérissement. Il s'agit d'un problème complexe qui peut avoir plusieurs causes et solutions possibles. Voici quelques pistes que j'ai trouvées pour vous aider à identifier et à traiter le dépérissement de vos érables:

- Le dépérissement des érablières :
 - est souvent lié à la **qualité du sol et du drainage**.
 - peut être causé par des **facteurs biotiques**, comme les insectes, les champignons, les blessures mécaniques, les dégâts causés par la faune, etc.
 - peut également être influencé par des **facteurs abiotiques**, comme les pluies acides, la pollution, le verglas, les sécheresses, les insolation, les gélivures, etc.

J'espère que ces informations vous seront utiles. Si vous avez d'autres questions, n'hésitez pas à me les poser. 😊

Source : conversation avec Bing Chat GPT, 2023-11-04



Qualité du sol et du drainage

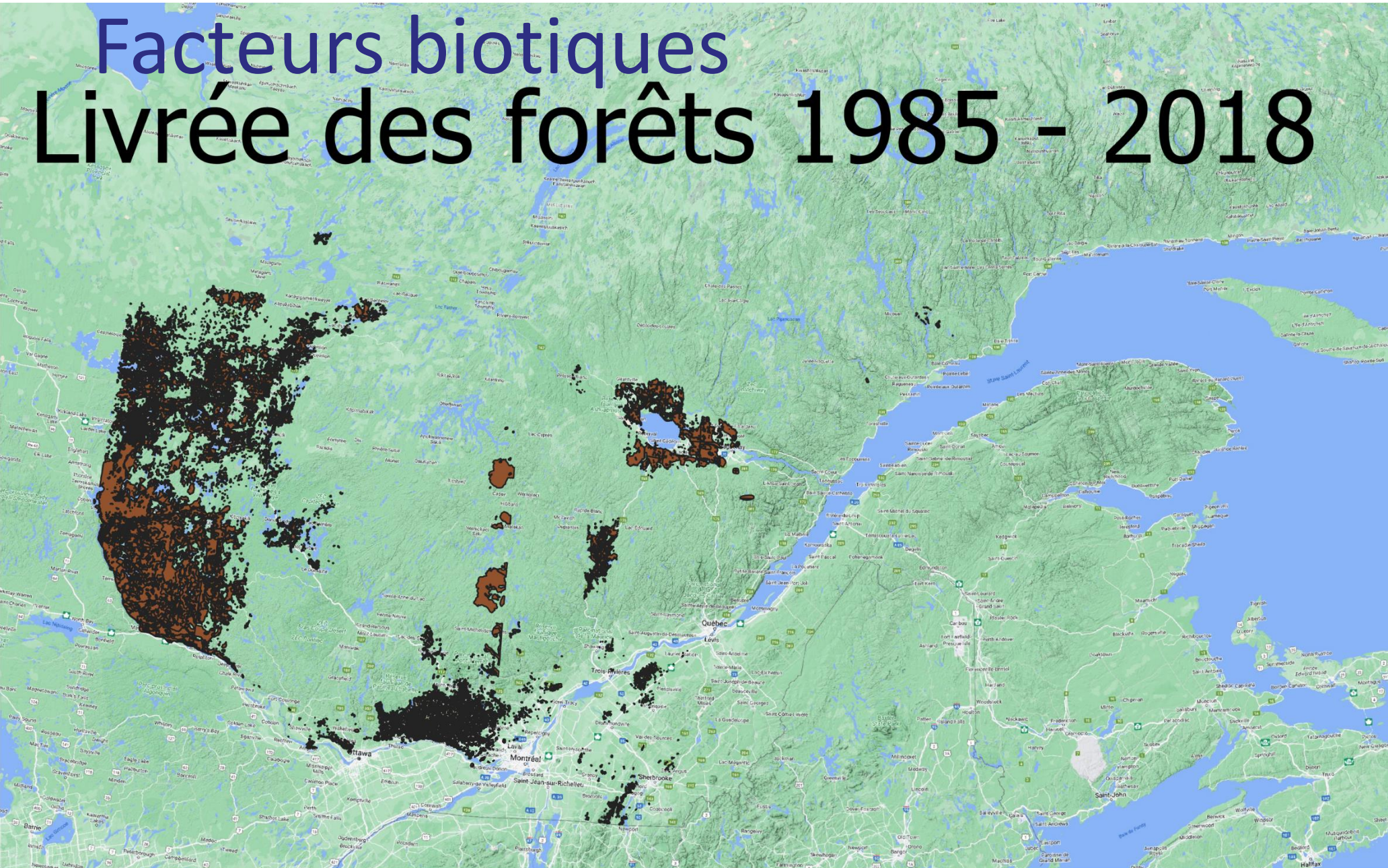
Nouvelles normes pour les sols d'érablières depuis 2012

- Potassium
- Calcium
- Phosphore
- Magnésium

DELFE: Diagnostic des Éléments Limitatifs à partir du Feuillage et du Sol
Ouimet et coll. (2012)

Facteurs biotiques

Livrée des forêts 1985 - 2018

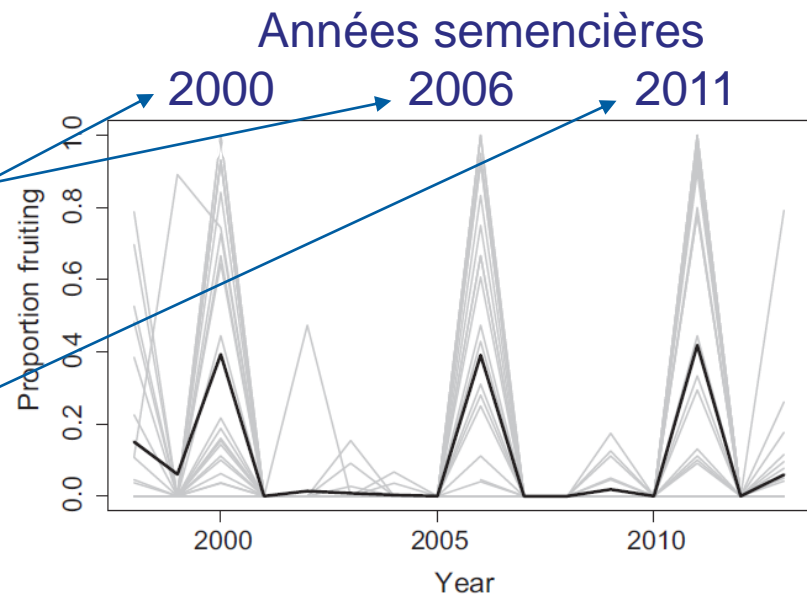
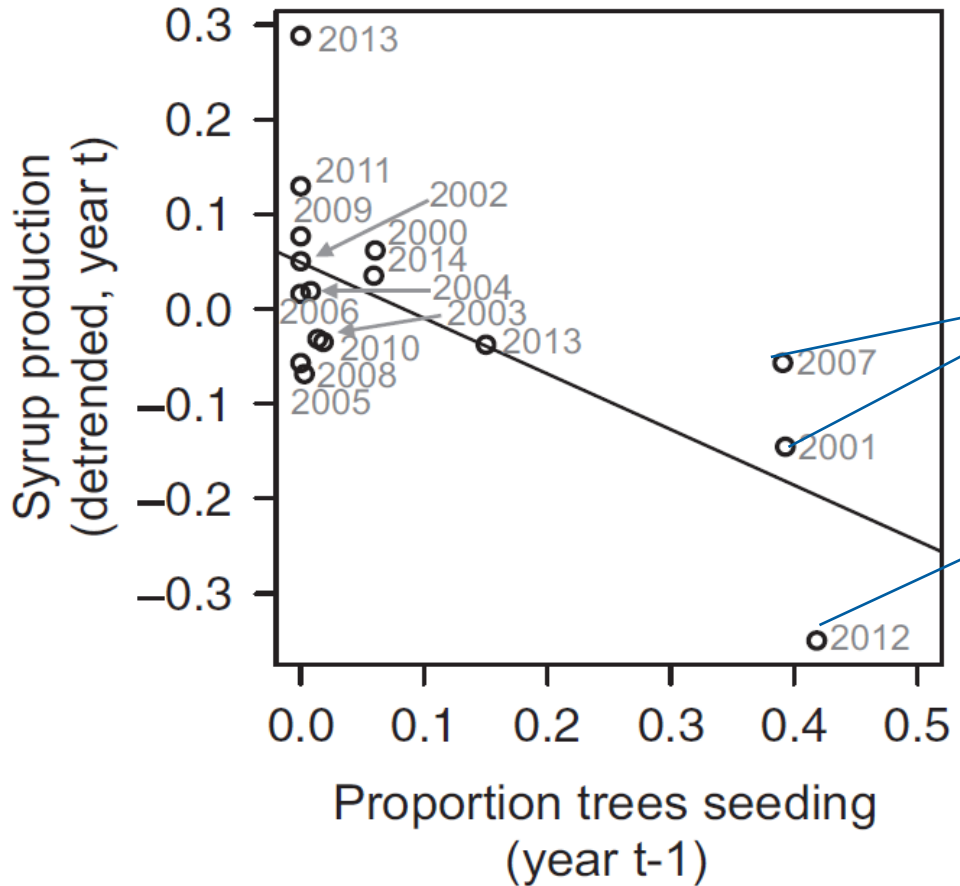




Une bonne année semencière nuit à la production de sirop au printemps suivant

Étude provenant du Vermont Rapp et Crone (2015)

Production de sirop



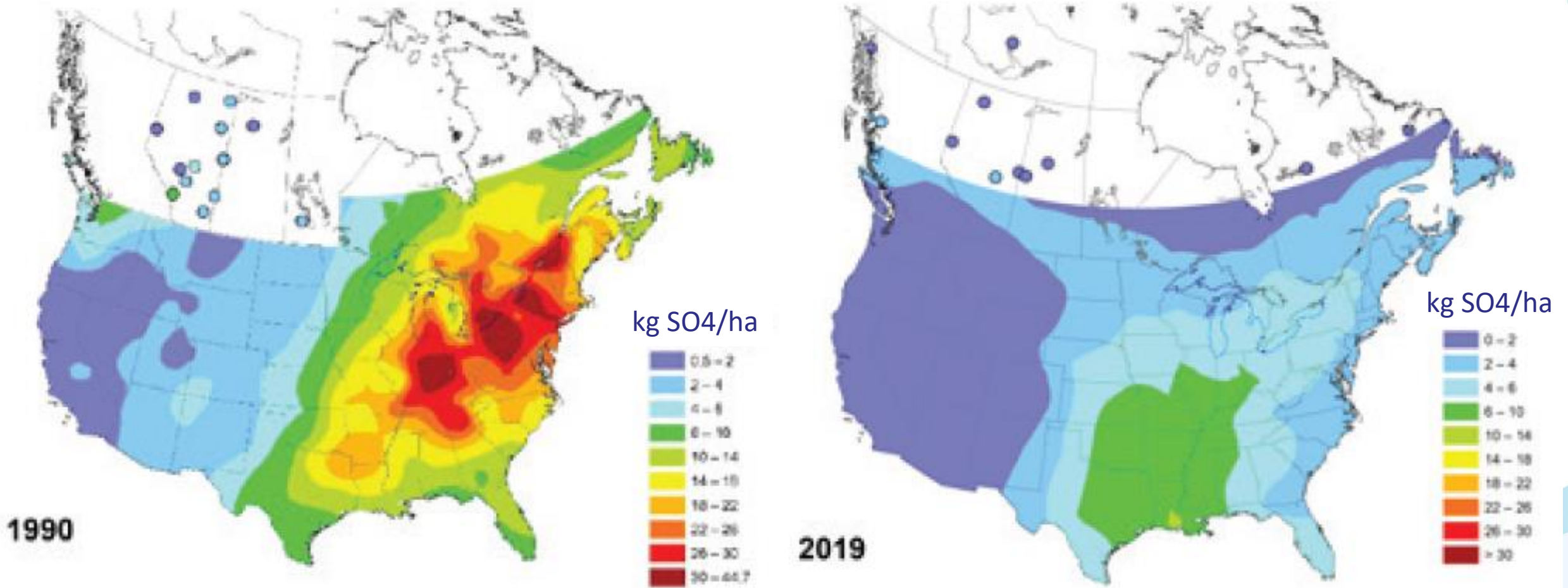
Mettre l'énergie à la bonne place!

IL PLEUT A MOURIR



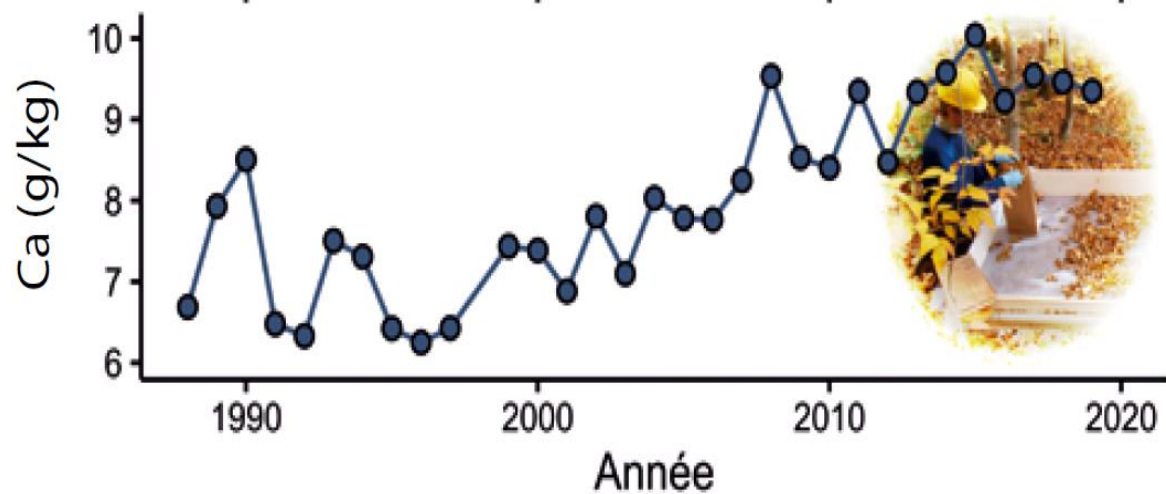
Alain Gauthier, président du comité sur le dépérissement des érablières, UPA
Journal Le Soleil, 8 juin 1988

Pluies acides



Amélioration récente de l'acidité du sol des forêts !

Station RESEF 301 – Lac Clair, [Ca] de la litière





Facteurs abiotiques: changements climatiques



Récupération post-verglas de 1998

Été 1998



Été 2002



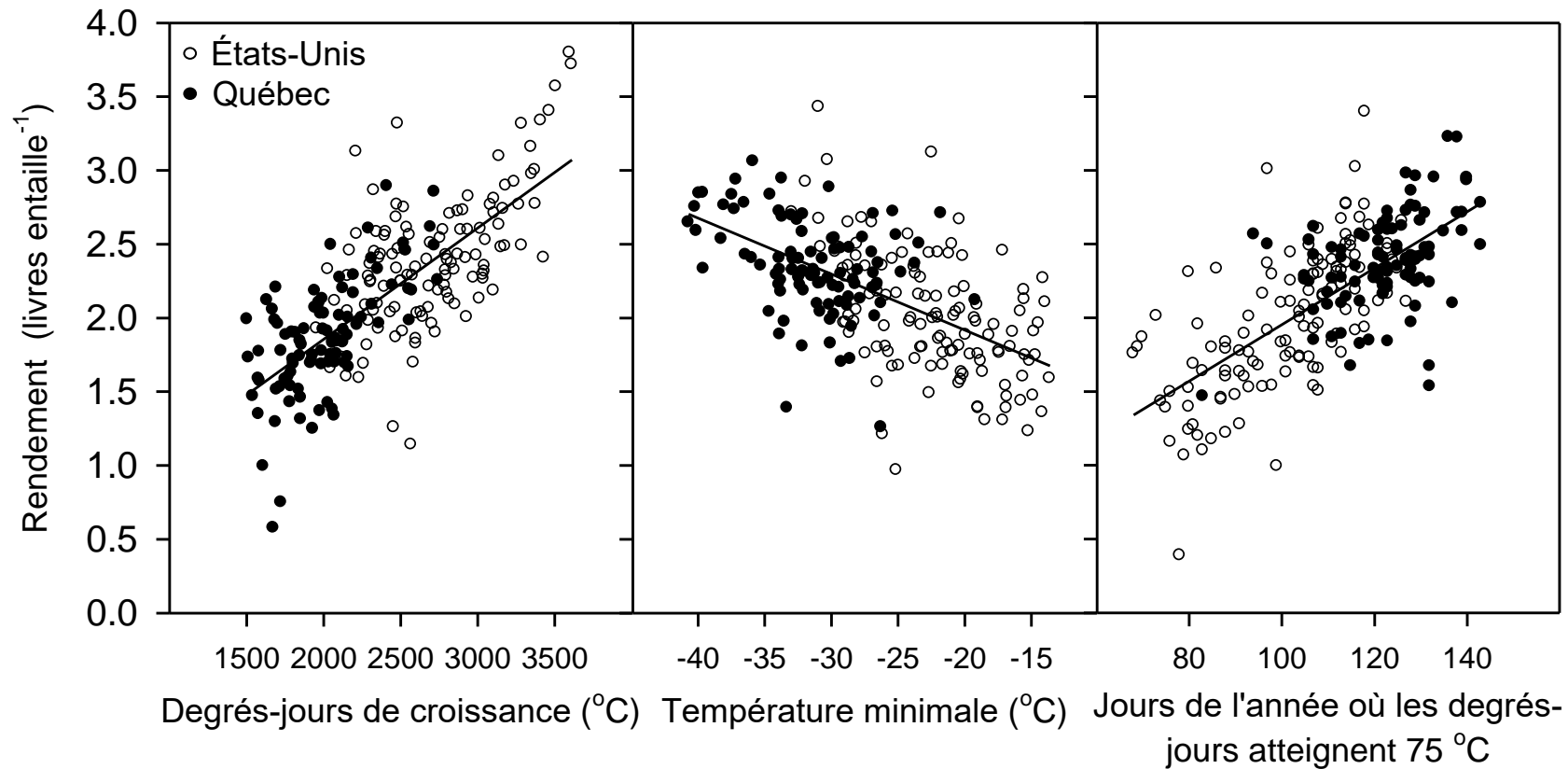
Site no: 1701

Parcelle no: 05

Arbre no: 03

Cime résiduelle: 5 %

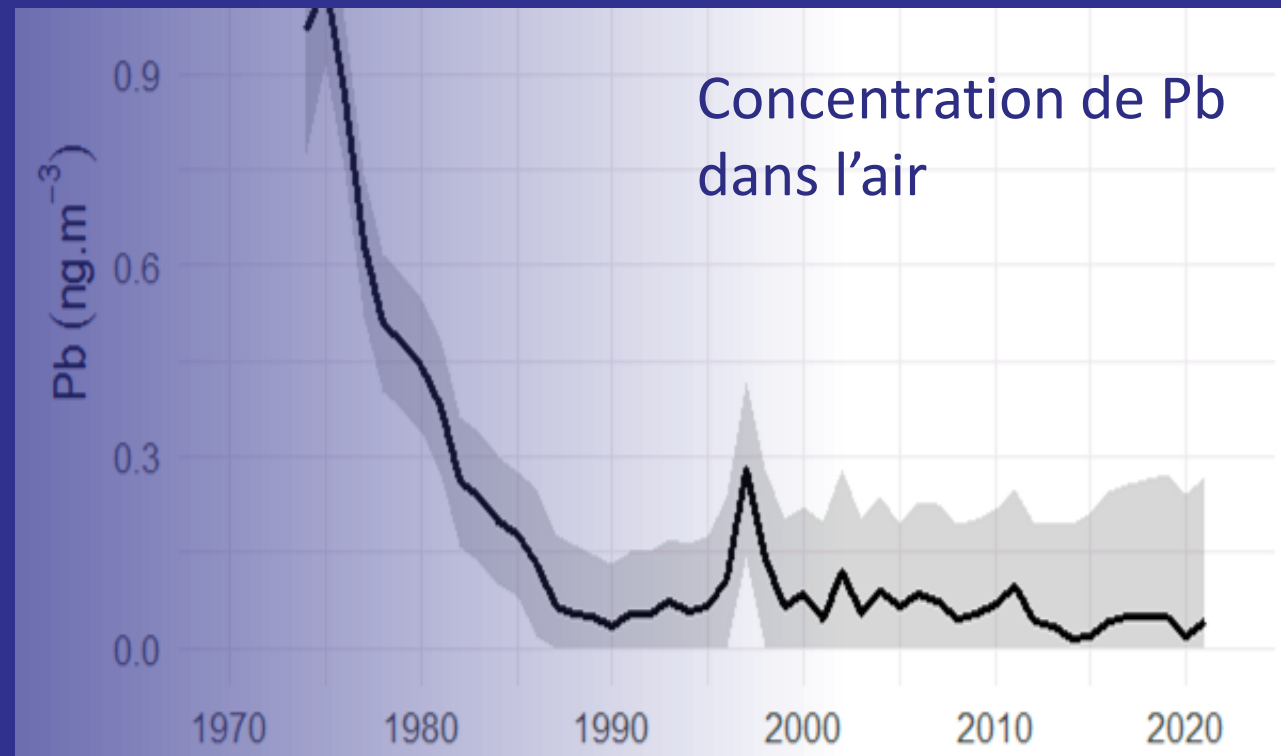
Le climat joue un rôle sur la production de sirop

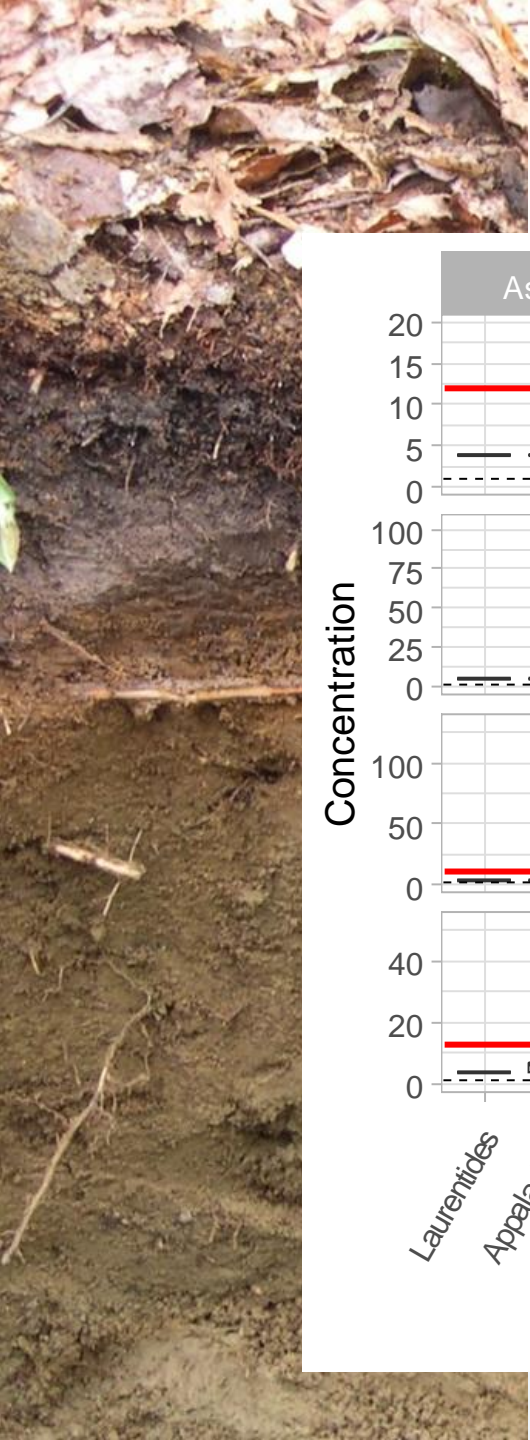


Duchesne et coll. (2014)

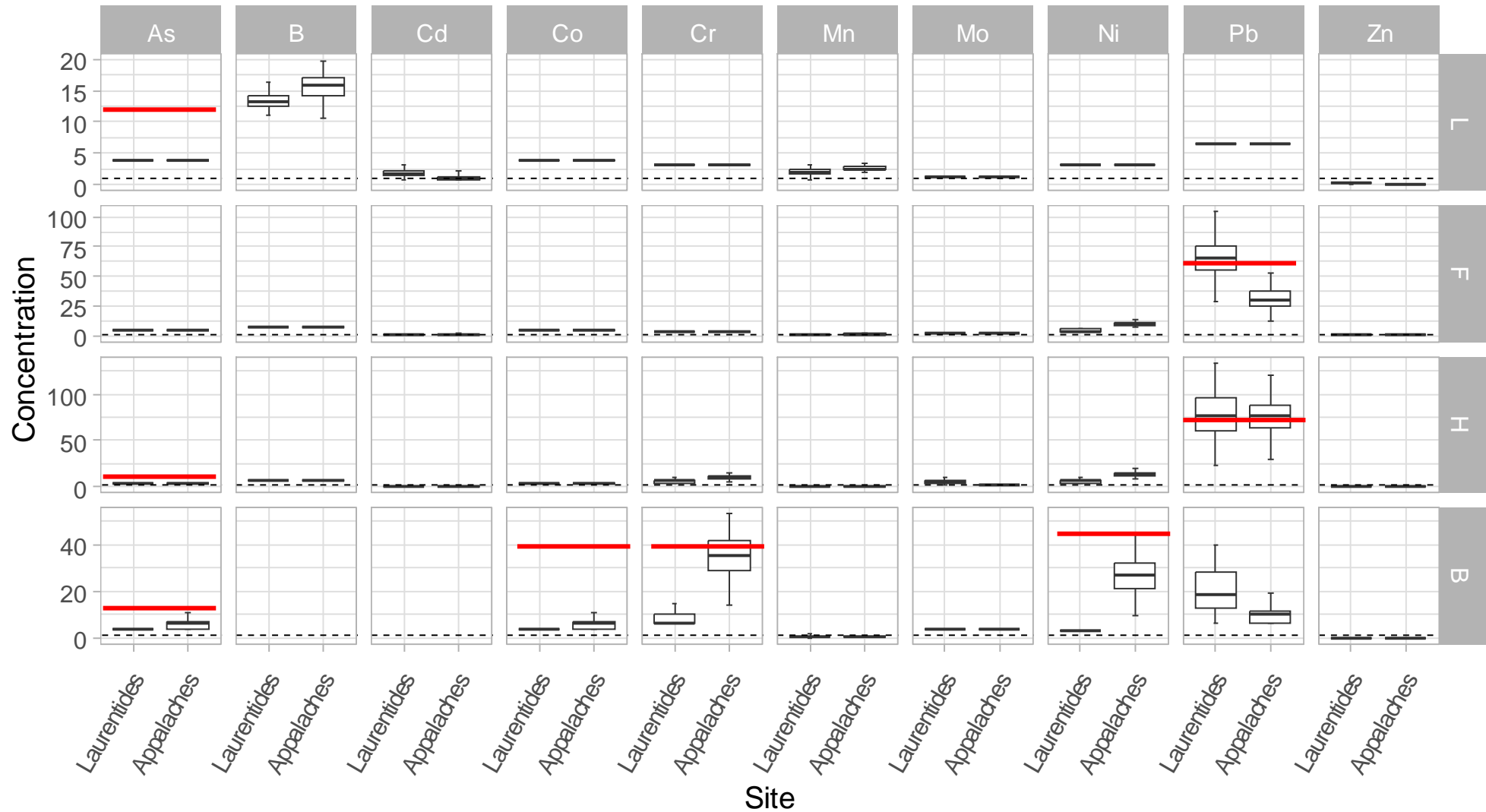
Dans le cadre de l'entente californienne, la teneur en plomb maximale autorisée dans le sirop d'érable est de **11 ppb**

Métaux traces





Métaux traces dans les sols dans deux régions



Couche du sol

Concentration: mg/kg excepté pour le Mn exprimé en g/kg



La DRF: plus de 50 ans à votre service Ouimet et coll. (en prép.)

Ce que tu ne sais pas mon chatGPT, tu oublies ce que les **hommes** font dans leur érablière ! Tu ne peux pas remplacer un conseiller forestier qui met ses bottes de terrain!





Qu'est-ce que je peux faire
pour prévenir le
déperissement dans mon
érablière?



La prévention du dépérissement des érablières passe par une bonne gestion:

- de la densité du peuplement
- de la diversité des essences
- de la protection contre les agents biotiques et abiotiques

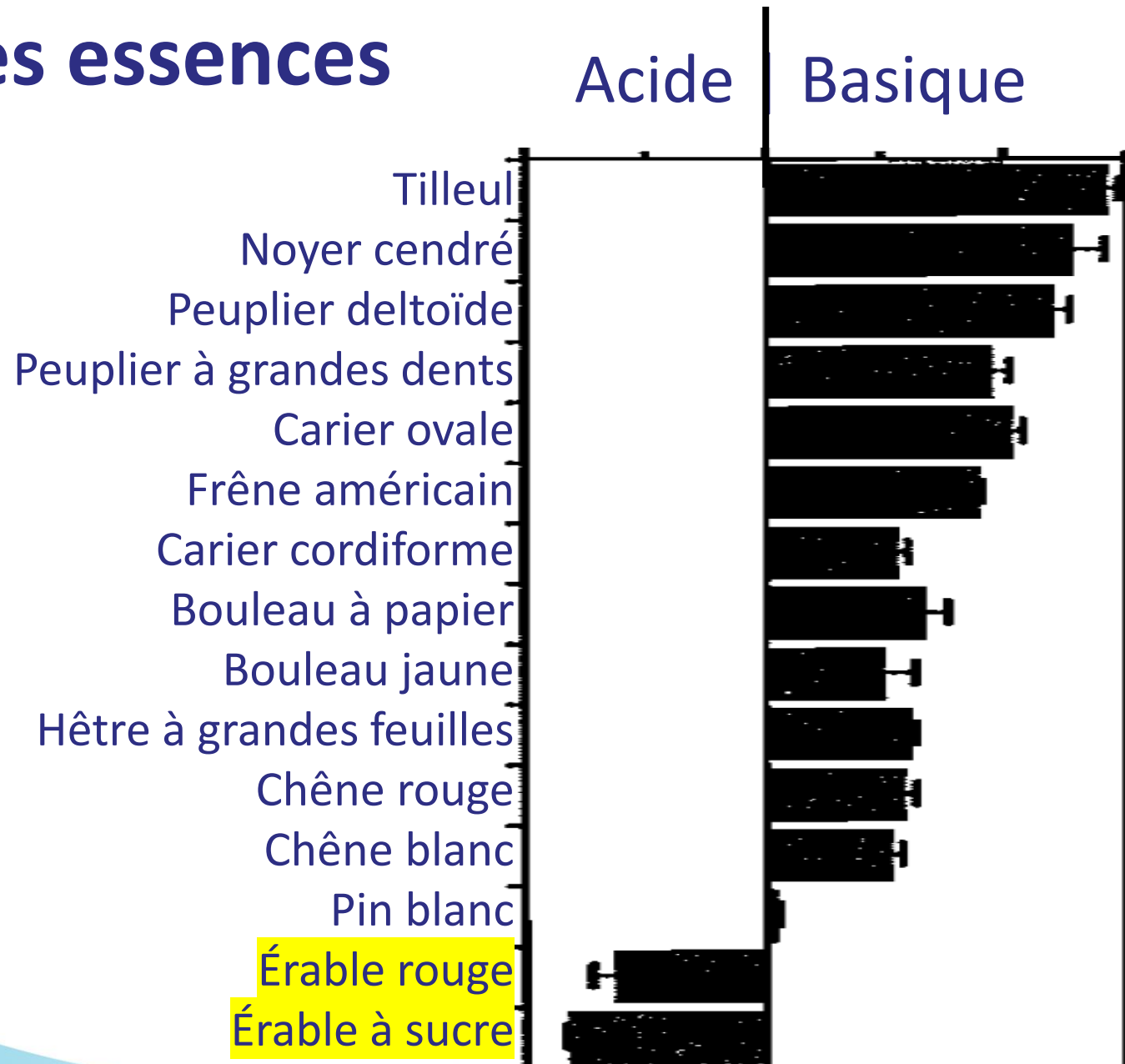


- **Favorisez la diversité des essences** dans votre érablière, en conservant au moins 10 % de la surface terrière en essences compagnes, comme le pin blanc, le bouleau jaune, le hêtre à grandes feuilles, le cerisier tardif, etc. Ces essences contribuent à la stabilité du peuplement, à la résistance aux perturbations et à la fertilité du sol et à la qualité du sirop.
- Protégez votre érablière contre les agents biotiques, comme les insectes, les champignons, les blessures mécaniques, les dégâts causés par la faune, etc.
- Pour cela, vous pouvez **surveillez l'état de santé de vos érables**, utiliser des méthodes de lutte intégrée, éviter les blessures lors de l'entaillage ou du débardage, installer des clôtures ou des répulsifs pour éloigner les animaux, etc.
- Protégez votre érablière contre les agents abiotiques, comme les pluies acides, la pollution, le verglas, les sécheresses, les insolation, les gélivures, etc. Pour cela, vous pouvez tenir compte du climat, de la topographie, de l'exposition et de l'histoire de votre érablière, **favoriser des essences adaptées aux conditions du milieu**, **maintenez une structure inéquienne du peuplement**, éviter les coupes rases ou les éclaircies trop fortes, etc.



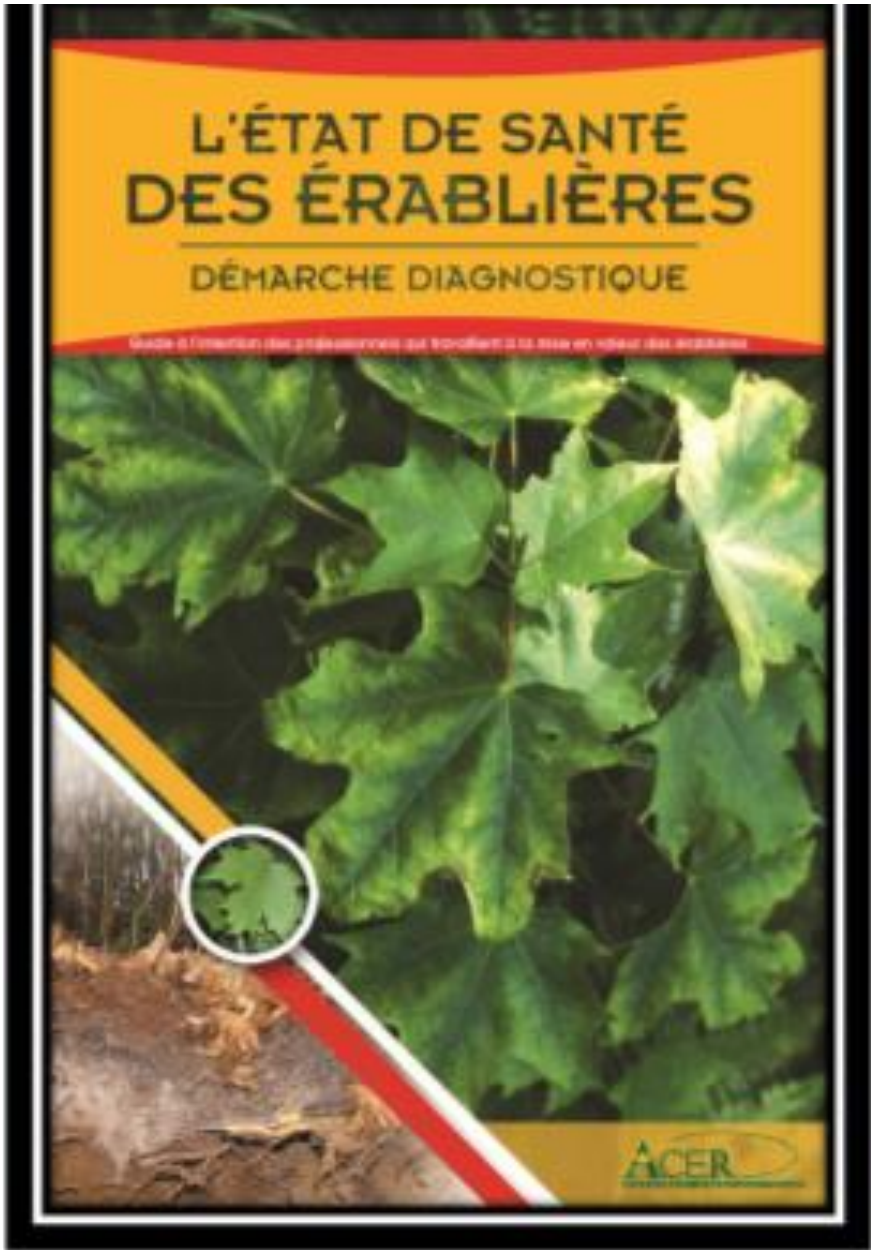
Favoriser la diversité des essences

- Résilience aux stress
- Insectes et maladies
- *La fertilité du sol dépend de l'arbre*



Acidité nette de la litière selon l'essence (Côté et coll. 1994)

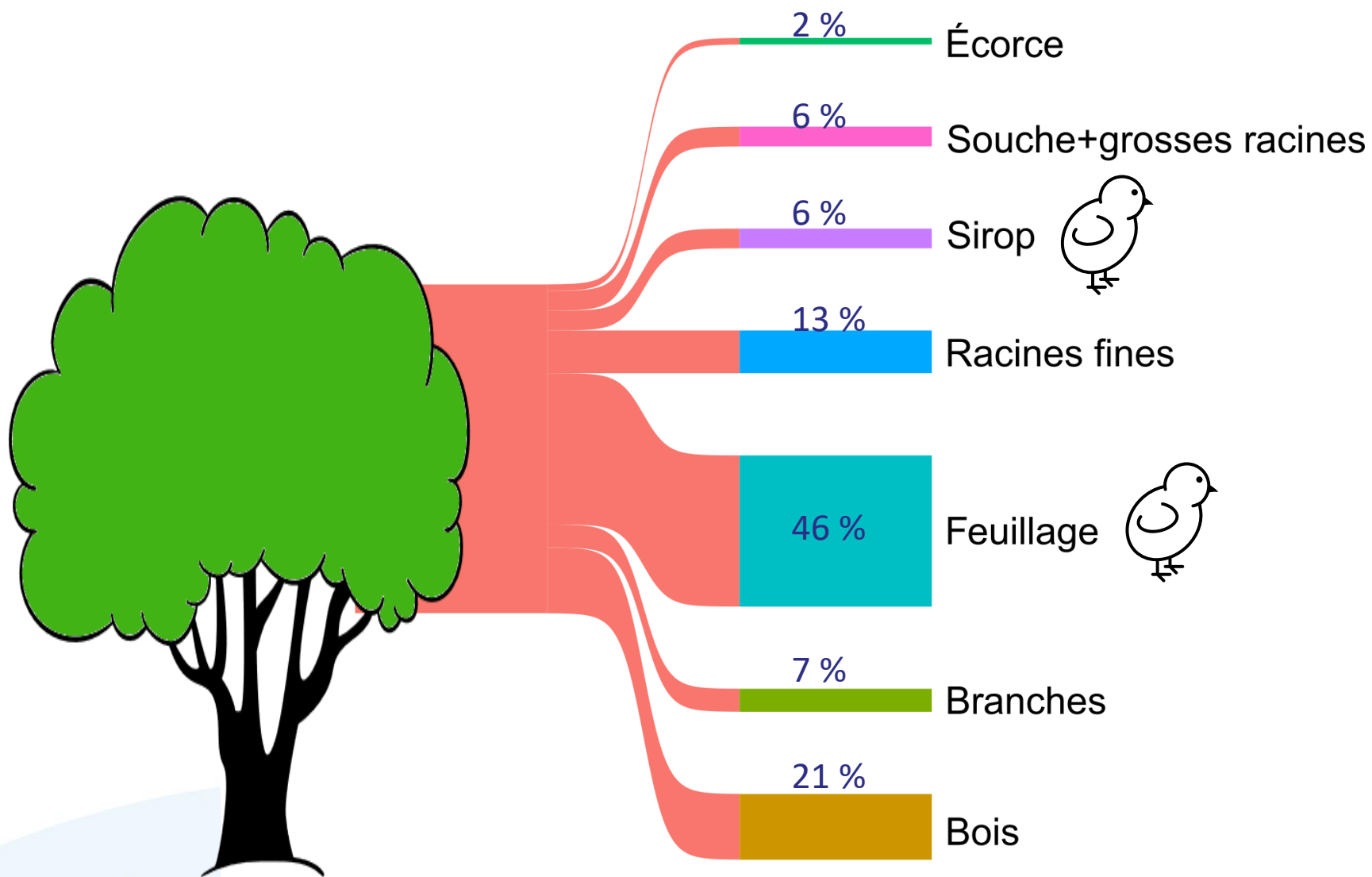
Surveiller l'état de santé de votre érablière



DRF: plus de 50 ans à votre service

Est-ce que le prélèvement de sève nuit à la santé des érables?

Allocation annuelle du carbone dans l'érable



Progression de la saison de récolte

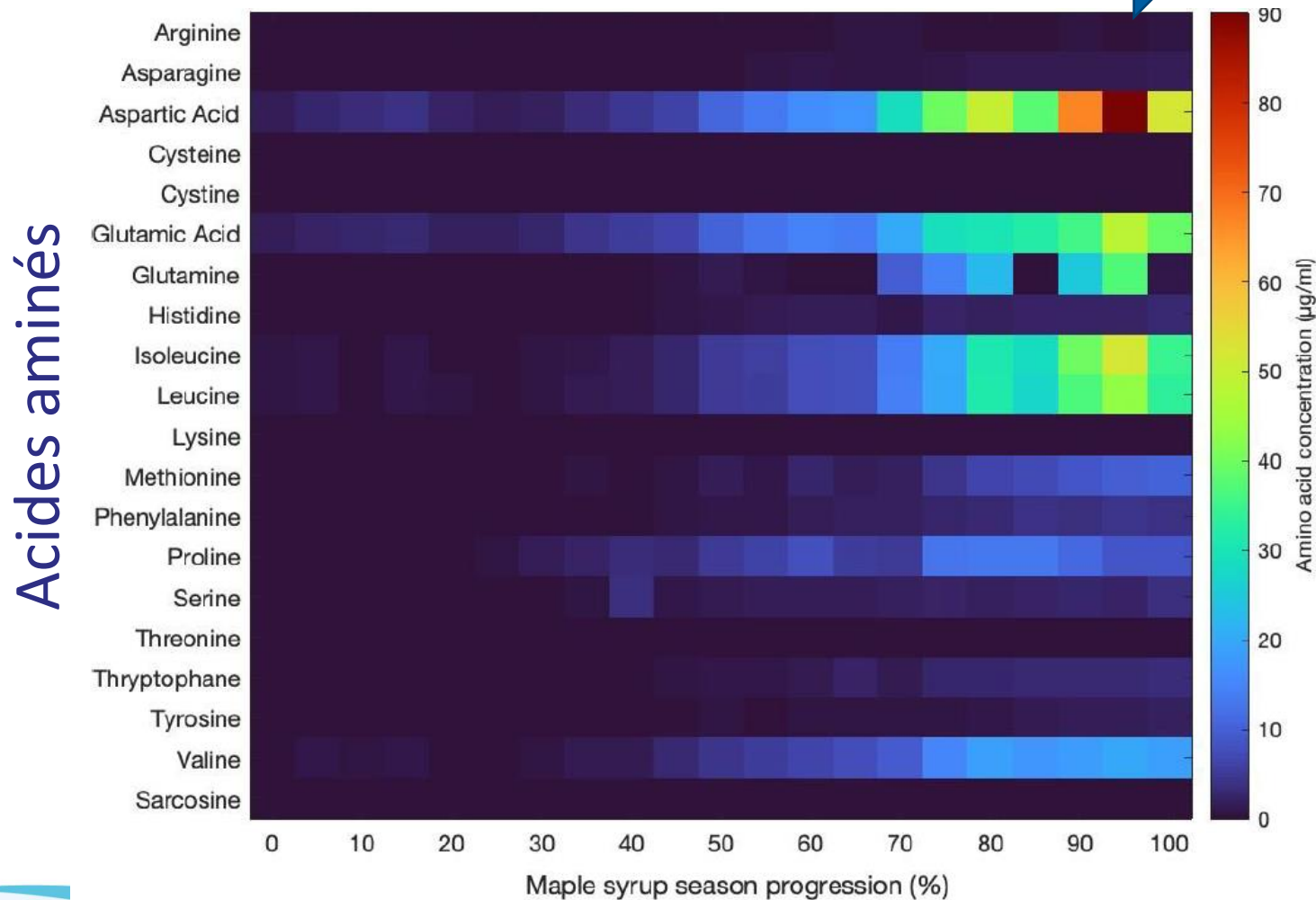


Photo: PPAQ

Les AA sont les matériaux de construction des protéines, enzymes et molécules de tolérance aux stress abiotiques et biotiques

Évolution de la concentration en acides aminés dans le sirop d'érable durant la saison des sucres (Forest et coll. 2023)

Ayoye!



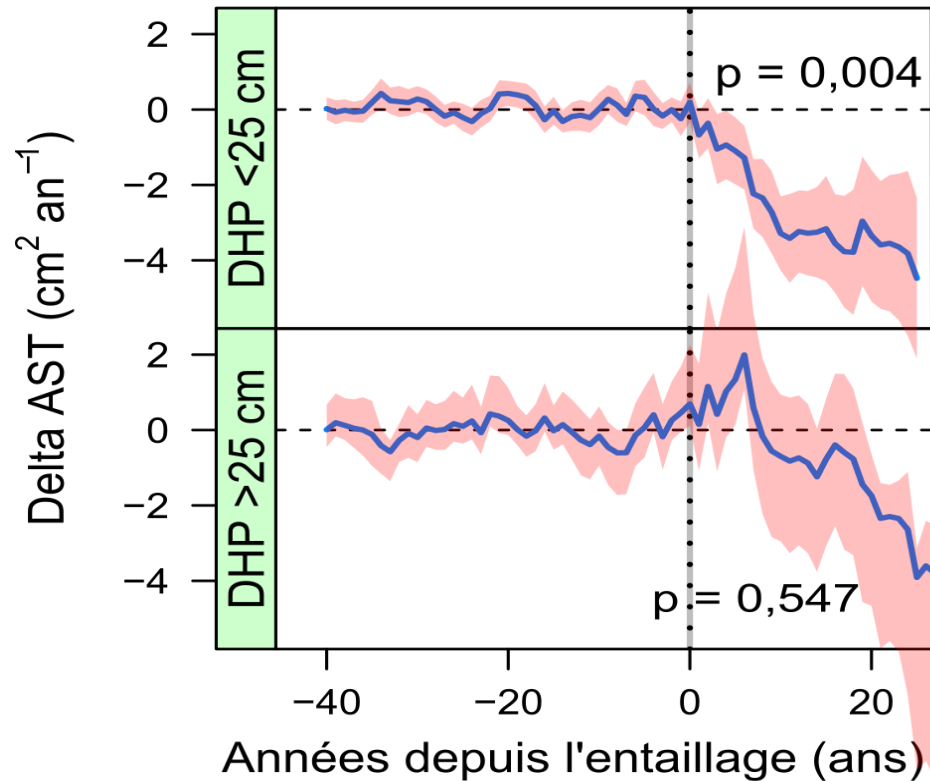
Meuh!



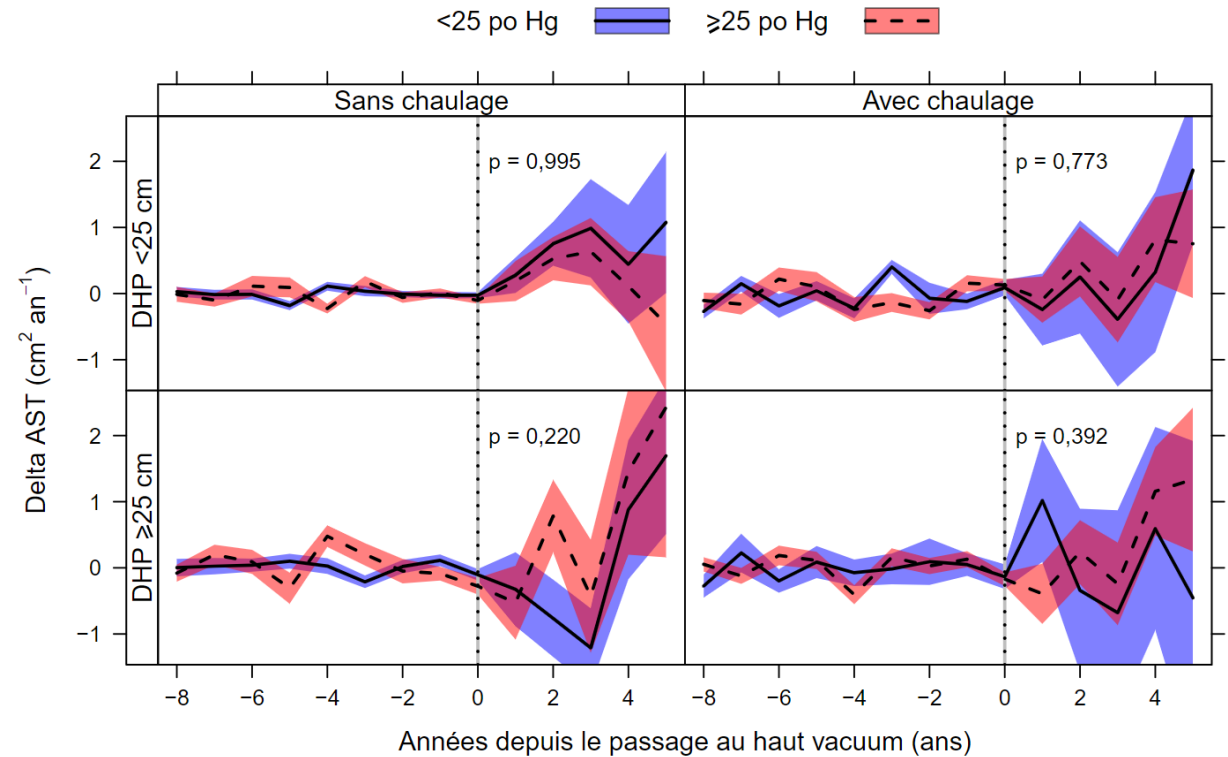
≠

Haut vacuum... est-ce vraiment mieux?

Effet de l'entaillage sous vide



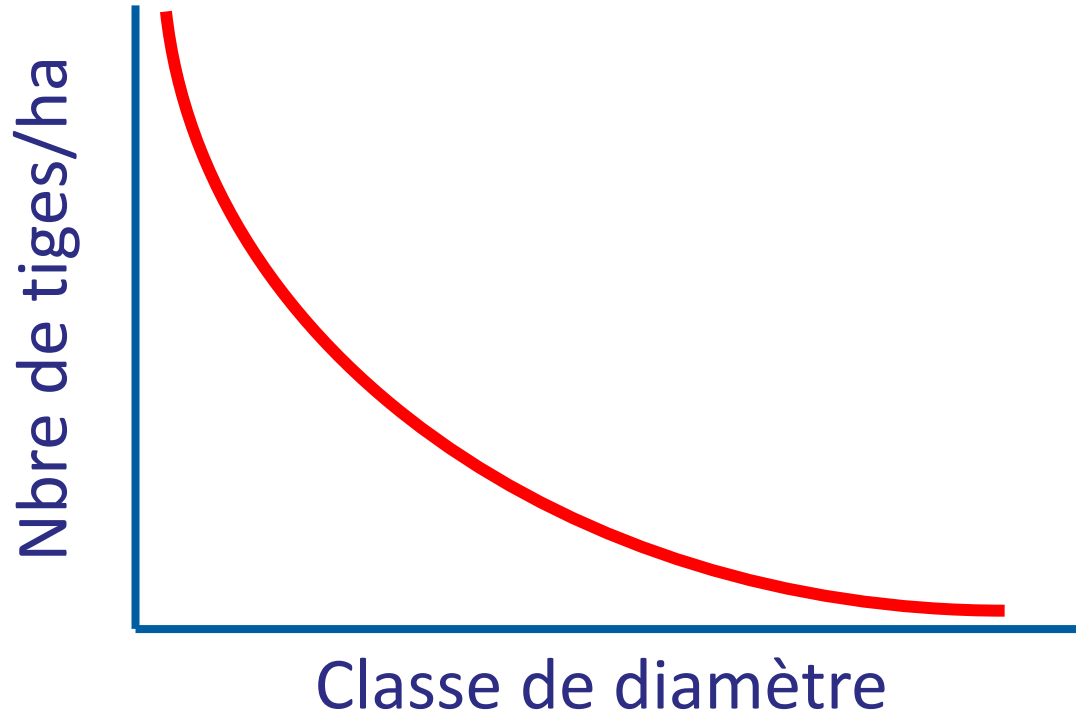
Haut vacuum vs. vacuum standard



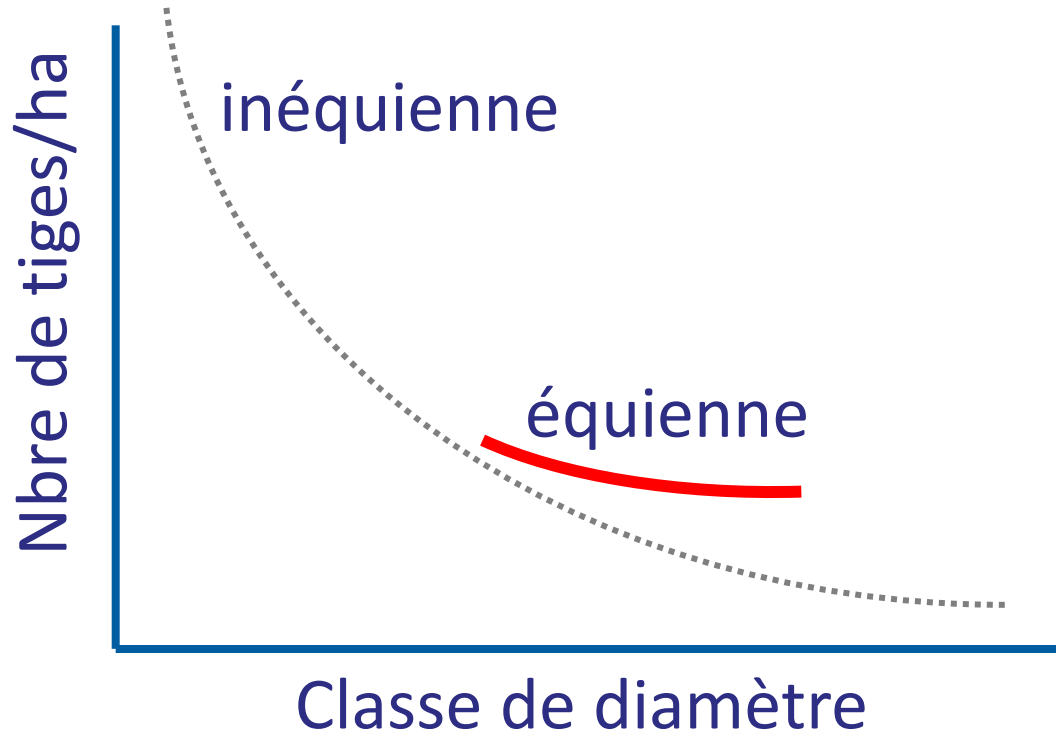
Effet du vacuum sur les arbres de moins de 25 cm de diamètre, mais pas d'effet du haut vacuum à court terme – 48 érablières en Estrie

(Ouimet 2023)

Maintenir une structure inéquienne du peuplement



Structure équiennne



Envahissement par la fougère

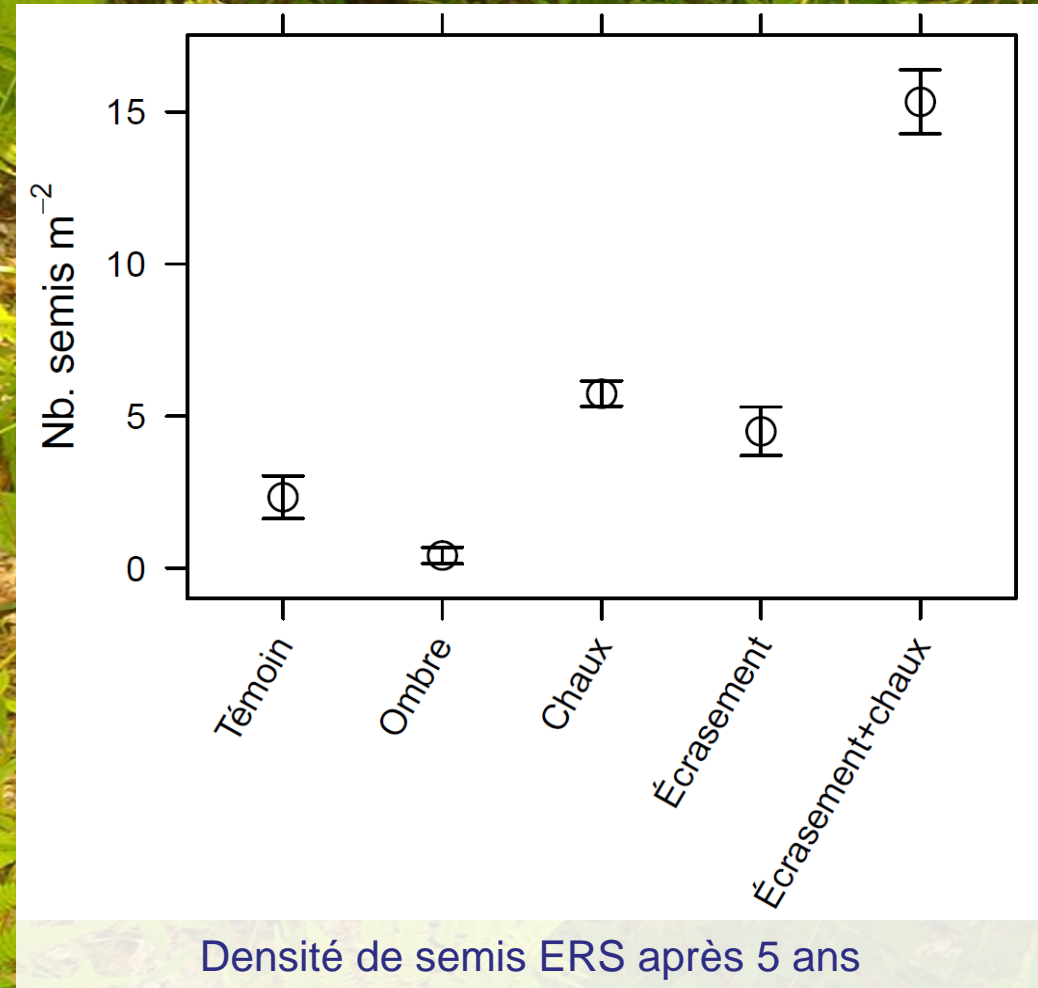
1. Ouverture du couvert
2. Sol acidifié /manque de régénération

Contrôle de la fougère

Meilleure recette:

- 2 coupes ou écrasements (début juin, début août) pendant 2 ans
- Chaulage si besoin selon les analyses du sol

Ouimet, Weiss et Lepage, 2016

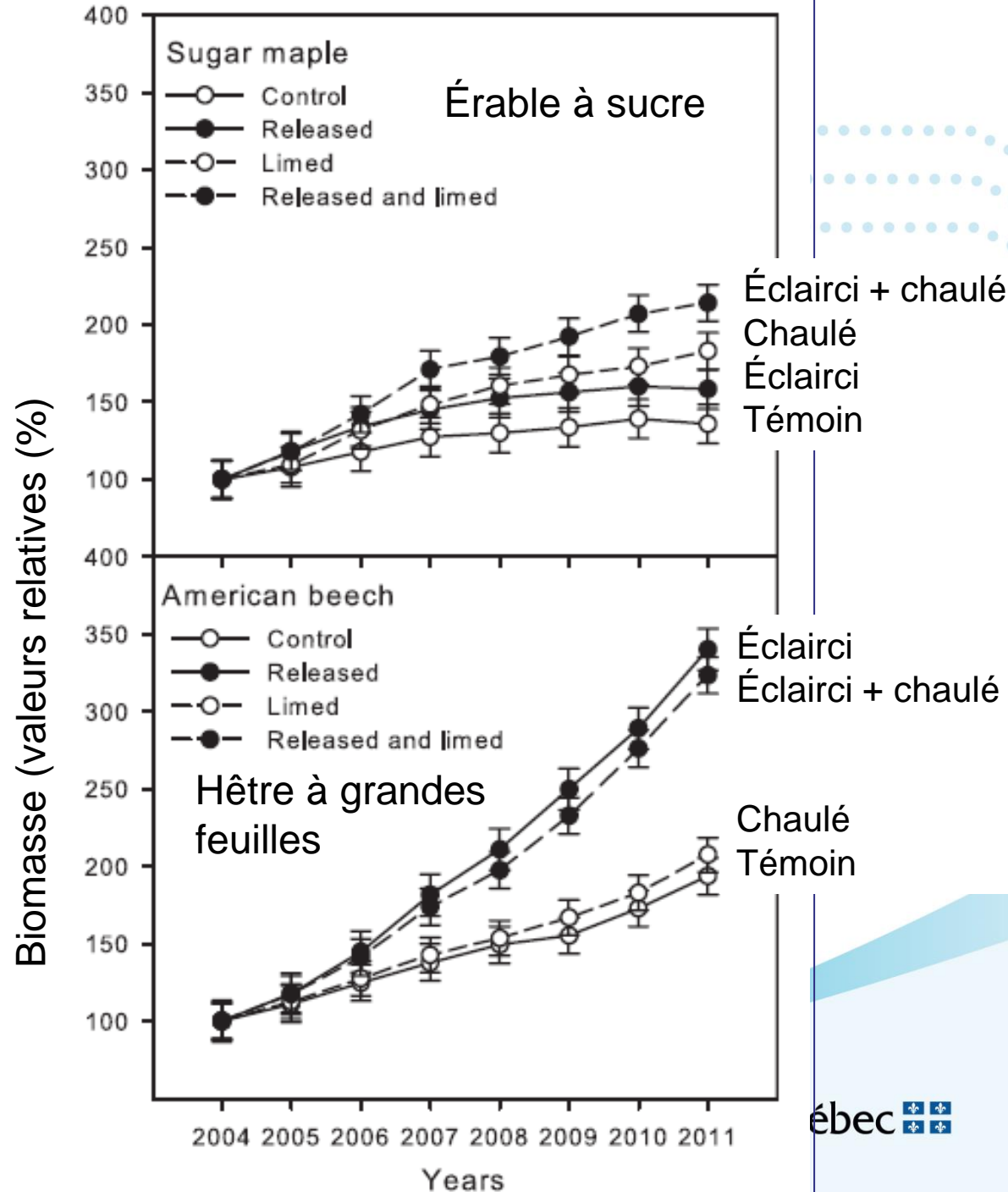






Envahissement par le hêtre

Contrôle du hêtre en sous-étage



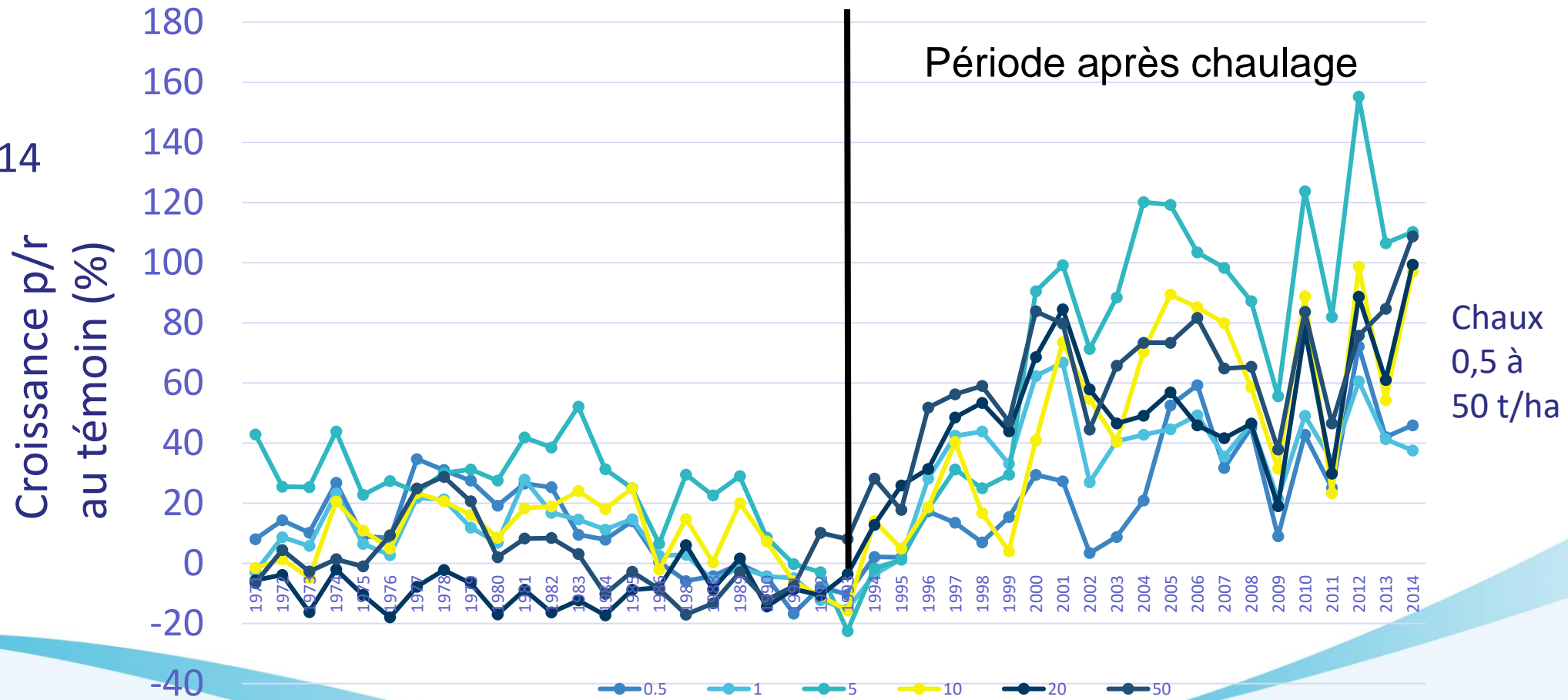
Chaulage des érablières



Effet du chaulage sur la croissance des arbres après 20 ans

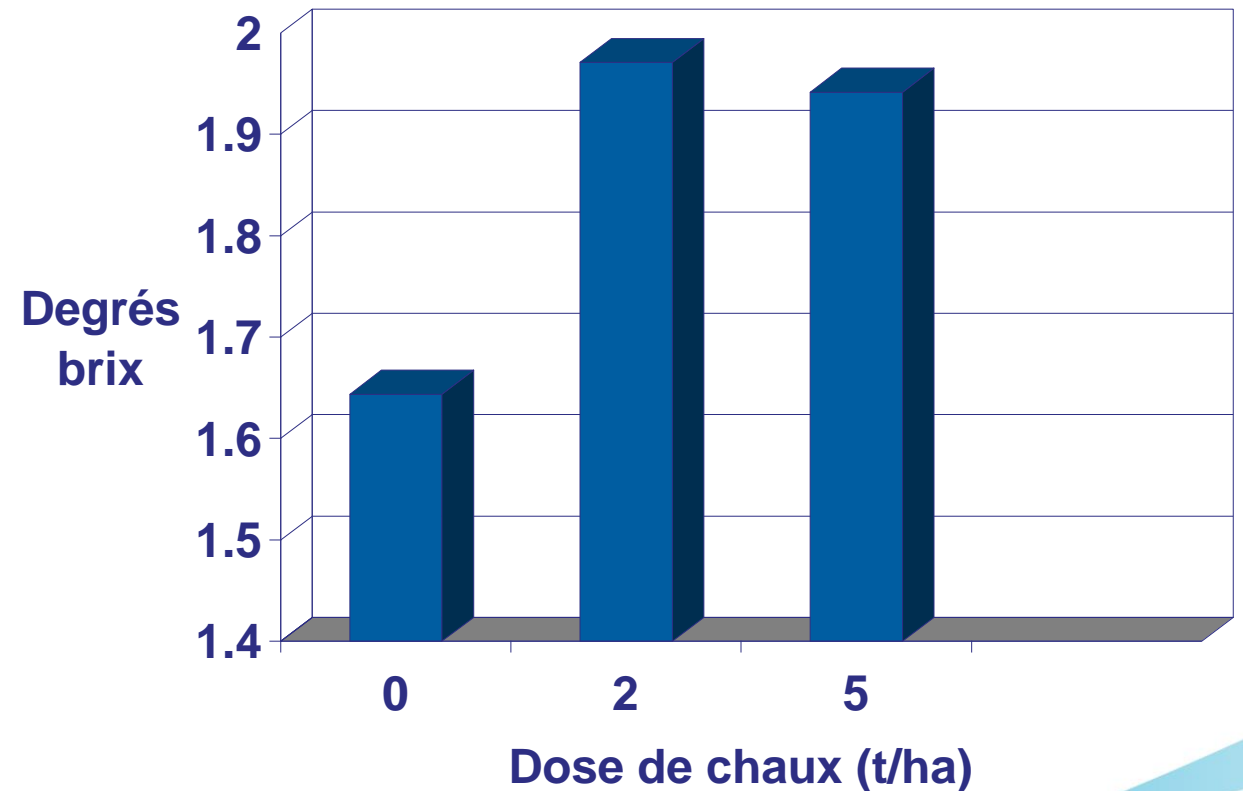
- Duchesnay
- Carencé en Ca
- Chaulé en 1994
- Remesuré en 2014

Croissance relative en surface terrière de l'érable à sucre, par rapport au témoin, avant et après l'application de chaux dolomitique effectuée à l'automne 1994.



Effet du chaulage sur la coulée

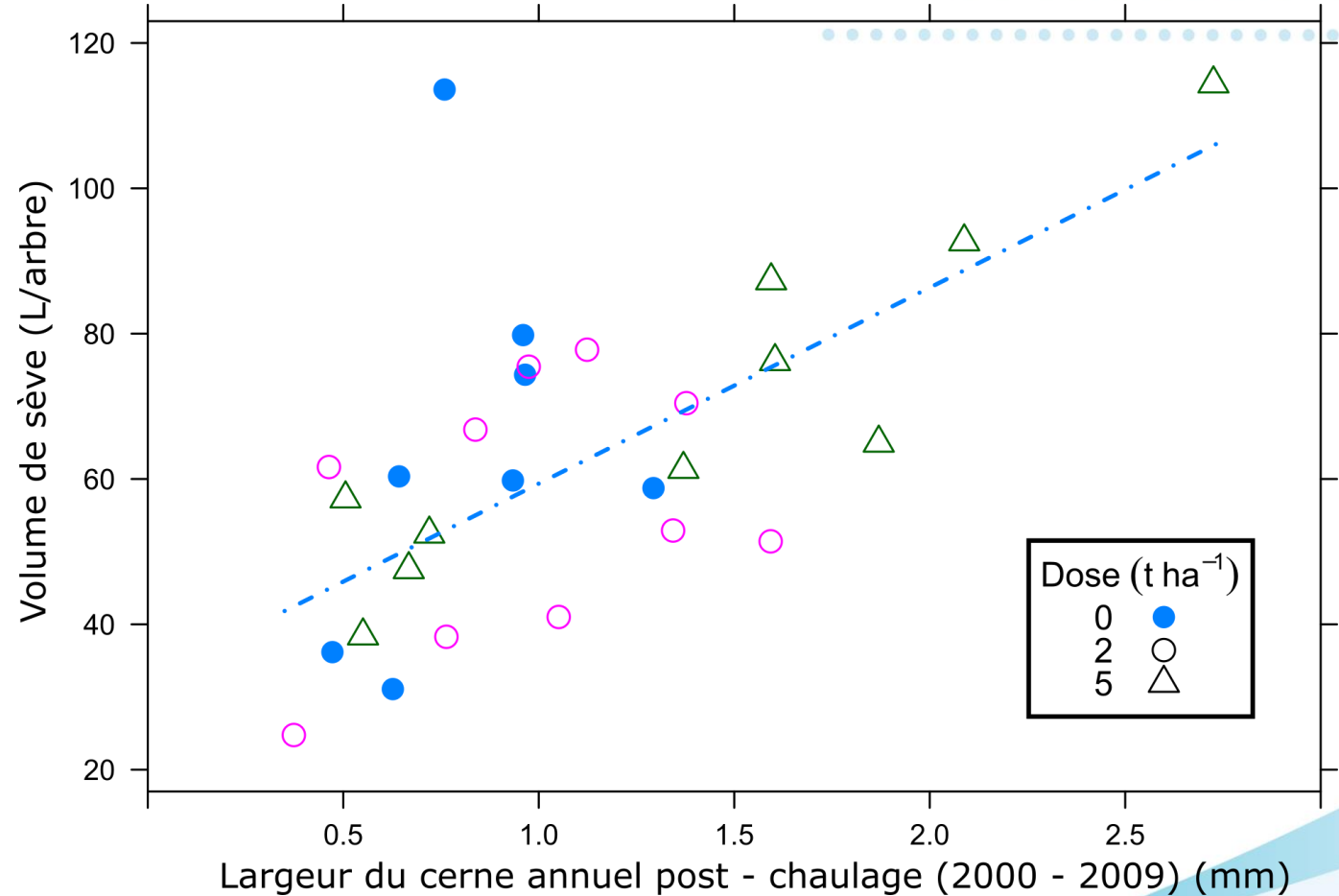
- Duchesnay
- Chaulé en 1994
- Après 18 ans
- Entaillé en 2012



Le chaulage a amélioré le taux de sucre
(Moore et coll. 2020)

Effet du chaulage sur la coulée

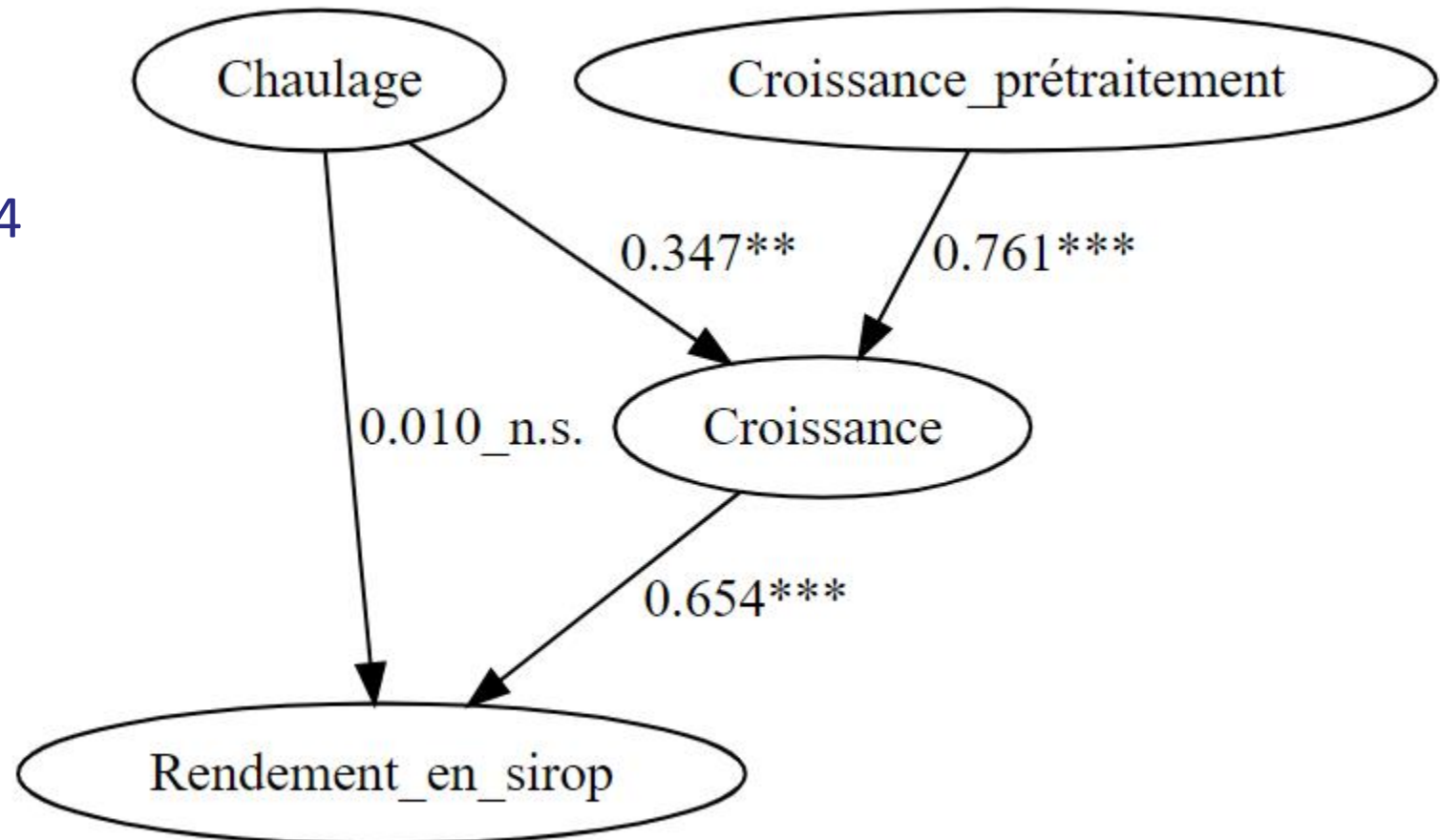
- Duchesnay
- Chaulé en 1994
- Après 18 ans
- Entaillé en 2012



Le chaulage a amélioré la coulée
(Moore et coll. 2020)

Effet du chaulage sur la vigueur des arbres

- Duchesnay
- Chaulé en 1994
- Remesuré en 2014



Effet du chaulage sur la diversité biologique



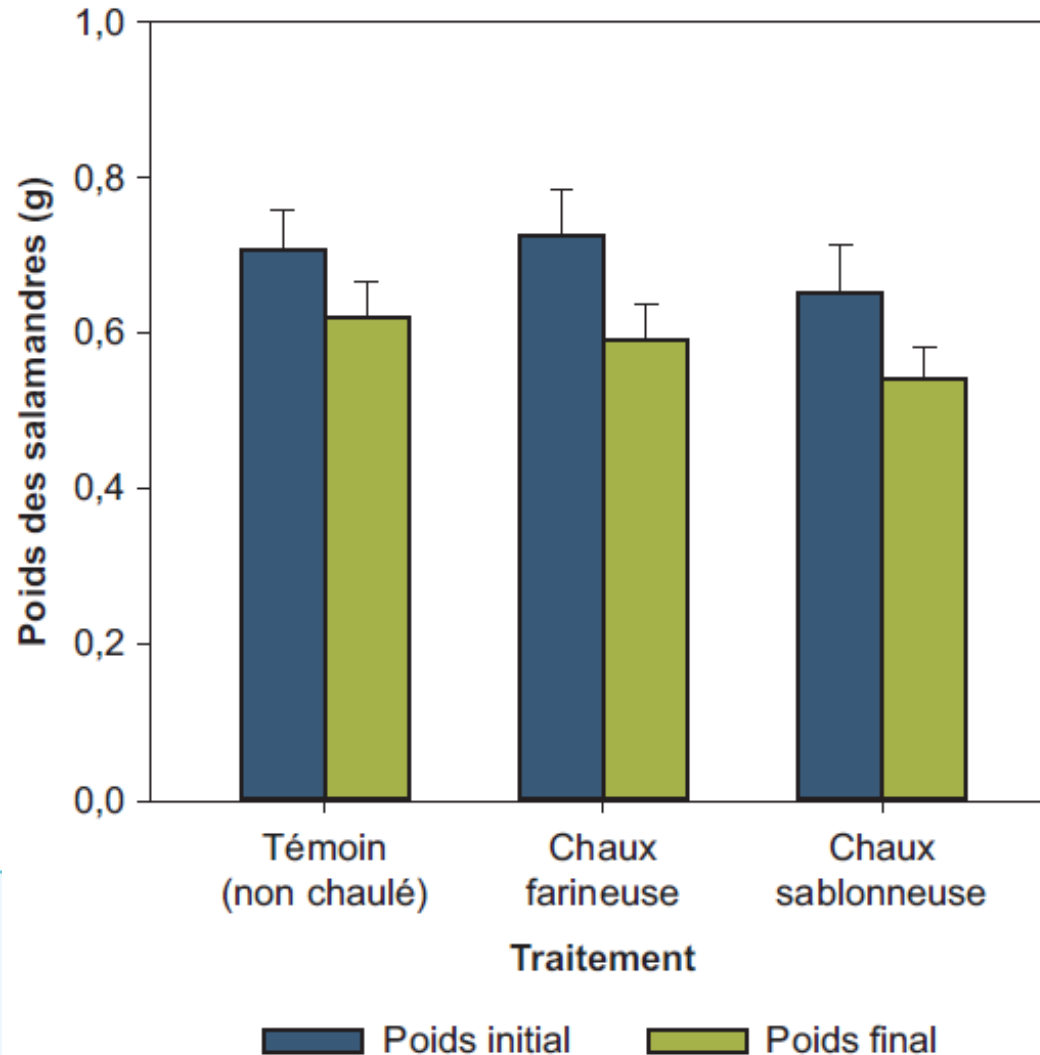
La salamandre cendrée est l'un des vertébrés les plus abondants dans les forêts du sud du Québec et du nord-est de l'Amérique du Nord. Dans certains de ces écosystèmes, sa biomasse peut être deux fois plus importante que celle des oiseaux, et égale à celle des petits mammifères.

La DRF: plus de 50 ans à votre service

Expérience de chaulage en microcosme avec les salamandres



Expérience de chaulage en microcosme avec les salamandres (J.-D. Moore, DRF)



Pas d'effet du chaulage et du type de chaux sur la survie de la salamandre

Moore, DRF 2014



Attention d'importer du terreau de l'extérieur dans l'érablière

Le chaulage rend le milieu propice à l'envahissement par les vers de terre exotiques - *Amyntas* (vers serpent fou)

Attention d'importer du terreau de l'extérieur dans l'érablière

- Envahissement par les vers de terre exotiques - *Amynthas*: éviter l'apport de terreau ou paillis provenant de pépinières



Figure 2: Un-invaded forest (left), invaded (right)

, Vermont



Moore et coll. (2018)

Québec

Conclusion: on n'est pas sorti du bois

À retenir:

1. ChatGPT ne remplacera jamais un conseiller forestier
2. Prudence avec les nouvelles technologies

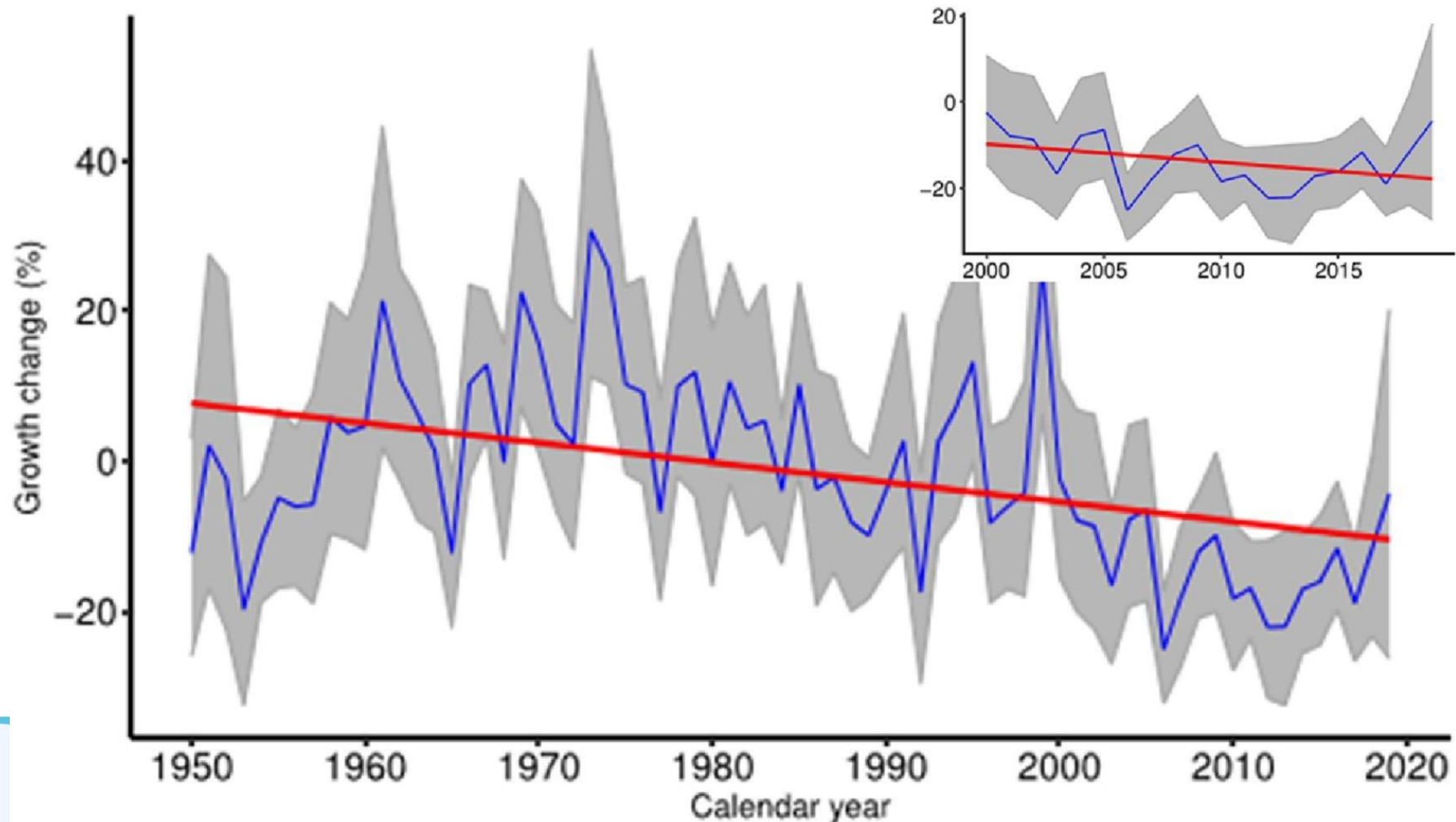
Érablière: un milieu naturel
un milieu diversifié
une ressource à exploiter de façon durable

} Résilience accrue
aux perturbations

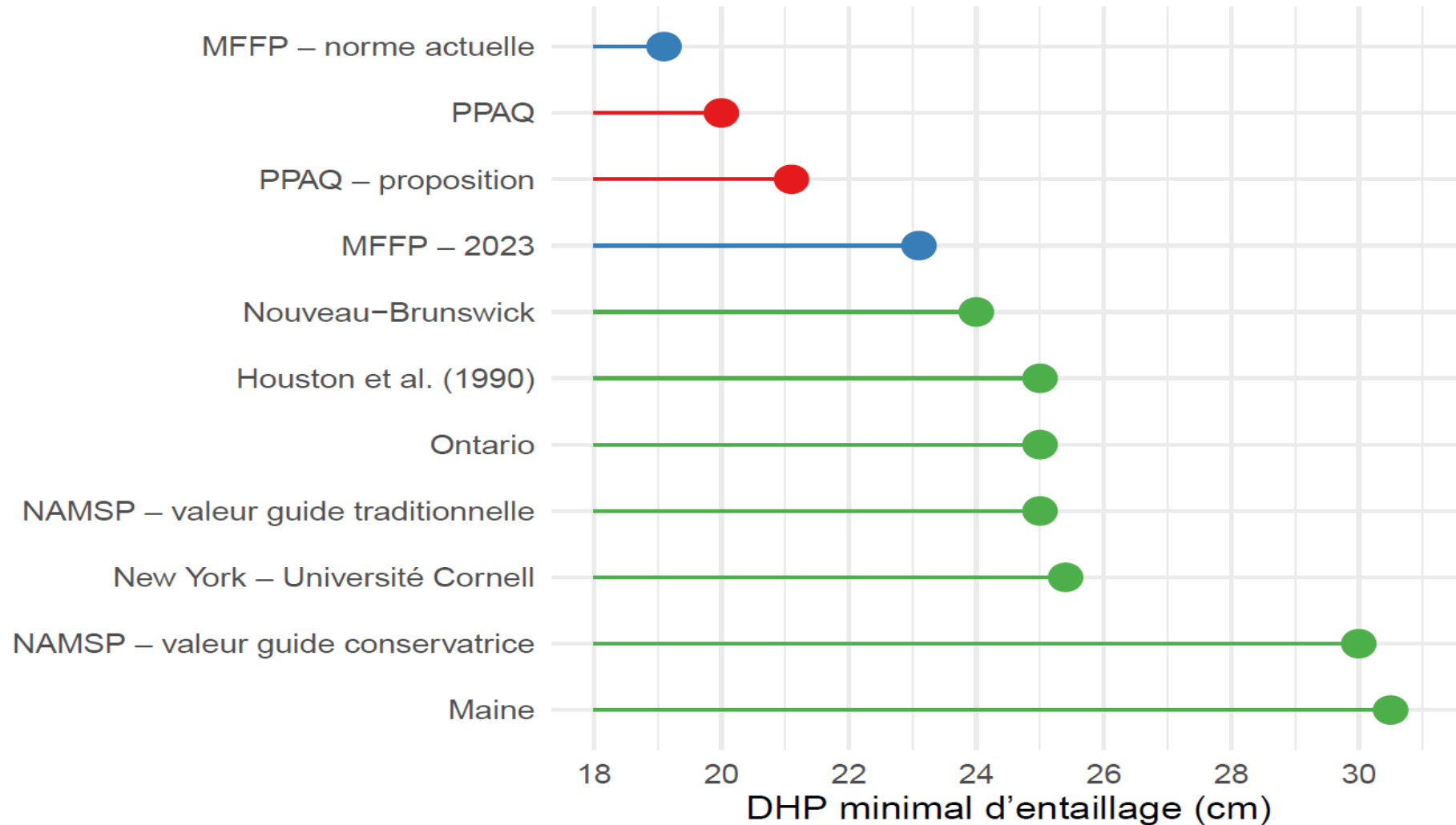
Références

- Allard, G.B. et M. Cartier, 2003. Survie des érables et productivité des érablières affectées par le verglas de janvier 1998. Centre ACER (éds.) 7 p. [https://gestion.centreaacer.qc.ca/fr/UserFiles/publications/157_fr.pdf]
- CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement), 1999. Recommandations canadiennes pour la qualité des sols : Environnement et santé humaine. Plomb (1999). Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement Winnipeg, Canada. 11 p. [<https://ccme.ca/fr/res/plomb-recommandations-canadiennes-pour-la-qualit-des-sols-environnement-et-sant-humaine-fr.pdf>]
- Côté, B. et J.W. Fyles, 1994. Nutrient concentration and acid-base status of leaf litter of tree species characteristic of the hardwood forest of southern Quebec. *Can. J. For. Res.* 24: 192-196. <https://doi.org/10.1139/x94-027>.
- DAEF, 2023. Connaissances de base en aménagement des érablières exploitées à des fins acéricoles. Document de référence. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestier. 17 p. [https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/forets/documents/gestion/GU_AmenagementForestierAcericulteur.pdf]
- Duchesne, L., R. Ouimet, R. Frisko et M.E. Roy, 2023. Où en sommes-nous avec les pluies acides? *Progrès forestier Automne 2023*: 4-6. <https://mffp.gouv.qc.ca/nos-publications/ou-en-sommes-nous-pluies-acides/>.
- Duchesne, L. et D. Houle, 2014. Interannual and spatial variability of maple syrup yield as related to climatic factors. *PeerJ* 2: e428. <https://doi.org/10.7717/peerj.428>.
- Duchesne, L., J.D. Moore et R. Ouimet, 2013. Partitioning the effect of release and liming on growth of sugar maple and american beech saplings. *North. J. Appl. For.* 30(1): 28-36. <https://doi.org/10.5849/njaf.12-012>.
- Environnement et Changement climatique Canada, 2023. Accord Canada-États-Unis sur la qualité de l'air. Rapport d'étape 2020-2022. no Rapport n° En85-1-2022-fra.pdf. Ottawa, Canada. 39 p. [https://publications.gc.ca/collections/collection_2023/eccc/En85-1-2022-fra.pdf]
- Forest, S., J. Coutu, Montiel, J.M. Léon, I. Beniani, Z.S. Yu, M. Craig, J.F. Masson, 2023. Prediction of maple syrup quality from maple sap with a plasmonic tongue and ordinal mixed-effects modeling. *ACS Food Science & Technology* 3(4): 635-647. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.2c00397>.
- Lawrence, G., P.W. Hazlett, J.J. Fernandez, R. Ouimet, S.W. Bailey, W.C. Shortle, K.T. Smith et M.R. Antidormi, 2015. Declining acidic deposition begins reversal of forest-soil acidification in the northeastern U.S. and eastern Canada. *Environmental Science & Technology* 49(22): 13103-13111. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.5b02904>.
- MELCC, 2022. Banque de données sur la qualité de l'air ambiant. Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement. Dans: Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Québec.
- MFFP, 2018. Relevés aériens des dommages causés par la livrée des forêts. Dans: Données sur les perturbations naturelles - Insecte : Livrée des forêts. [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/donnees-sur-les-perturbations-naturelles-insecte-livree-des-forets>]
- Moore, J.D., 2014. Effet du chaulage des érablières sur la salamandre cendrée. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 54. 2 p. [<https://mffp.gouv.qc.ca/nos-publications/effet-chaulage-erablieres-salamandre-cendree/>]
- Moore, J.D., L. Duchesne, R. Ouimet et M.L. Deschênes, 2020. Le chaulage peut-il améliorer le rendement en sirop d'érable à long terme? Direction de la recherche forestière, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Avis de recherche forestière n° 146. 2 p. [<https://mffp.gouv.qc.ca/nos-publications/chaulage-rendement-sirop-erable-long-terme/>]
- Moore, J.D., J.H. Görres et J.W. Reynolds, 2018. Exotic Asian pheretimoid earthworms (*Amyntas* spp., *Metaphire* spp.): Potential for colonisation of south-eastern Canada and effects on forest ecosystems. *Environmental reviews* 26(2): 113-120. <https://doi.org/10.1139/er-2017-0066>.
- Ouimet, R., 2023. Effet du haut vacuum sur la croissance des érables à sucre en Estrie : résultats préliminaires. Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles et des Forêts. Note de recherche forestière n° 159. 10 p. [<https://mffp.gouv.qc.ca/nos-publications/effet-haut-vacuum-croissance-erables-sucre-estrie/>]
- Ouimet, R., F. Guillemette, L. Duchesne et J.D. Moore, 2021. Effect of tapping for syrup production on sugar maple tree growth in the Quebec Appalachians. *Trees* 35(1): 1-13. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-02001-x>.
- Ouimet, R., J.D. Moore et L. Duchesne, 2012. Diagnostic des éléments limitatifs à partir du feuillage et du sol (DELFE). Version 1,3. Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles. Québec, QC. [<https://mffp.gouv.qc.ca/nos-publications/delfes-diagnostic-elements-limitatifs-feuillage-erable-sucre-sol-v1-3/>]
- Ouimet, R., G. Weiss et M.J. Lepage, 2016. Prolifération des fougères dans les érablières du Québec : ampleur du phénomène et moyens de le contrer. *Naturaliste Canadien* 140(1): 32-41. <https://doi.org/10.7202/1034096ar>.
- Rapp, J.M. et E.E. Crone, 2015. Maple syrup production declines following masting. *For. Ecol. Manage.* 335: 249-254. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.09.041>.

Évolution de la croissance de l'érable à sucre au Québec



Diamètre minimum d'entailage

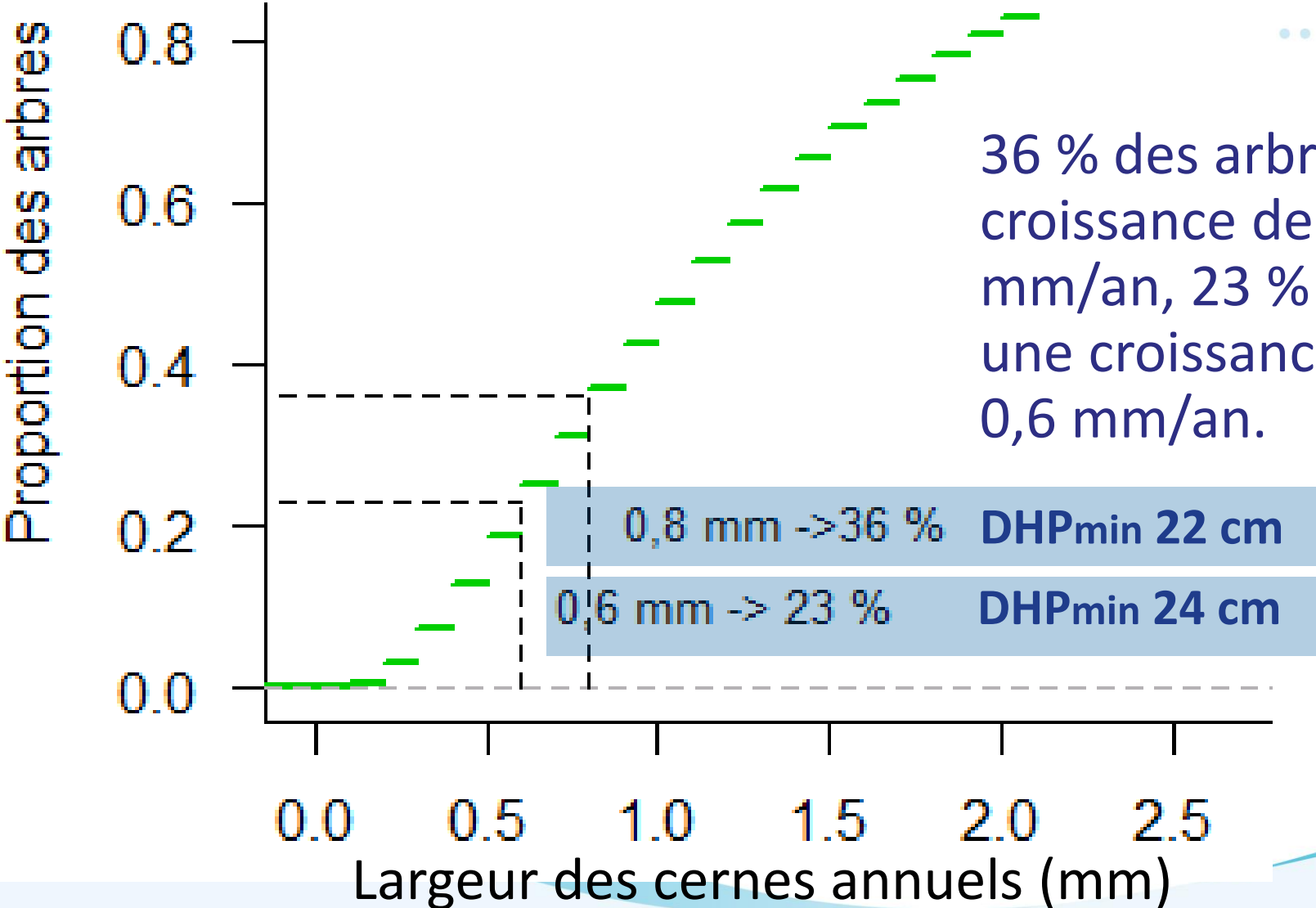




Terres publiques : Érablière à potentiel acéricole

Érablière ayant un potentiel acéricole: un peuplement feuillu composé d'érables à sucre ou d'érables rouges ou d'un mélange de ces 2 essences dans une proportion de plus de 60 % (en surface terrière) et permettant plus de 150 entailles par hectare.

Croissance des érables de classe de diamètre de 20 à 24 cm au Québec (placettes d'inventaires 4^e et 5^e décennal du MRNF, n = 24 194)



36 % des arbres ont une croissance de moins de 0,8 mm/an, 23 % des arbres ont une croissance de moins de 0,6 mm/an.