

# Impact de la sécheresse sur l'allocation des sucres chez l'Épinette noire et le Bouleau blanc en forêt mixte boréale.

Victor Gross,<sup>1</sup> Annie Desrochers,<sup>2</sup> Fabio Gennaretti,<sup>2,3</sup> Valentina Buttò<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de Recherche sur les Forêts, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Rouyn-Noranda, Canada

<sup>2</sup> Institut de Recherche sur les Forêts, Groupe de Recherche en Écologie de la MRC-Abitibi, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Amos, Canada

<sup>3</sup> Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy

Correspondance : Victor.Gross@uqat.ca



Forêt boréale (© Historica Canada)

## Contexte

La **forêt boréale canadienne** représente environ 24 % des forêts boréales mondiales et couvre plus de 550 millions d'hectares, constituant à elle seule 75 % de la superficie forestière totale du pays. Face à sa **forte hétérogénéité climatique**, le réchauffement impose un paradoxe : il allonge la saison de croissance et accentue une **hausse de l'évapotranspiration** là où l'eau est limitante, annulant les gains de biomasse. Cette dynamique engendre une **vulnérabilité accrue** pour les peuplements boréaux dont la fenêtre de croissance secondaire est brève (juin à août). Un **stress hydrique** sévère à cette période critique limite la formation du bois et compromet la mise en réserve de l'énergie nécessaire pour l'année suivante.

## Cadre conceptuel

**Contraintes physiologiques** : Face à un déficit hydrique, la survie de l'arbre repose sur la gestion simultanée de son intégrité physique et de ses réserves énergétiques (**Fig. 1**).

- **Tension biophysique** : Le manque d'eau augmente la tension de la sève et le risque d'embolie des conduits (*Cruizat et al. 2002*).

- **Le coût métabolique** : Pour compenser, l'osmorégulation et la respiration de maintenance génèrent un coût métabolique majeur au détriment direct de la croissance radiale (*West et al., 2001*).

- **Temporalité des facteurs limitants** :

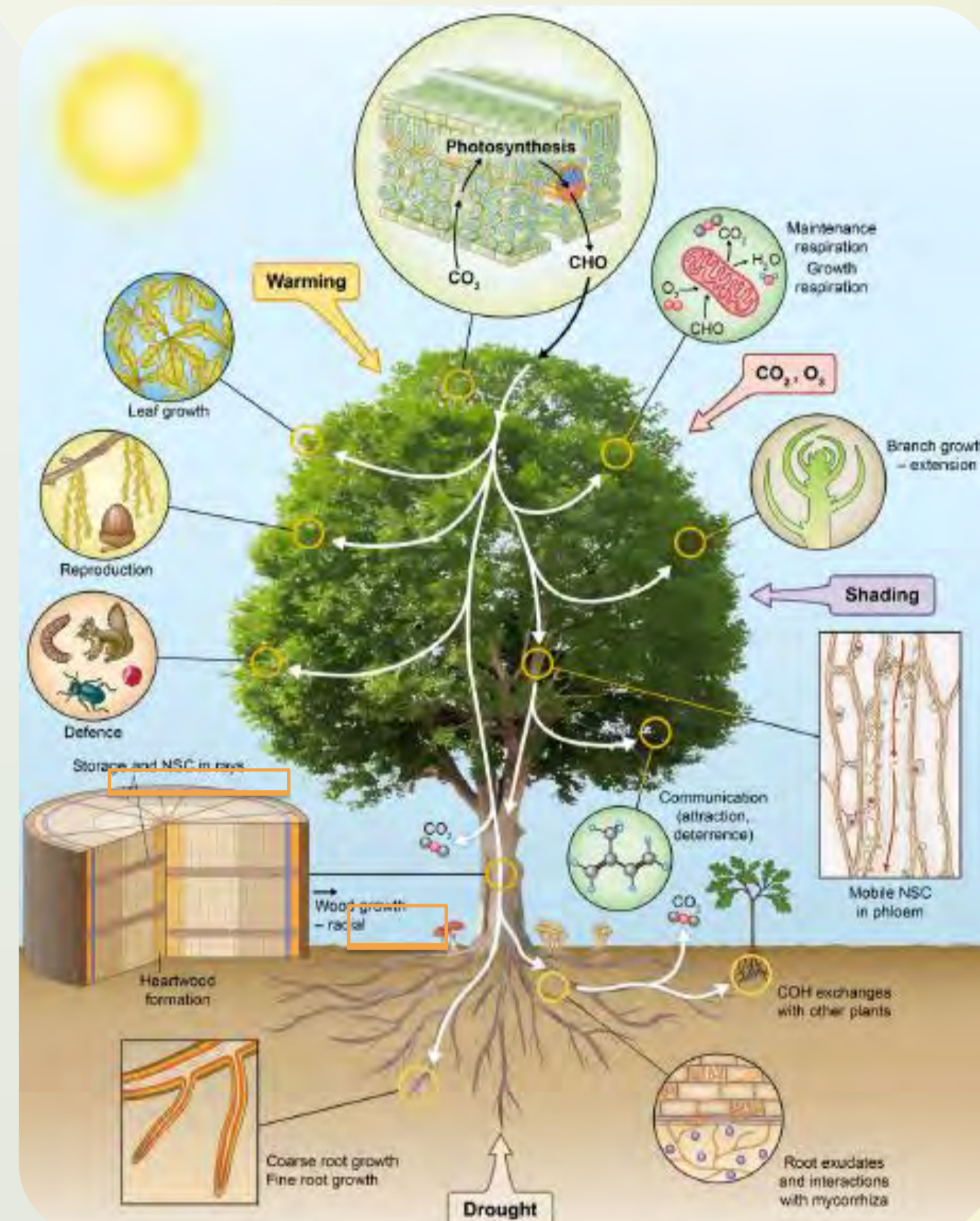
La survie passe d'une limitation hydraulique à une limitation métabolique (risque d'embolie à l'épuisement des sucres).

## Divergence stratégique

- Le bouleau blanc maintient ses stomates ouverts (**anisohydrie**) pour l'assimilation et la croissance mais risque l'embolie.

- À l'inverse, l'épinette ferme ses stomates (**isohydrie**) pour préserver l'hydraulique mais force l'arbre à vivre sur ses réserves locales mais réduit son activité métabolique.

Ces réponses définissent des stratégies physiologiques globales encore peu comprises dans le contexte des changements climatiques (**Fig. 1**).



**Fig. 1** Plant carbon allocation in a changing world, Hartmann et al., 2020  
"Such plant responses define allocation strategies, most of which are still not well understood in the context of climate change."

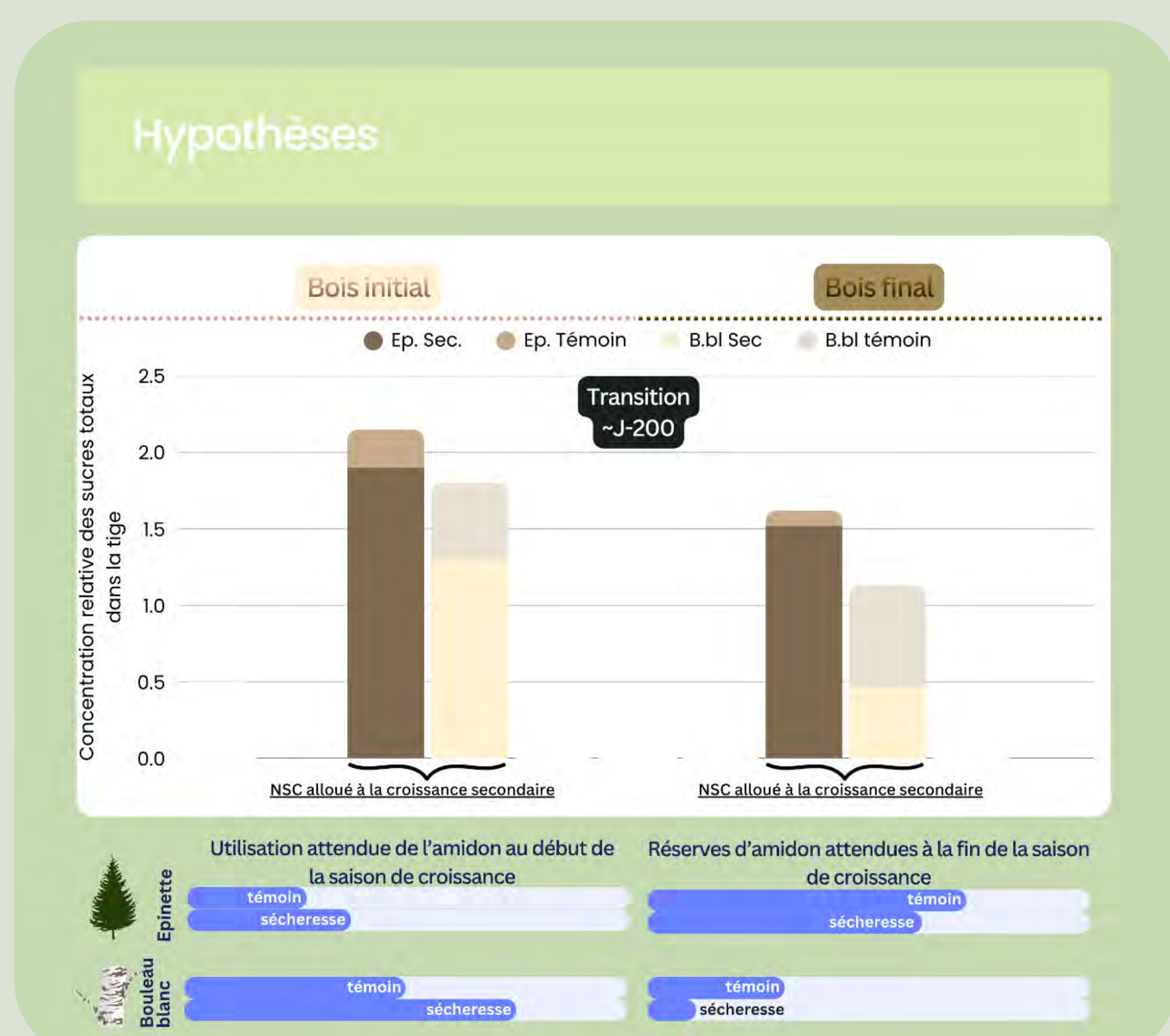
## Hypothèses et prédictions des modèles d'allocation

### H1 — Bouleau blanc (*Betula papyrifera*) : Stratégie opportuniste

- **Faible efficacité hydrique** : Maintien de l'ouverture des stomates, se traduisant par une efficacité d'utilisation de l'eau plus faible ( $\Delta 13C$ ).
- **Mobilisation massive** : Le stress hydrique induirait une conversion rapide de l'amidon en sucres solubles pour maintenir le métabolisme.
- **Risque d'épuisement** : Cette dynamique d'utilisation rapide mènerait à l'épuisement des réserves de sucres (NSC) dans la tige à partir de la mi-juillet et à une perte de conductivité hydraulique critique.

### H2 — Épinette noire (*Picea mariana*) : Stratégie conservatrice

- **Forte efficacité hydrique** : Fermeture stomatique précoce, se traduisant par une efficacité d'utilisation de l'eau plus élevée ( $\Delta 13C$ ).
- **Arrêt de la croissance** : L'augmentation du déficit hydrique de la tige bloquerait mécaniquement l'expansion cellulaire, l'arrêt précoce de la croissance cellulaire réduirait la demande de croissance.
- **Diminution progressive** : Sans renouvellement possible par la photosynthèse, l'arbre s'appuierait sur ses stocks, causant une diminution progressive et soutenue des sucres (NSC) sur la saison.



## Objectifs de recherche

### Objectif général

Comparer la dynamique des réserves carbonées du bouleau blanc et de l'épinette noire en réponse à la sécheresse.

**OS1** Quantifier les variations saisonnières des sucres solubles et de l'amidon dans la tige des deux espèces.

**OS2** Relier ces variations aux indicateurs indirects du stress hydrique (diamètre du tronc et humidité du sol).

### Méthodologie

**Dispositif in situ WaterDisp** : exclusion de pluie par toiture permettant de simuler un stress hydrique estival prolongé (10 arbres témoins vs 10 sous toiture).

- **Quantification e l'utilisation de l'eau** : Le  $\Delta 13C$  plus faible sous toiture valide l'efficacité du traitement de sécheresse.

- **Suivi hydrique** : Utilisation de dendromètres et de capteurs de flux de sève pour identifier les périodes de contrainte hydrique.

- **Prélèvements synchronisés** : Ces données permettront de viser **5 dates d'échantillonnage stratégiques** pour récolter les tissus des **branches et des tiges** (quantification de l'amidon et des sucres solubles).



Photos du dispositif WaterDisp en cours d'installation, Valentina Buttò, Mai 2026



## Retombées

### Retombées fondamentales

- **Dynamique des sucres**: Mieux comprendre comment deux stratégies en milieu boréal répondent à une sécheresse prolongée dans la gestion de leurs sucres.
- **Gestion métabolique** : Préciser le rôle des glucides non structuraux et la **temporalité des facteurs limitants** dans l'arbitrage strict entre la croissance radiale et la survie.
- **Modélisation** : Contribuer aux modèles prédictifs simulant la **réponse physiologique** de la forêt boréale face aux anomalies climatiques.

### Retombées méthodologiques et appliquées

- **Suivi in situ** : Évaluer les **réponses intra-saisonnières** et l'effet cumulé du stress sur les réserves (NSC) à des stades clés de développement dans la tige.
- **Approche intégrée** : Proposer un cadre comparatif qui couple les données biophysiques en aux prélèvements biochimiques.
- **Aménagement forestier** : Optimiser les indicateurs de résilience pour adapter les pratiques sylvicoles aux futures sécheresses.

### Fig. 2 : Modélisation du cycle annuel des glucides non structuraux (NSC).

Bien que ces réserves soient cruciales pour la survie hivernale, leur accumulation se joue entièrement durant la saison de croissance estivale. Une perturbation par la sécheresse à cette période critique hypothèque directement leur survie à l'hiver et leur résilience à long terme.

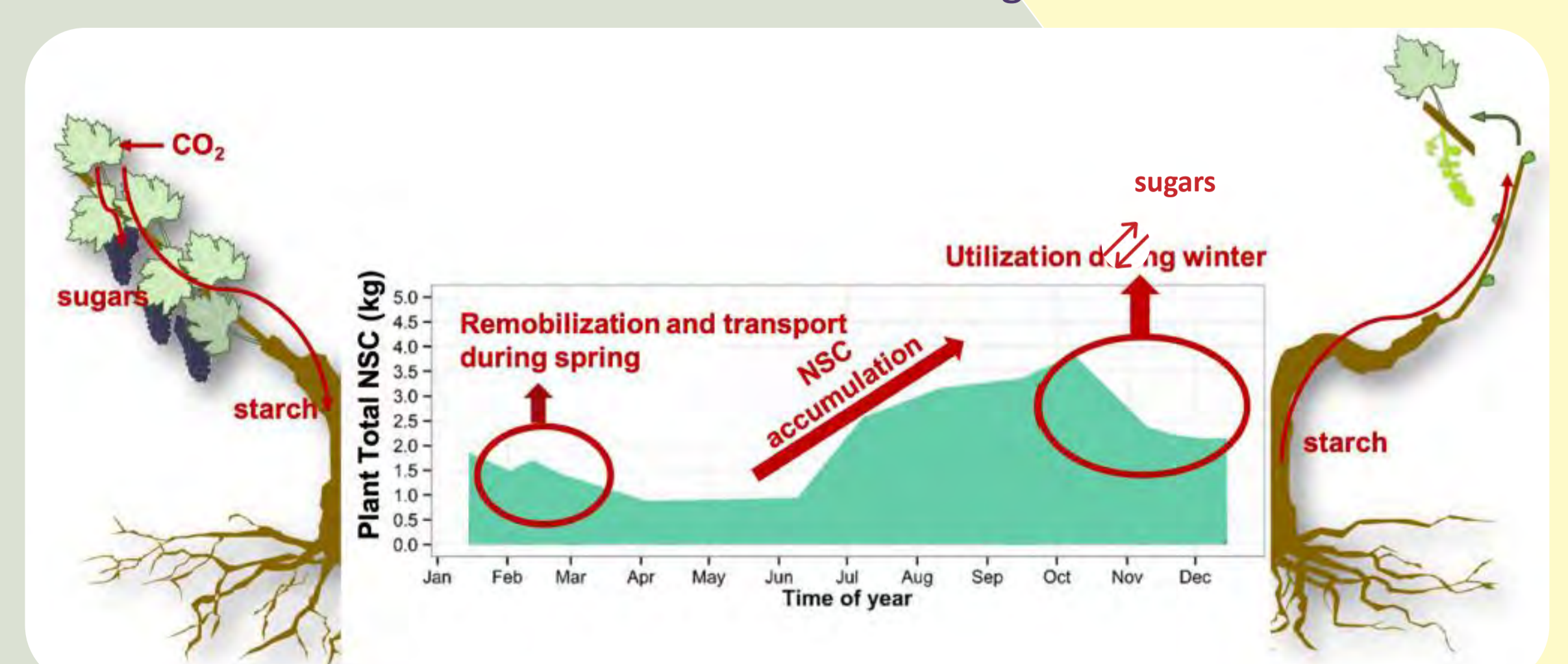


Fig.1 de Tixier et al., 2020

## Remerciements

Alliance Grants program of the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (#ALLRP-597420-24, obtained in partnership with the MRC Abitibi Ouest).