

Étude de l'influence de facteurs intrinsèques sur la coulée de l'érable

Présentée par Gauthier Lapa

25e anniversaire du Centre ACER

Orford, le 7 juin 2023

Constat de départ

- **Importante variation entre les arbres dans le volume et la concentration en sucre de la coulée au sein d'une même érablière.**
- **Quels paramètres sont responsables de cette variation?**

Hypothèse

On connaît :

- Influence de paramètres morphologiques du houppier et du tronc

Notre hypothèse :

- Les branches fines/ramilles jouent un rôle prépondérant sur le mécanisme de la coulée à l'échelle de l'arbre.
- La coulée est plus importante pour les arbres qui possèdent beaucoup de branches fines.
 - réagissent plus au gel/dégel

Site d'étude

Érablière du Centre ACER

Saint-Norbert-D'Arthabaska

Printemps 2020

17,2 ha, potentiel de 1800 entailles

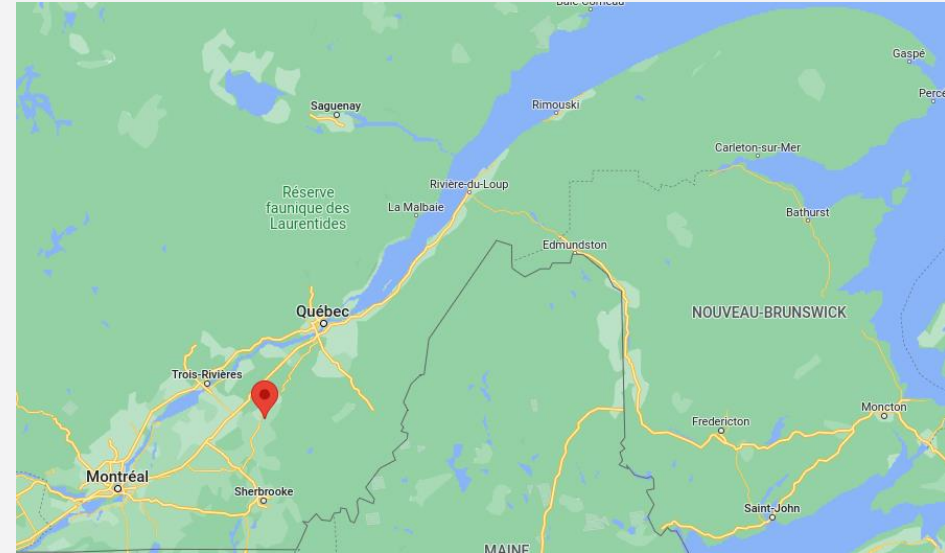
Sol : dépôt de type fluvio-résiduel

Âge moyen: 110 ans

Altitude : 183 m

Précipitations : 1091 mm/an

Température moyenne annuelle: 4,5 °C



~~Influences climatiques~~

~~Influences météo~~

~~Influences édaphiques~~

Échantillonnage

- 40 érables
- dominants / codominants
- DHP 40 à 62 cm

Mesures :

- volume de la coulée, sous vacuum
- concentration en sucre
- dendrométrie LiDAR
- carottage

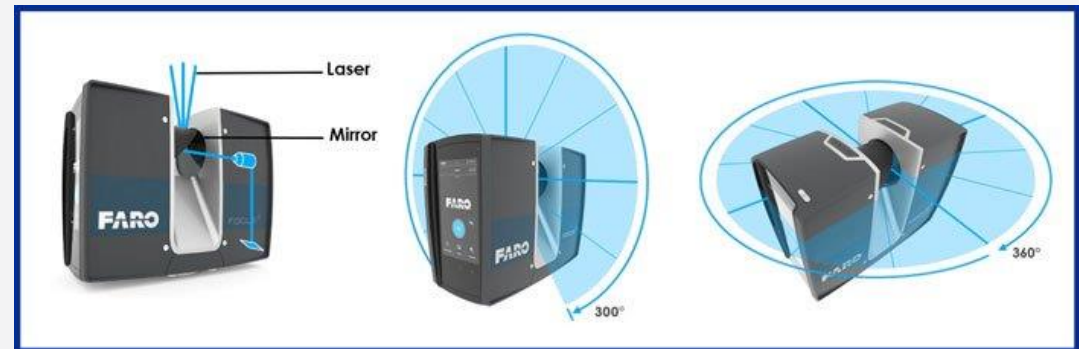
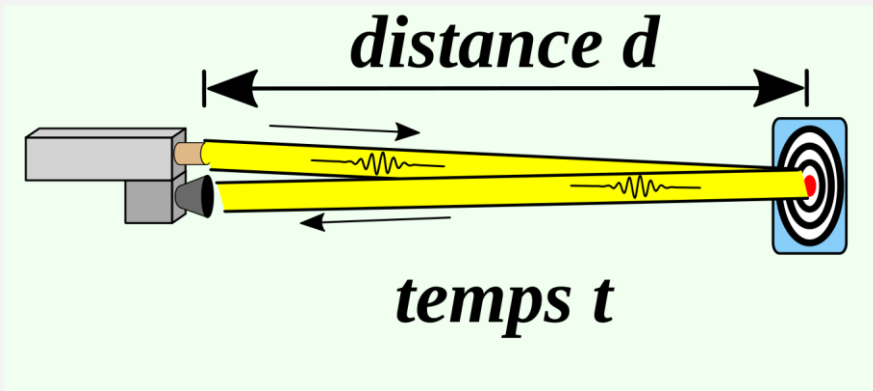
À l'échelle de l'arbre !



LiDAR

Acronyme de Light Detection And Ranging, détection et télémétrie par ondes lumineuses

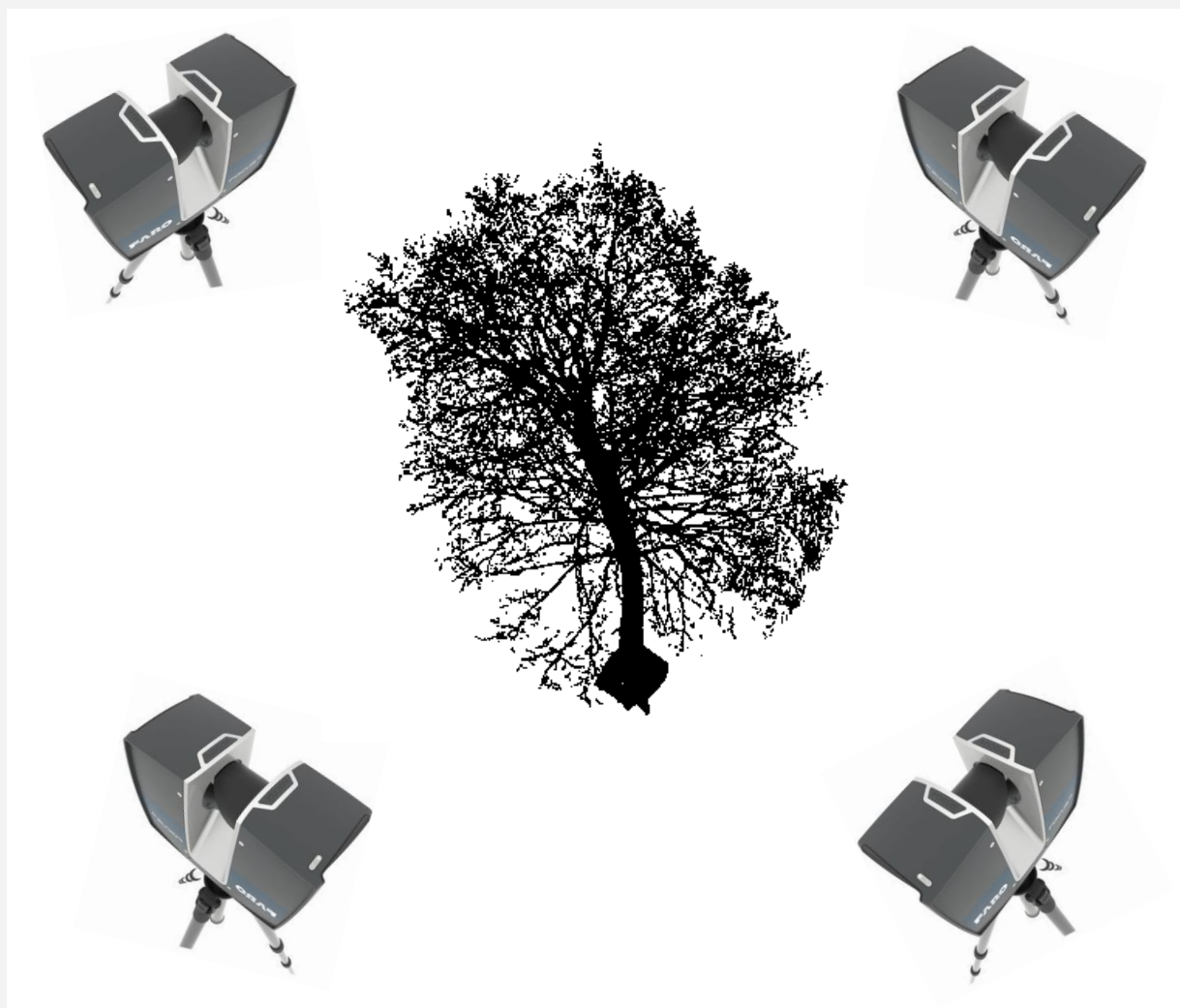
Ou Laser scanning



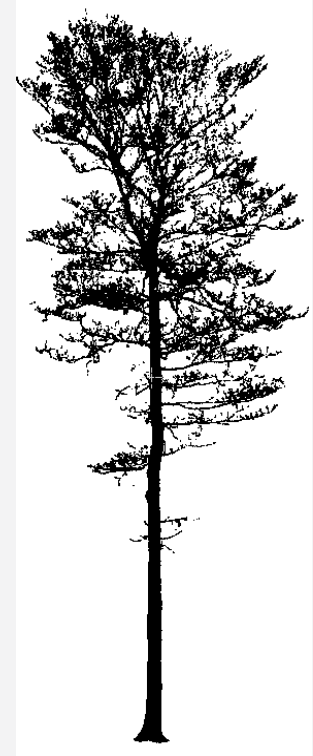
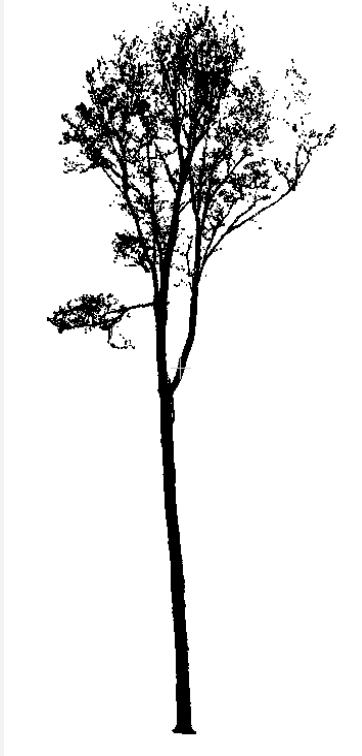
Focus 3D, FARO

→ Mesures très précises

Acquisition des données



Morphologie de quelques arbres

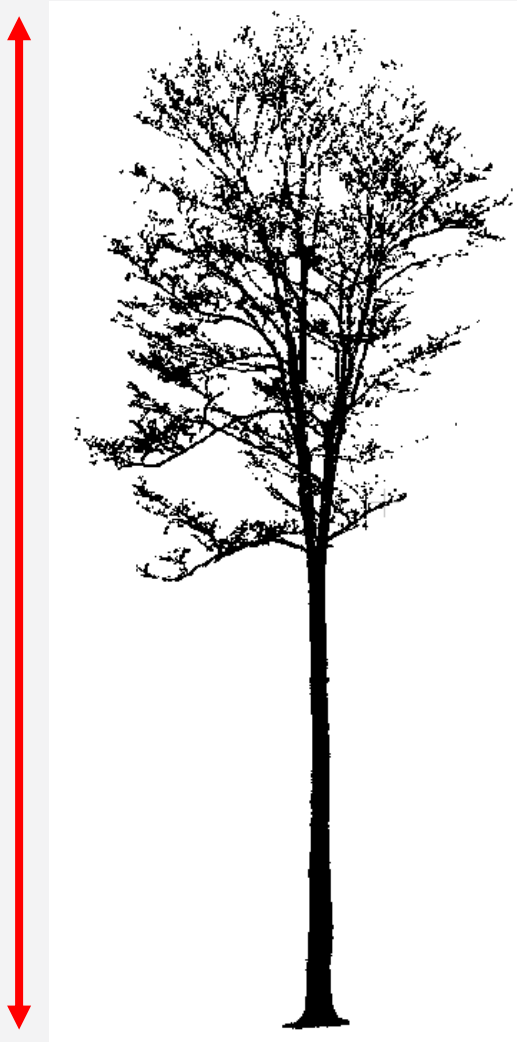


Nuages de points en 3D

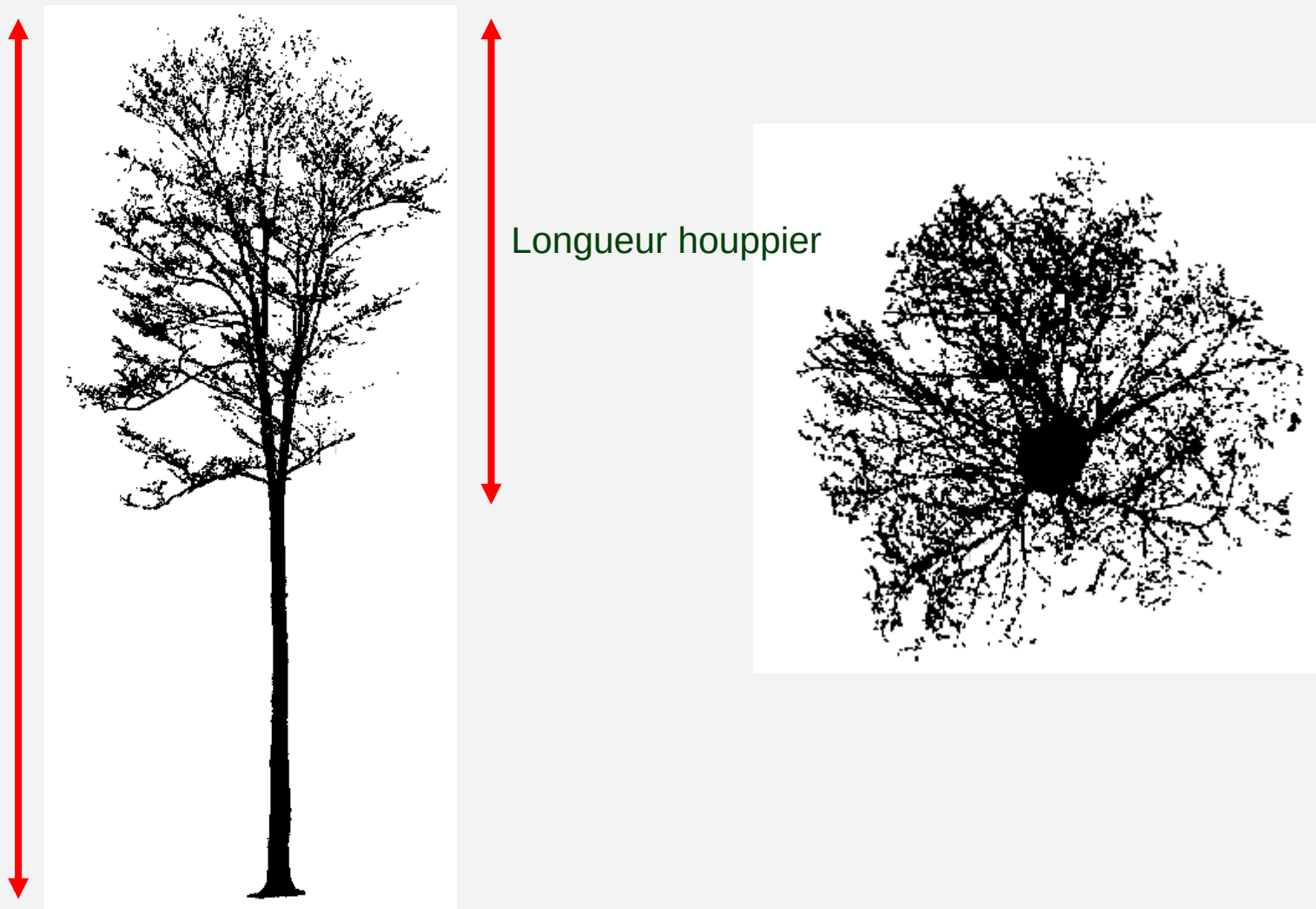
Composé de voxels

Calcul des caractéristiques morphologiques

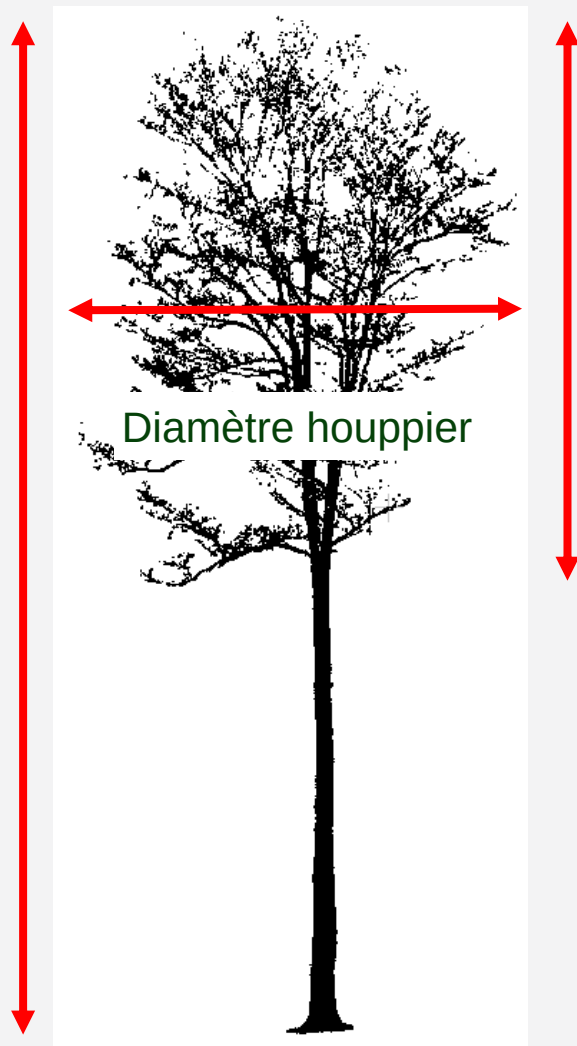
Hauteur totale



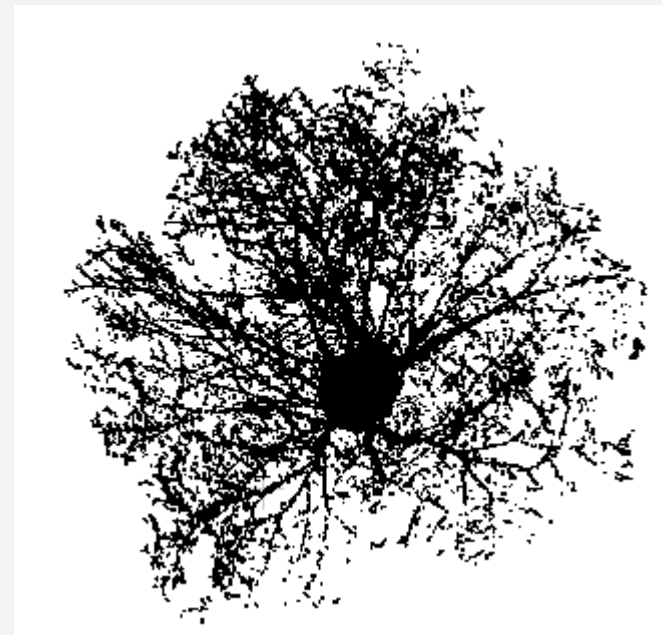
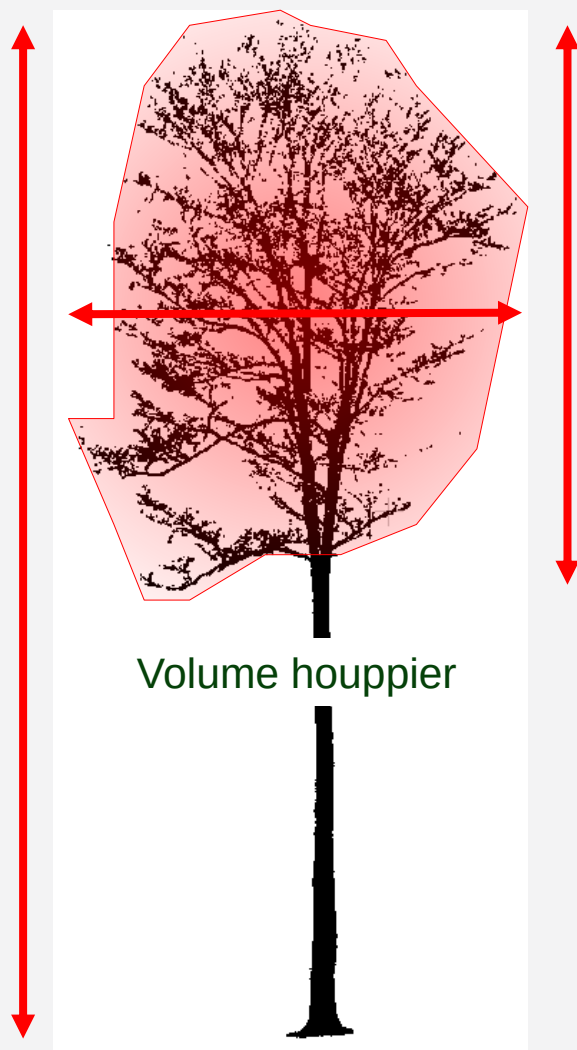
Calcul des caractéristiques morphologiques



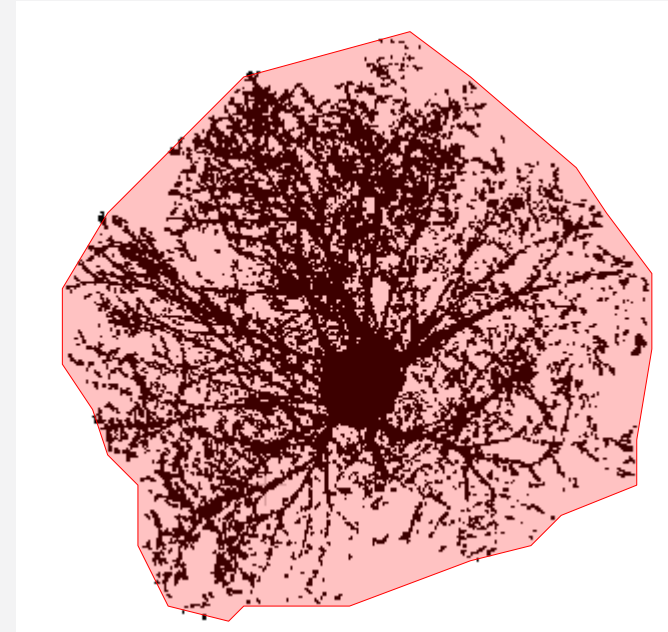
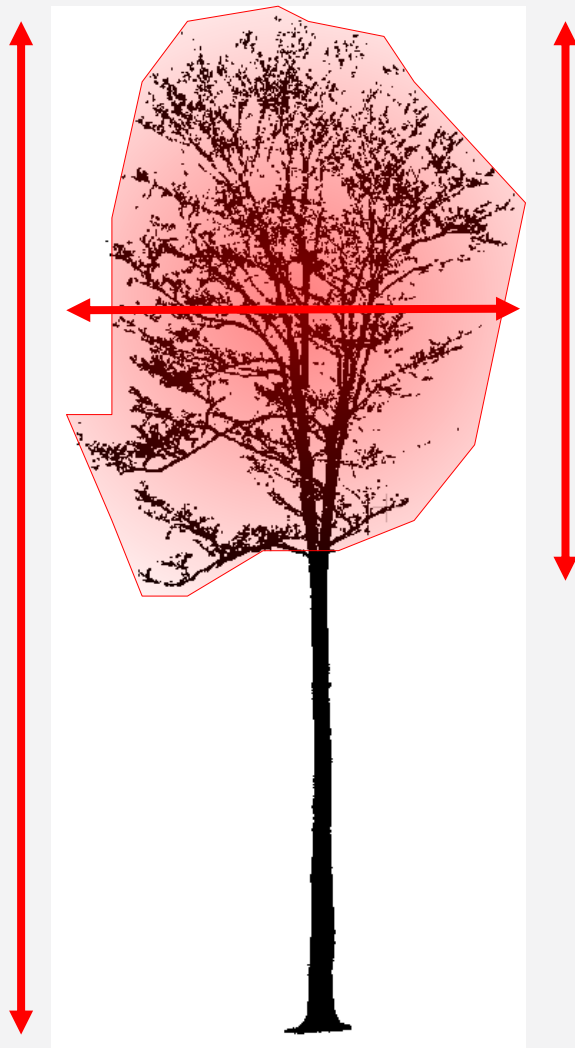
Calcul des caractéristiques morphologiques



Calcul des caractéristiques morphologiques

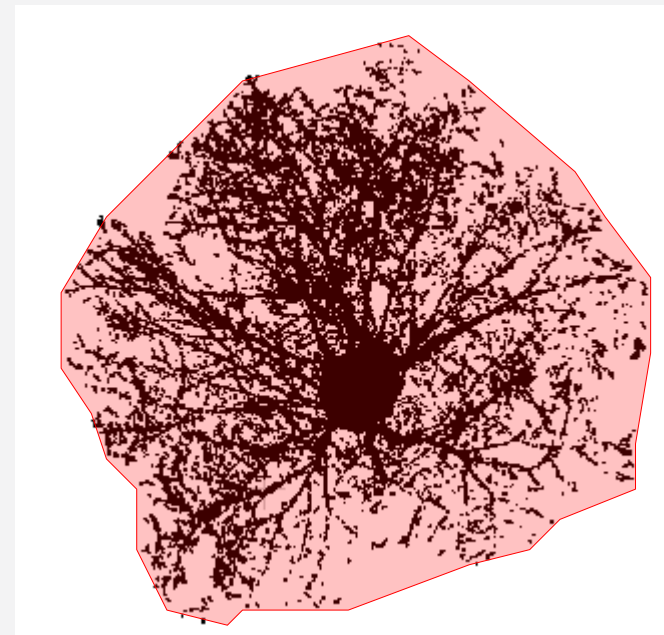
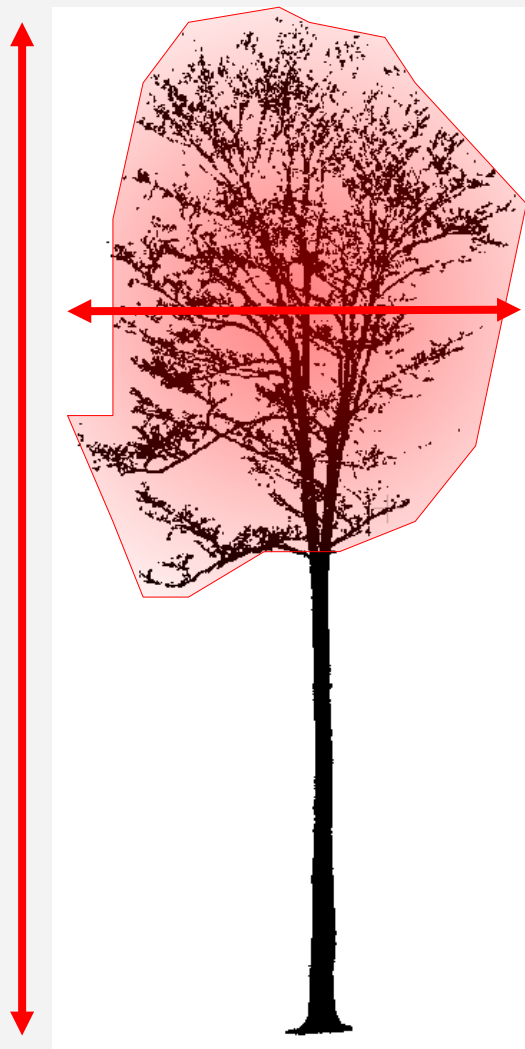


Calcul des caractéristiques morphologiques

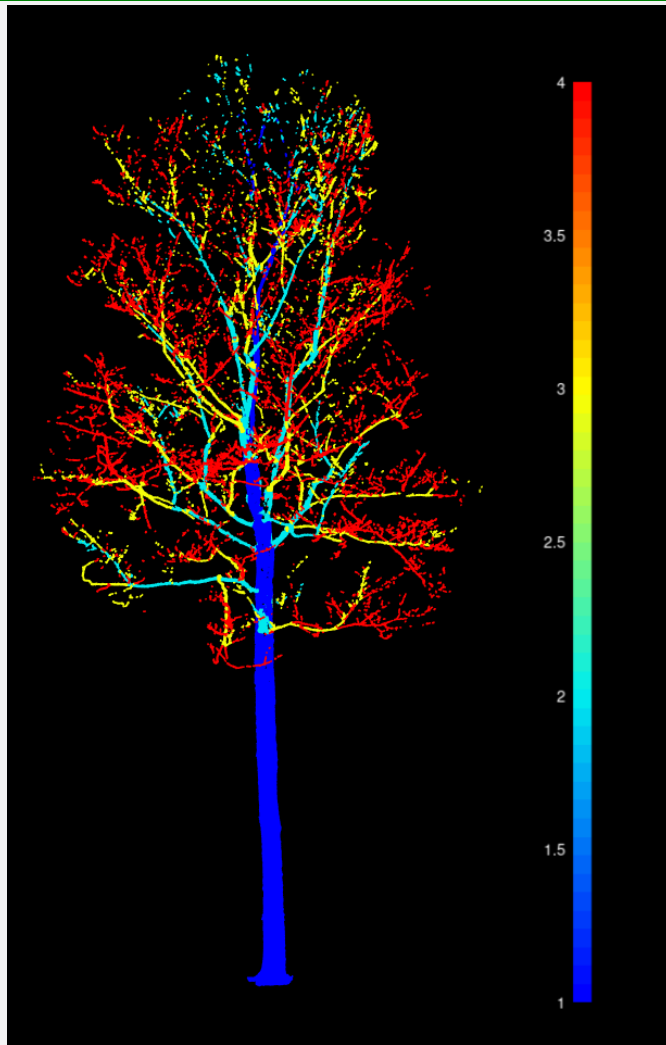


Surface projetée

Calcul des caractéristiques morphologiques

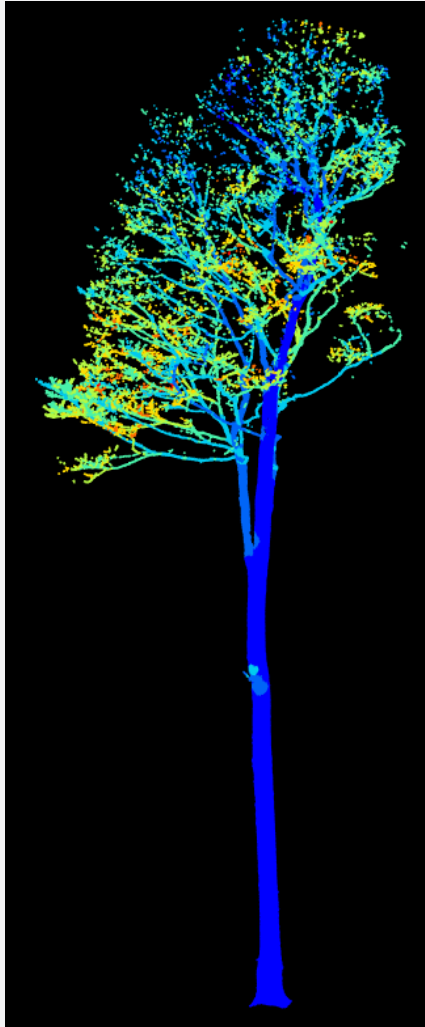


Proportion de branches fines



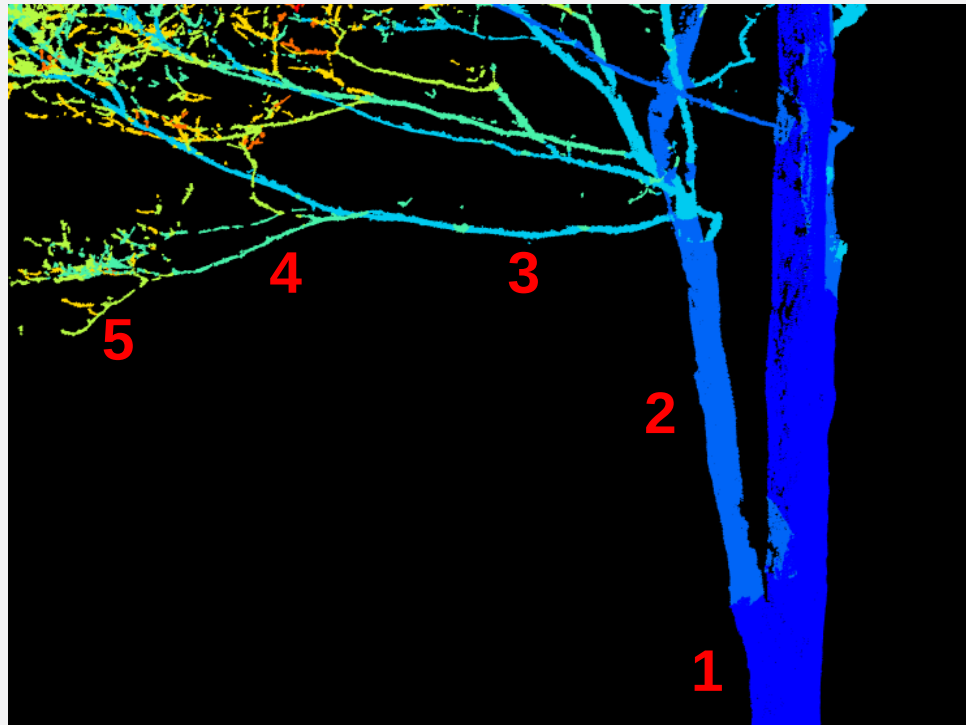
Pourcentage de ramilles dans le houppier, pour le volume de bois

Sélection des branches fines



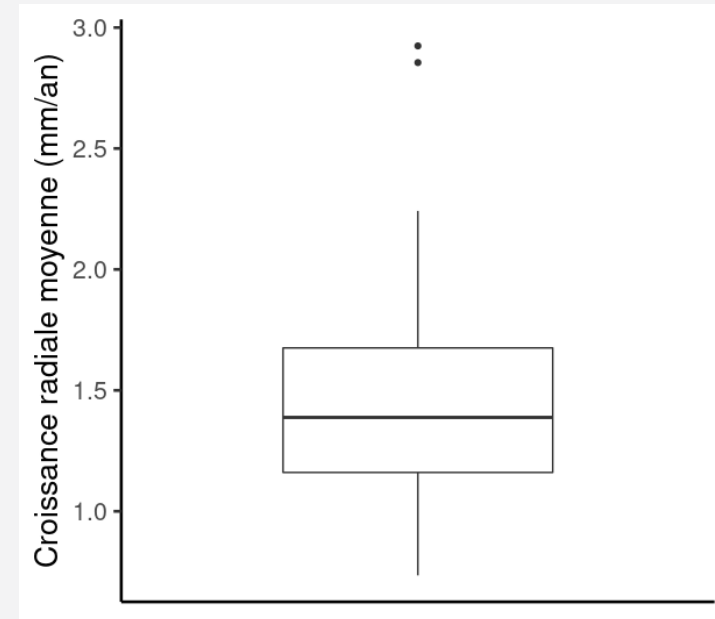
On compte le nombre de
ramifications

On garde les branches d'ordre ≥ 3



Mesure de croissance

Croissance radiale pour les 50 mm extérieur



Calcul du volume de sirop potentiel

$$V_{\text{sirop}} = (V_{\text{eau}} \times \text{Brix}_{\text{eau}}) / (\text{Brix}_{\text{sirop}} \times D_{\text{sirop}})$$

V_{sirop} = volume de sirop (L)

V_{sirop} = volume de la coulée (L)

Brix_{eau} = concentration en sucre dans l'eau (°Brix)

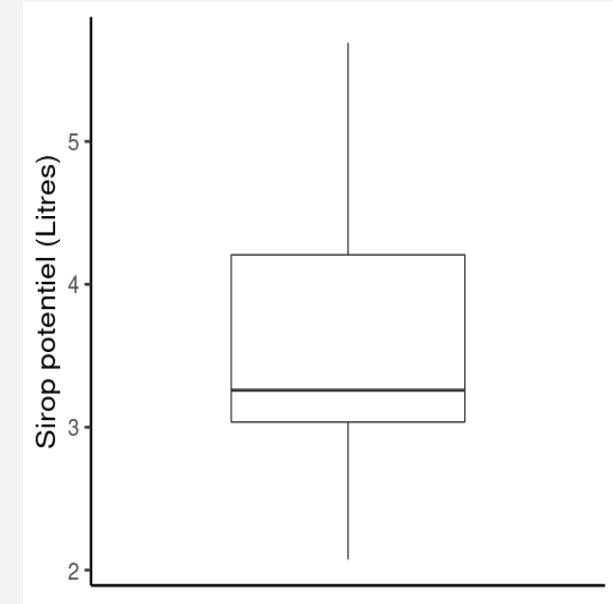
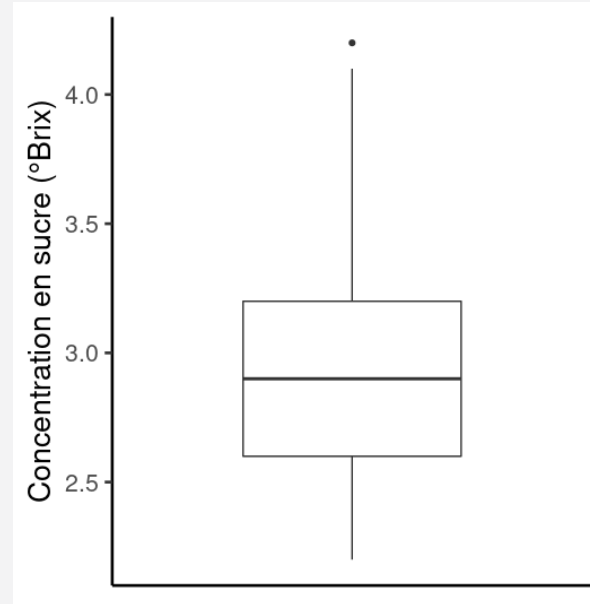
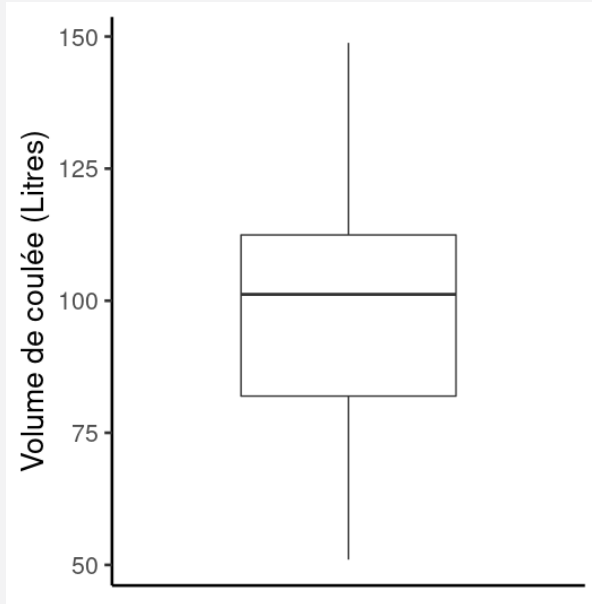
$\text{Brix}_{\text{sirop}}$ = concentration en sucre dans le sirop (66 °Brix)

D_{sirop} = densité du sirop, 1,3248



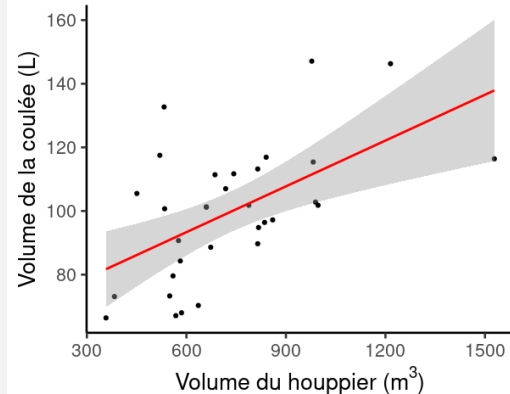
Données de coulée

Valeurs par arbres pour toute la saison :

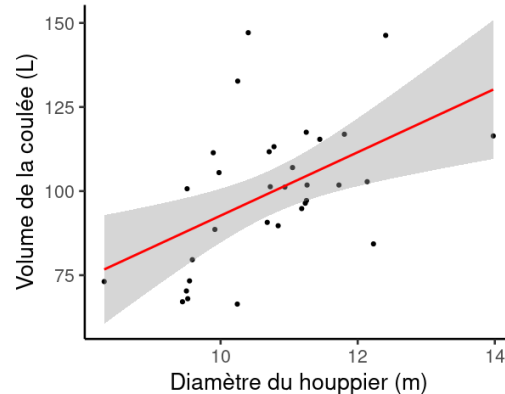


Effets des variables sur le volume de la coulée

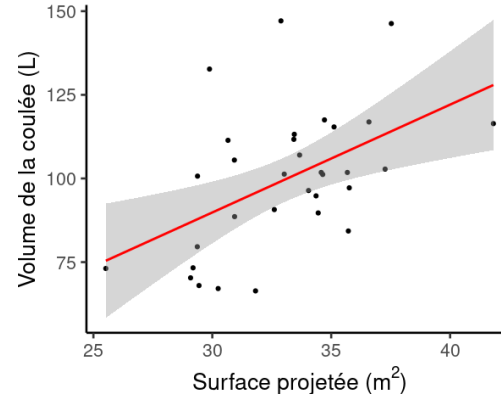
Adj R2 = 0.287 P = 0.000928



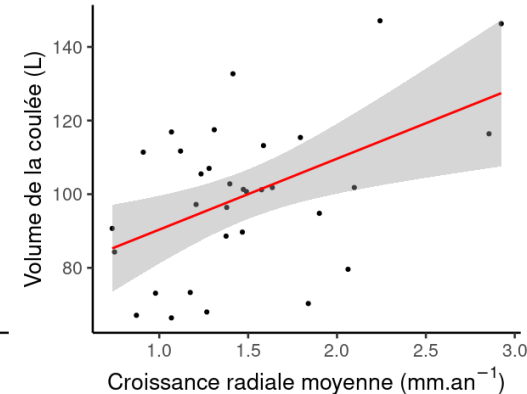
Adj R2 = 0.228 P = 0.00333



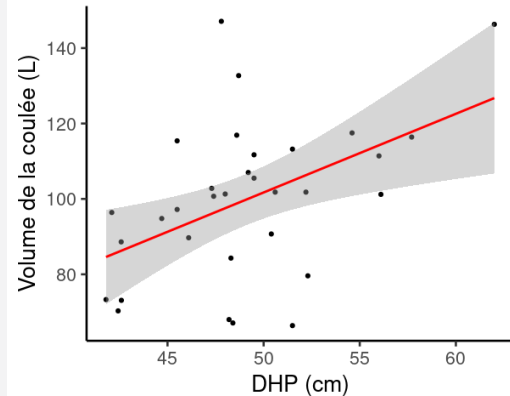
Adj R2 = 0.224 P = 0.00363



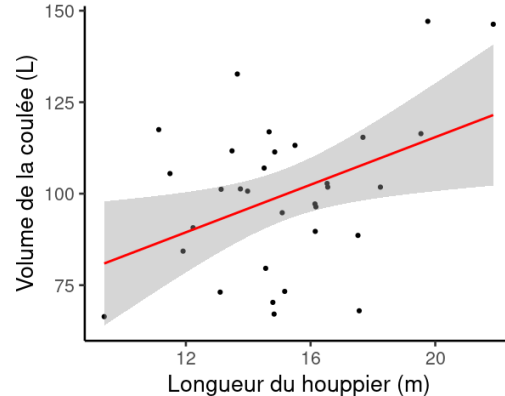
Adj R2 = 0.208 P = 0.00504



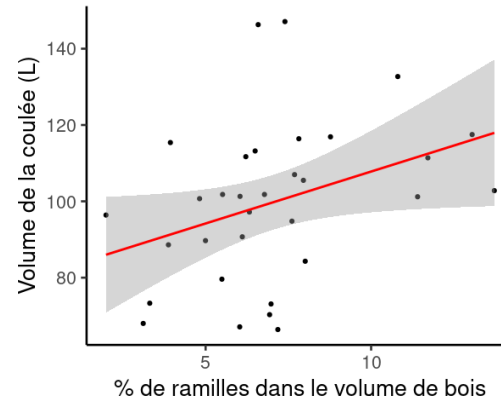
Adj R2 = 0.197 P = 0.00633



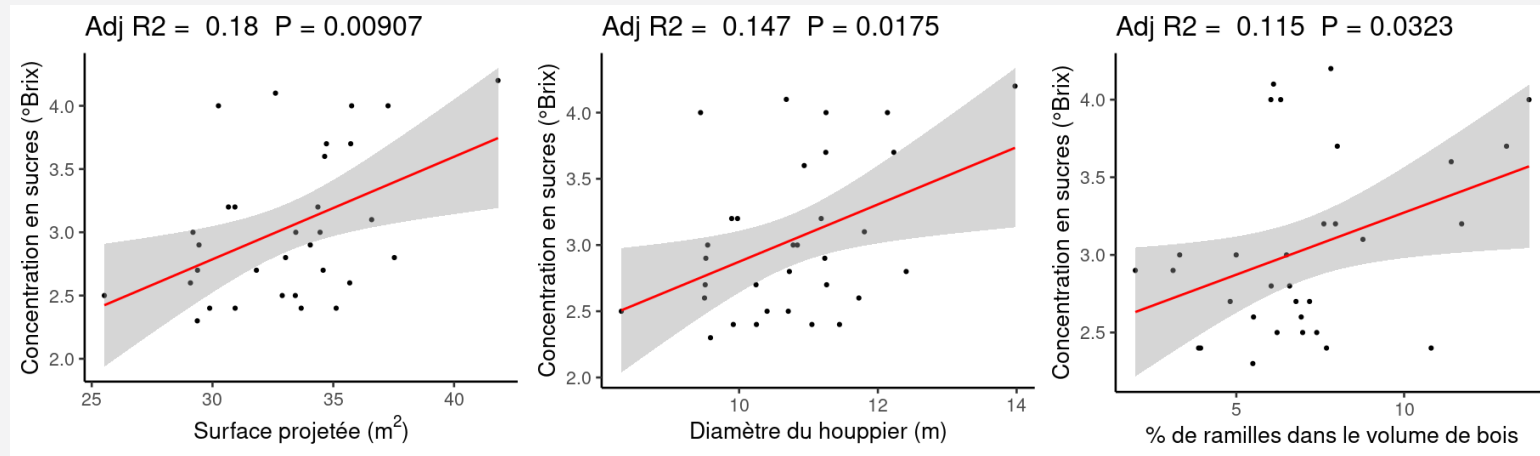
Adj R2 = 0.142 P = 0.019



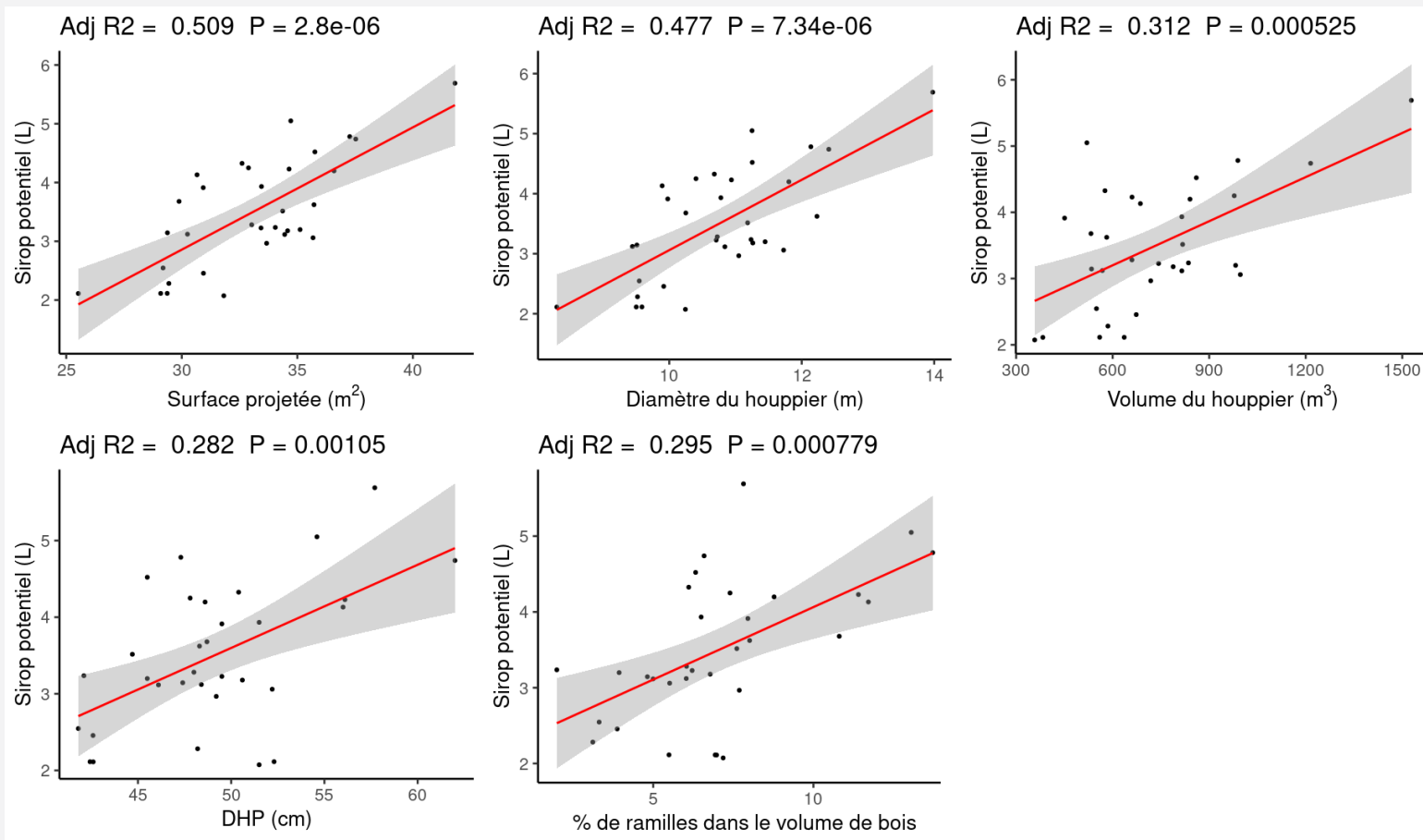
Adj R2 = 0.0985 P = 0.0447



Effets des variables sur la concentration en sucre



Effets des variables sur le volume de sirop potentiel



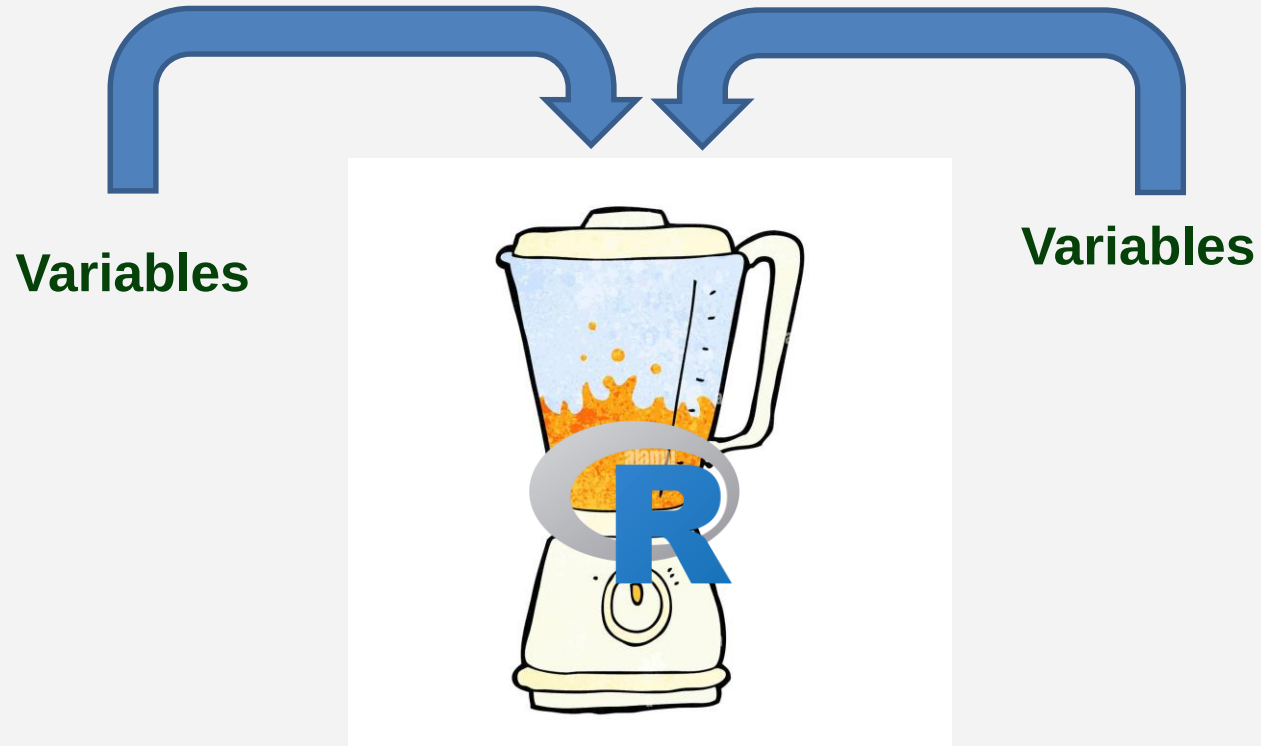
Récapitulatif

*** $p < 0,001$
 ** $p < 0,01$
 * $p < 0,05$
 . $p < 0,1$
 NS $p > 0,1$

	Volume de coulée	Concentration en sucres	Volume de sirop potentiel
Volume du houppier	***	NS	***
Diamètre du houppier	**	*	***
Surface projetée	**	**	***
Croissance radiale	**	NS	**
DHP	**	NS	.
Longueur du houppier	*	NS	NS
Volume de bois	.	NS	.
Hauteur totale	NS	NS	NS
% branches fines	*	*	***

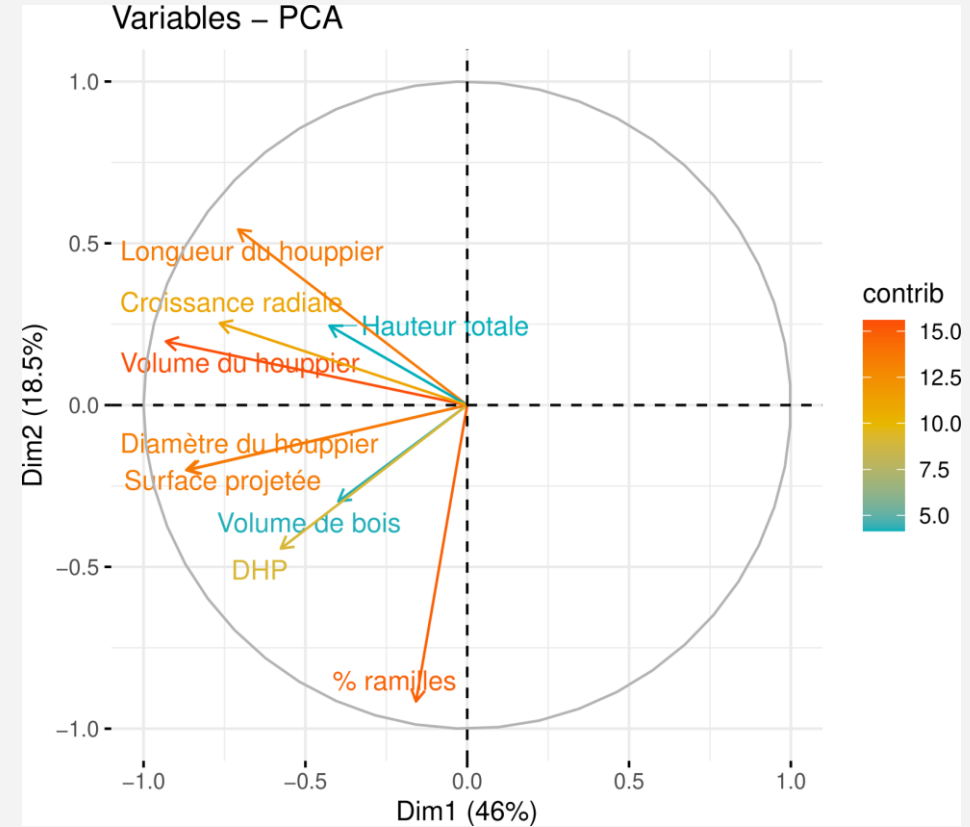
Modélisation

Et, si on met toutes nos variables explicatives ensemble ?



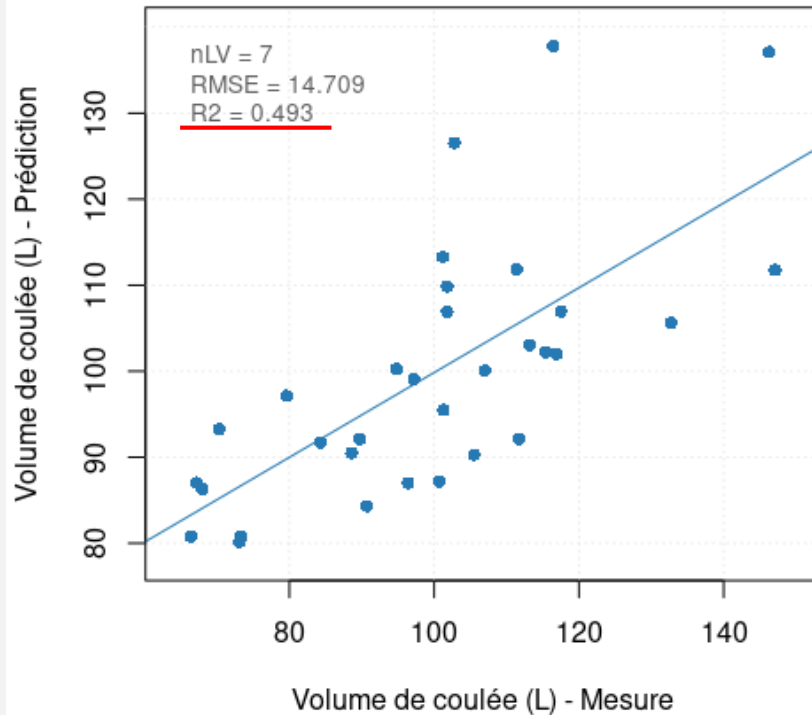
Modélisation

- Forte corrélation entre les variables !
- Régression des moindres carrés partiels (PLSR)

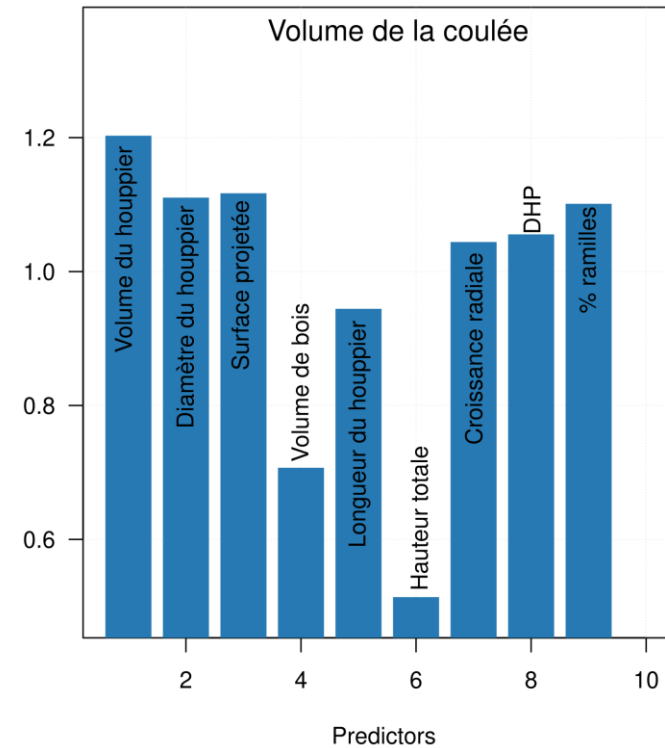


Effets des variables sur le volume de la coulée

Predictions (ncomp = 7)

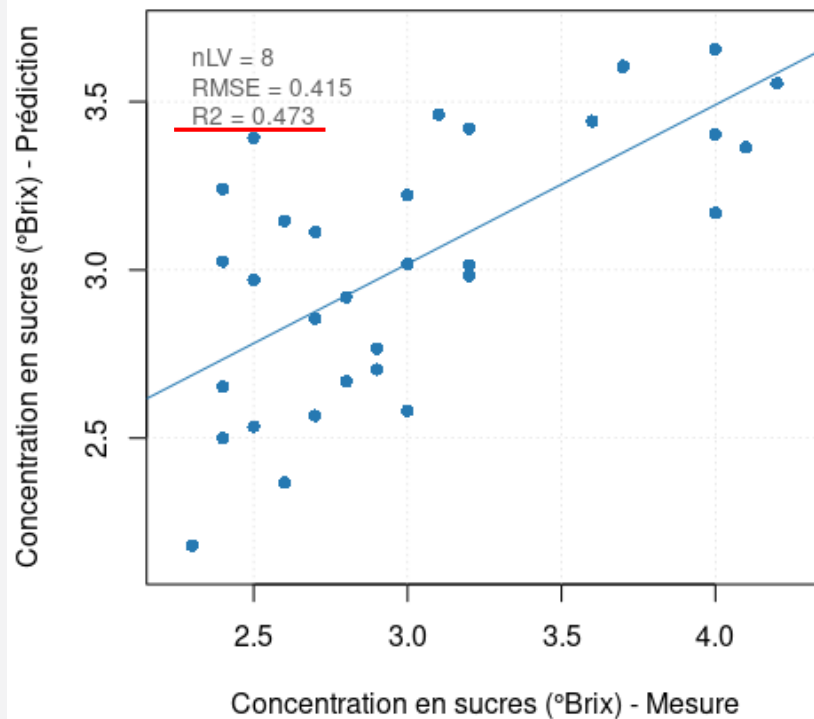


VIP scores (ncomp = 7)

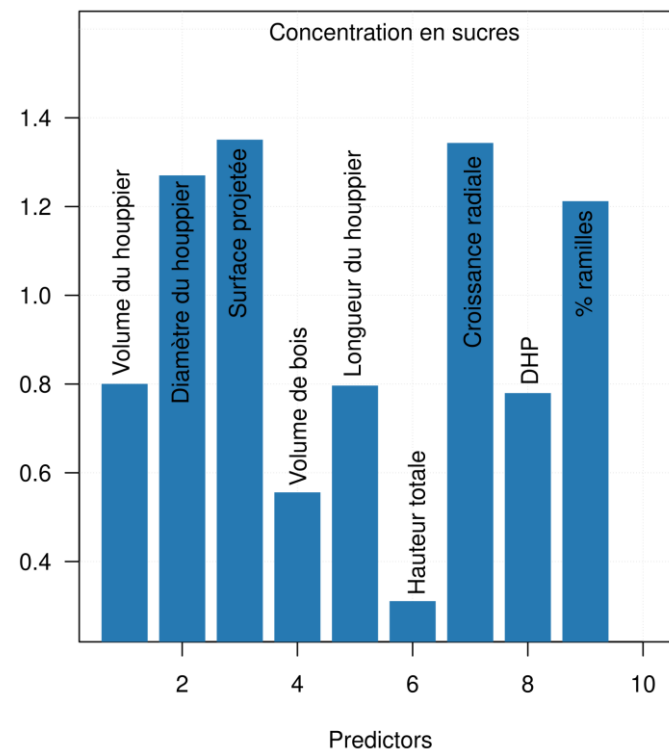


Effets des variables sur la concentration en sucre

Predictions (ncomp = 8)

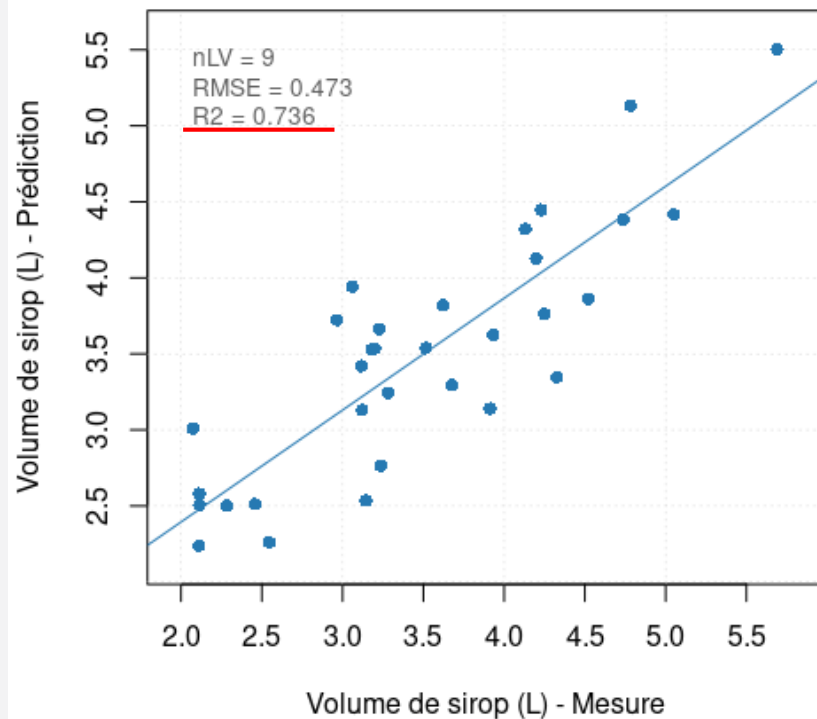


VIP scores (ncomp = 8)

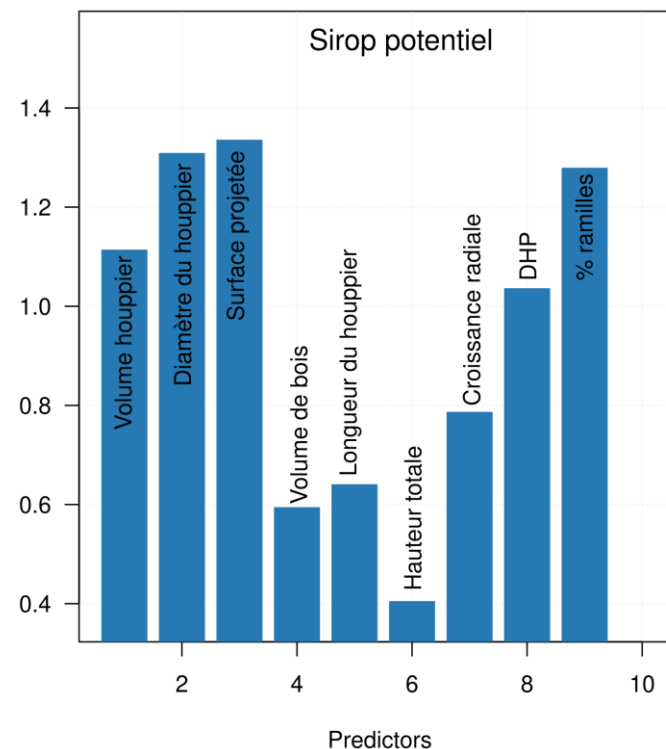


Effets des variables sur le volume de sirop potentiel

Predictions (ncomp = 9)



VIP scores (ncomp = 9)



Conclusion

Paramètres les plus importants :

- Surface projetée
- Diamètre du houppier
- Volume du houppier
- % de ramilles

Mais,

- influence limitée du DHP et de la longueur du houppier
- pas d'effet de la hauteur totale!

Conclusion

Compétition pour la lumière ?

Capacité de croissance ?

Ces facteurs intrinsèques expliquent 47 à 74% de la variance (selon la variable réponse), qui est-ce qui explique le reste ?!?

Merci pour votre attention!



Bastien Lecigne

UQAM



Martin Pelletier

ex-Centre ACER



Stéphane Corriveau

Centre ACER



Luc Lagacé

Centre ACER



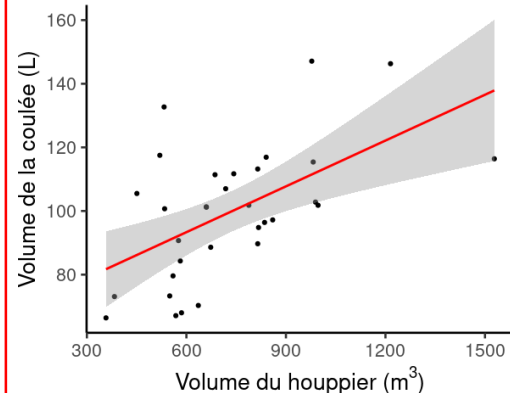
Christian Messier

UQAM, UQO

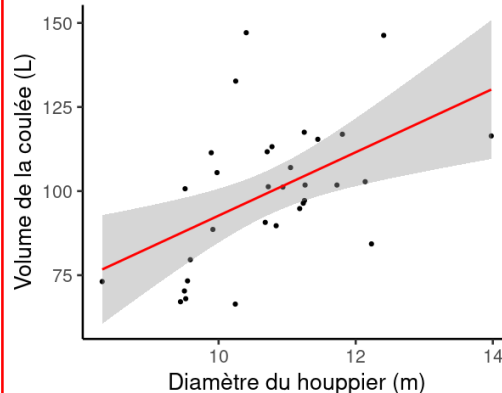
Merci à toute l'équipe

Effets des variables sur le volume de la coulée

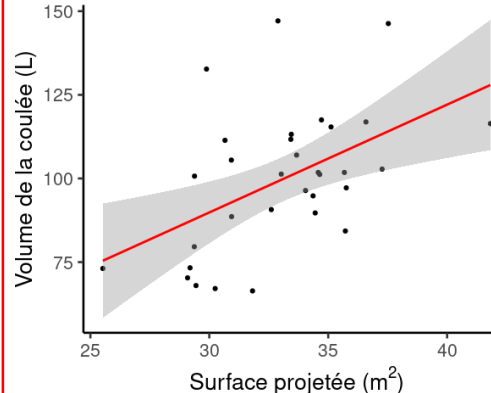
Adj R2 = 0.287 P = 0.000928



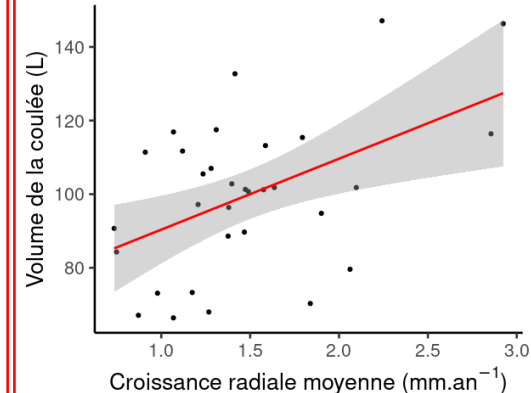
Adj R2 = 0.228 P = 0.00333



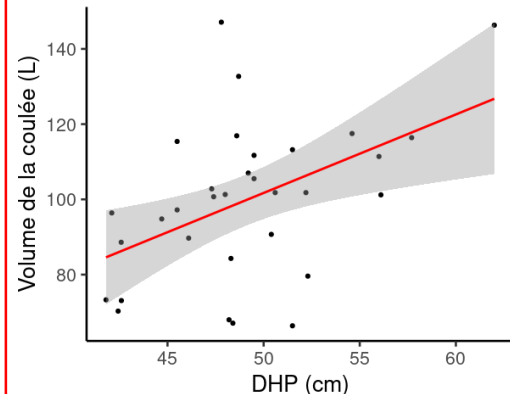
Adj R2 = 0.224 P = 0.00363



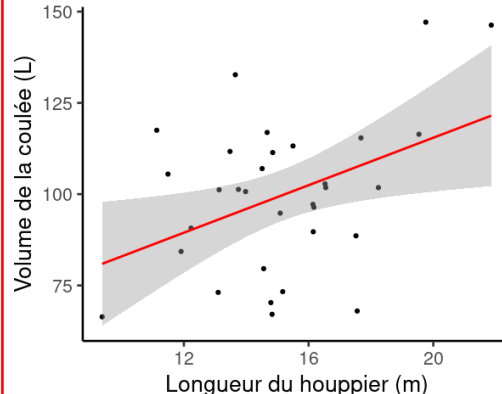
Adj R2 = 0.208 P = 0.00504



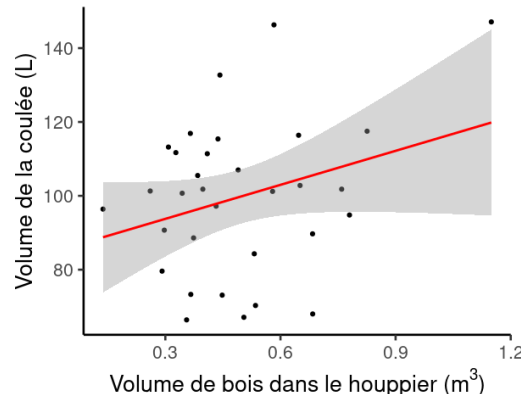
Adj R2 = 0.197 P = 0.00633



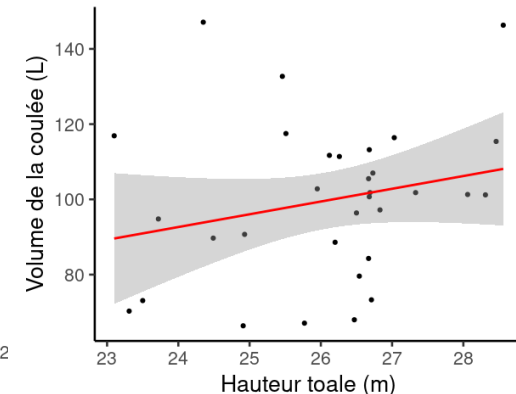
Adj R2 = 0.142 P = 0.019



Adj R2 = 0.0582 P = 0.098

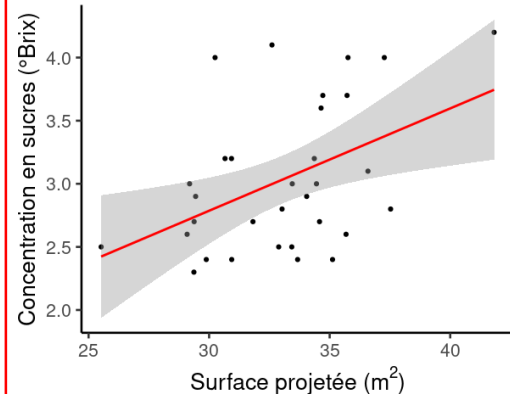


Adj R2 = 0.023 P = 0.199

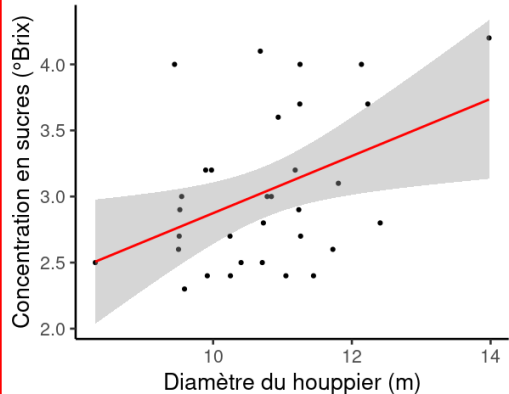


Effets des variables sur la concentration en sucre

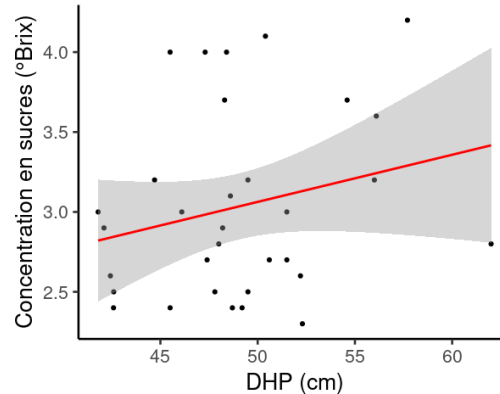
Adj R2 = 0.18 P = 0.00907



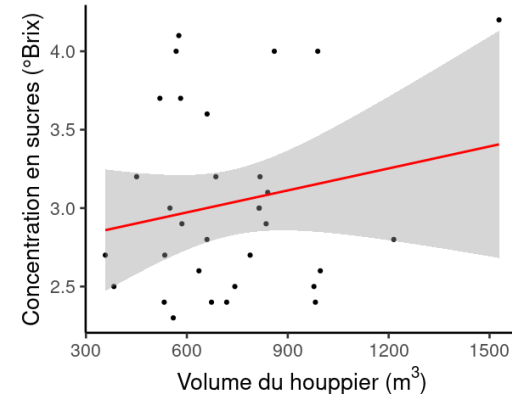
Adj R2 = 0.147 P = 0.0175



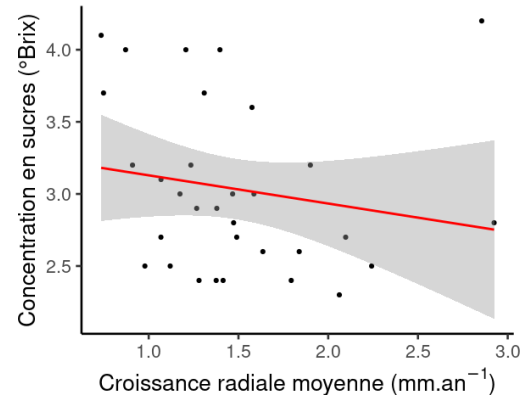
Adj R2 = 0.0269 P = 0.183



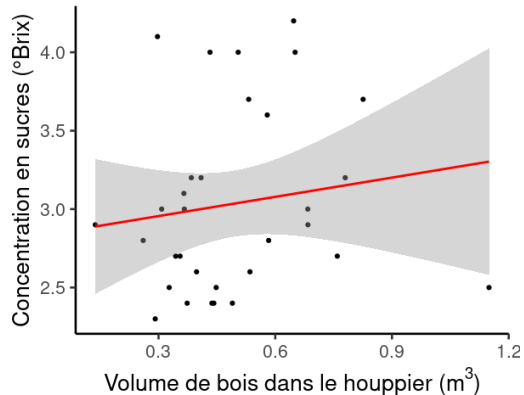
Adj R2 = 0.00639 P = 0.282



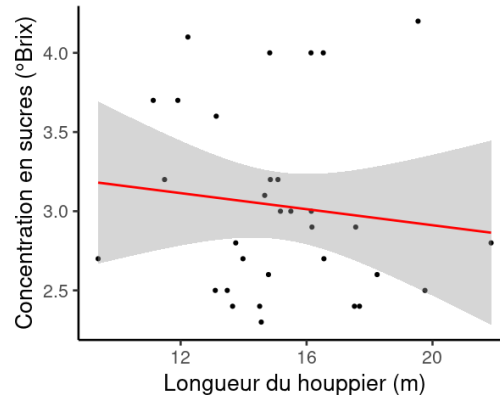
Adj R2 = -0.000763 P = 0.331



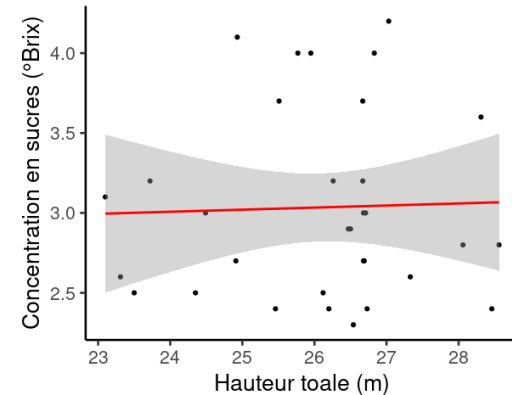
Adj R2 = -0.0121 P = 0.434



Adj R2 = -0.0194 P = 0.527

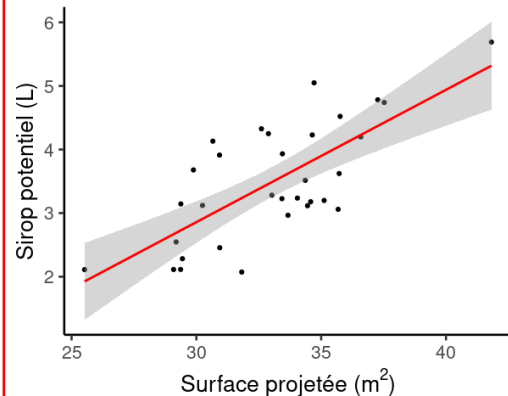


Adj R2 = -0.0323 P = 0.861

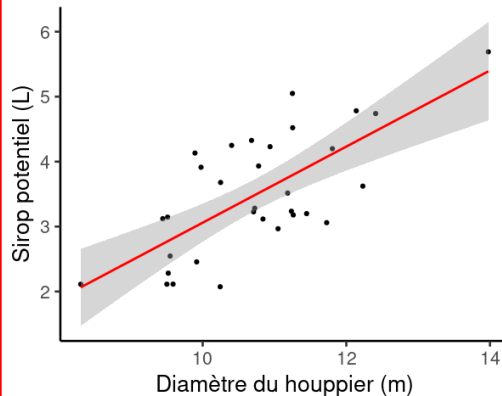


Effets des variables sur le volume de sirop potentiel

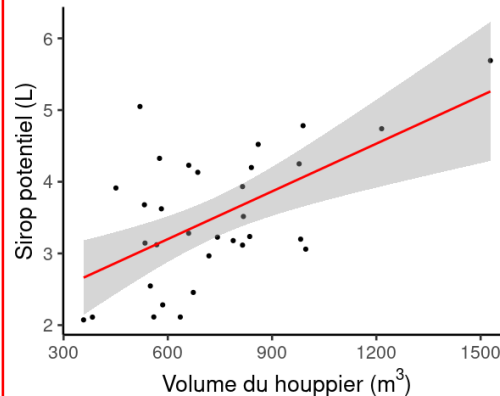
Adj R2 = 0.509 P = 2.8e-06



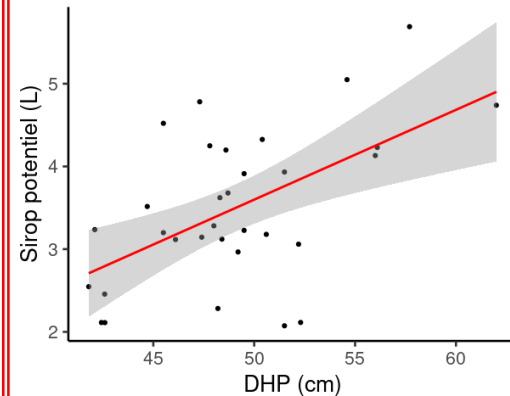
Adj R2 = 0.477 P = 7.34e-06



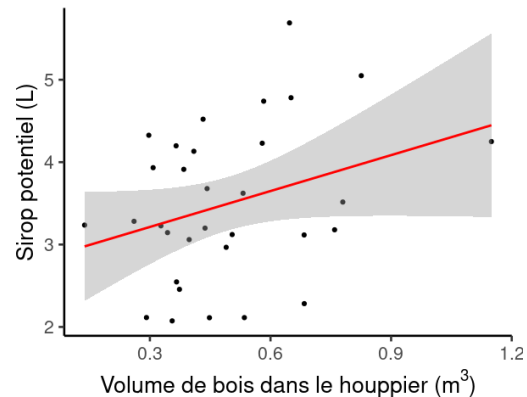
Adj R2 = 0.312 P = 0.000525



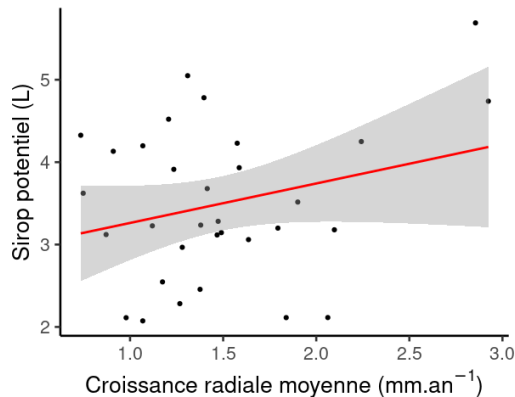
Adj R2 = 0.282 P = 0.00105



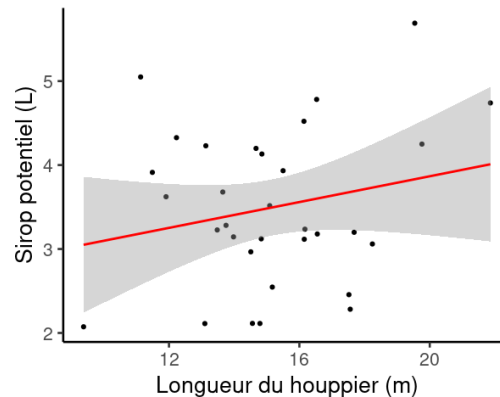
Adj R2 = 0.0702 P = 0.0776



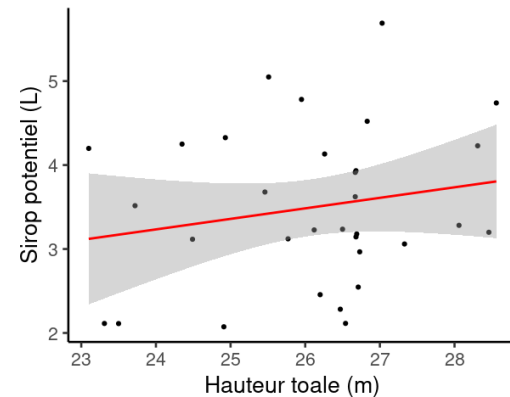
Adj R2 = 0.0421 P = 0.135



Adj R2 = 0.0162 P = 0.228



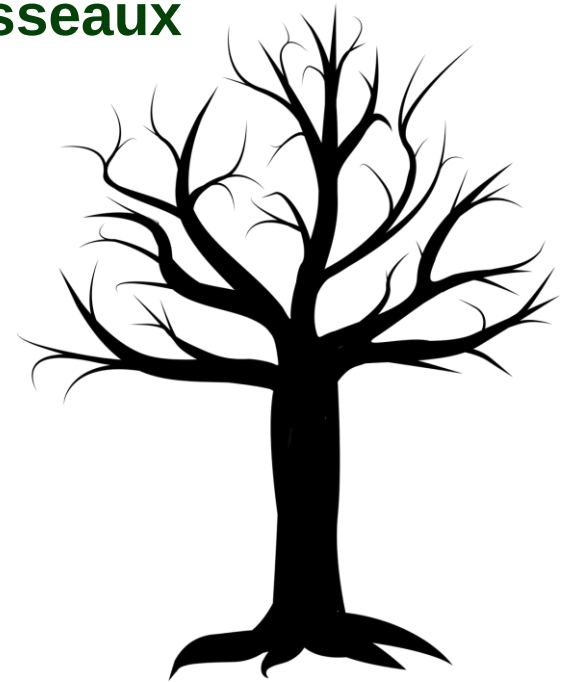
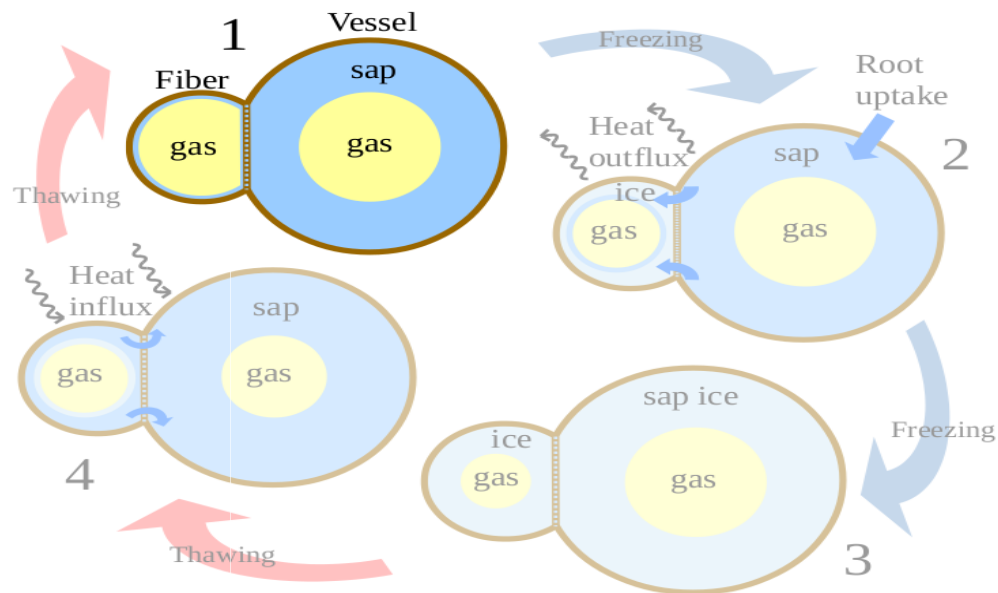
Adj R2 = 0.00552 P = 0.288



Constat de départ

Pourquoi et comment l'eau d'érable coule ?

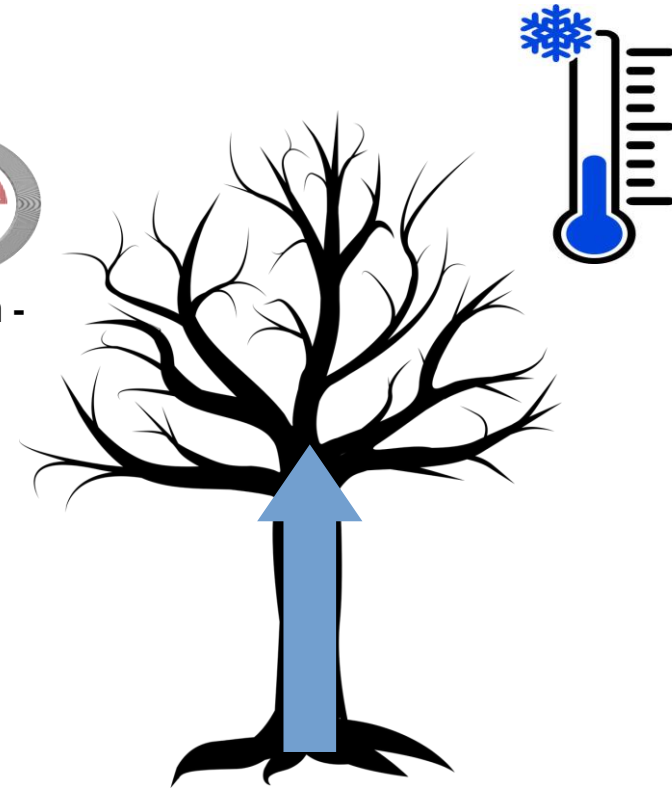
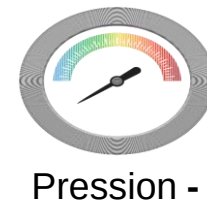
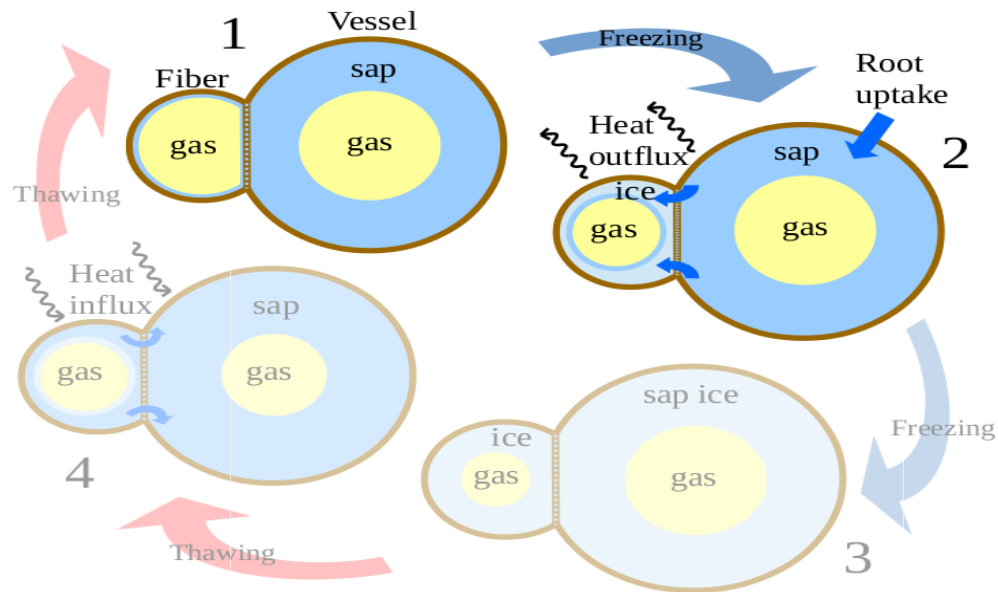
Fin de l'hiver : embolies dans les fibres et vaisseaux



Constat de départ

Gel :

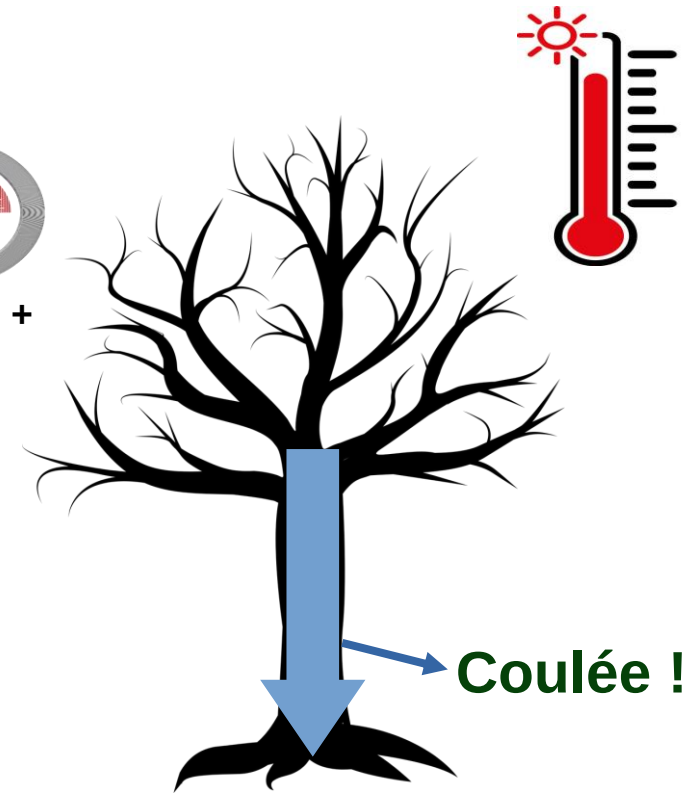
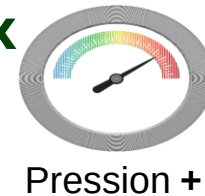
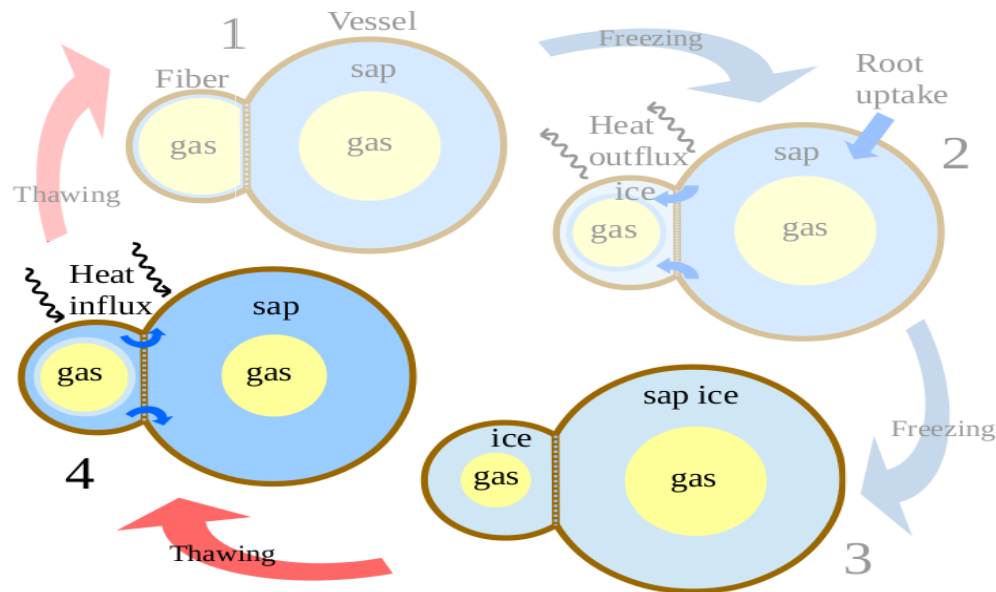
- glace et contraction des gaz dans les fibres
- mouvements d'eau vers les fibres



Constat de départ

Dégel :

- dilatation des gaz dans les fibres
- mouvements d'eau vers les vaisseaux



Constat de départ

Alternance gel / dégel

