



Siège social
3600, boul Casavant Ouest
Saint-Hyacinthe, Qc, J2S 8E3
Tel : (450) 773-1105
Fax : (450) 773-8461

Bureau de Québec
1140, rue Taillon
Québec, Qc, G1N 3T9
Tel : (418) 643-8903
Fax : (418) 643-8350

Projet de recherche: Rapport final

Étude de l'effet de l'oxydation des tissus du xylème sur le rendement en eau d'érable.

Comparaison entre une exposition de l'entaille à N₂ et à de l'air.

Par: Jean Pierre Renaud, Ph. D. , physiologiste



Résumé

Une réduction prématurée, ou même l'arrêt complet de la coulée est souvent associée à un accroissement des populations de micro-organismes, lors des saisons chaudes. Cependant, si l'on écarte l'aspect des micro-organismes, une autre cause de baisse de rendement pourrait être associée à un phénomène d'oxydation des tissus du bois. La formation de zones de bois coloré consécutivement à l'entaillage est probablement une manifestation de ce phénomène d'oxydation. Cette étude a donc été mise sur pieds afin d'évaluer la baisse de rendement en eau d'érable qui peut être associée à l'oxydation des tissus du bois. Pour ce faire, 10 érables ont été entaillés à raison de 2 entailles par arbre, à l'érablière expérimentale de Norbertville. Pour chaque arbre, lorsque le système sous vide arrêta, une valve coupait l'entaille du reste du système de récolte et un gaz, soit de l'air ou de l'azote était injecté dans l'entaille. La coulée était mesurée quotidiennement.

Les résultats obtenus en 1997 et en 1998 sont contradictoires. Alors qu'en 1997 la présence d'air semblait avoir réduit d'environ 20% le rendement des entailles, en 1998 cette tendance ne s'est pas manifestée. Au contraire, l'air semble avoir accru le rendement d'environ 5% en 1998. Devant ces résultats contradictoires, nous ne pouvons pas conclure que l'oxydation des tissus durant la saison de coulée soit un facteur limitant le rendement des entailles.



Table des matières

Problématique	1
Objectifs du projet	1
Hypothèse	1
Protocole expérimental	2
Dispositif expérimental	2
Résultats et discussion.....	2
Résultats intrinsèques au système expérimental :	2
Mesures de la pression de gaz dans les lignes.....	2
Résultats relatifs aux traitements.....	2
Effets arbres.....	2
Effets global de l’oxygène.....	5
Effet temporel de l’oxygène	6
Conclusion.....	7
Remerciements	7
Bibliographie	7

Étude de l'effet de l'oxydation des tissus du xylème sur le rendement en eau d'érable.



Problématique

On a longtemps cru que la réduction de la coulée des érables en fin de saison était principalement due à une contamination de l'entaille. Le fait que la paraformaldéhyde ait des prétendues propriétés antiseptiques et qu'elle permette d'accroître le rendement lors des saisons chaudes vient appuyer cette idée. Cependant, il est aussi possible qu'une partie de la baisse de rendement soit due à l'oxydation des tissus du bois, générants les zones colorées à l'intérieur de l'arbre. Selon Boddy (1992), les arbres réagissent à l'air (et à l'oxygène) en activant leurs mécanismes de défense. Comme nous ne savons pas comment ce mécanisme peut interférer avec la coulée des érables, car personne ne l'a encore étudié dans cette perspective, ce projet de recherche a été mis au point.

L'érablière expérimentale du MAPAQ, a été choisi comme étant l'endroit idéal pour réaliser ce projet car on y trouve les infrastructures et toute l'expertise nécessaire au bon déroulement d'une expérimentation aussi complexe.



Objectifs du projet

- Accroître les connaissances portant sur les mécanismes physiologiques associés à l'entaillage de l'érable à sucre.
- Optimiser le rendement des érablières, en appliquant, si possible, ces nouvelles connaissances au système de récolte actuel



Hypothèse

Sur la bases des données actuellement disponibles, ce projet vise à vérifier l'hypothèse suivante :

- Le volume de la récolte d'eau d'érable diminue au cours d'une saison à cause de facteurs externes et internes associés à l'entaille. Parmi les facteurs internes, on peut assumer qu'en conditions aseptiques, seul le phénomène de compartimentage de la blessure réduit la coulée. Comme on peut présumer que c'est l'apport d'oxygène de l'air qui provoque le phénomène d'oxydation des tissus situés à proximité de l'entaille, nous pensons pouvoir accroître le rendement en eau de l'entaille en évitant de l'exposer à l'air (tout en demeurant dans des conditions relativement aseptiques). Cette augmentation du rendement devra être d'au moins 10% afin d'être significative d'un point de vue pratique.



Protocole expérimental

Dispositif expérimental

Le 27 mars 1997 (jour julien 87), 10 érables d'un DHP supérieur à 30cm ont été entaillés à Norbertville suivant le protocole préétabli. Le système est demeuré sous vide, jusqu'à ce que la température ambiante descende sous le point de congélation. Alors, les traitements de gaz ont fonctionné durant 2.5 heures avant que le vide reparte (au matin). La récolte de l'eau s'est effectuée de façon quotidienne jusqu'au 23 avril (jour julien 114). Au désentaillage, des mesures de la contamination microbiologique ont été prises.

En 1998, l'entaillage des mêmes arbres s'est effectué le 25 mars (jour julien 84). Le système est demeuré sous vide, jusqu'à ce que la température ambiante descende sous le point de congélation le 4 avril (jour julien 94). Alors, les traitements de gaz ont débuté. La récolte de l'eau s'est effectuée de façon quotidienne jusqu'au 14 avril (jour julien 104).



Résultats et discussion

Résultats intrinsèques au système expérimental :

Les 2 entailles par arbre ont été faites dans des zones vierges (à 3m du sol). En 1997, les entailles ont été effectuées dans les mêmes axes sur chacun des 10 arbres. L'entaille exposée à l'azote avait systématiquement la position 'sud-sud-est', et l'entaille exposée à l'air était à 20cm de distance environ à la position 'sud-sud-ouest'. Nous avons présumé que ce biais ne causait pas de variation dans la coulée, car les entailles étaient relativement près l'une de l'autre et qu'aucune étude ne permet de dire que l'est coule plus que l'ouest de façon systématique. En 1998, les entailles ont été effectuées aléatoirement.

Mesures de la pression de gaz dans les lignes.

La pression dans les lignes de gaz a été mesurée, afin de pouvoir évaluer si les traitements étaient identiques en termes de pression. Aucune différence significative n'a pu être détectée dans l'application des traitements ($p=0.27$). La pression moyenne mesurée à la dernière entaille au cours de la durée des traitements était de 620 mbar pour l'azote et de 606 mbar pour l'air.

Résultats de microbiologie :
(voir Lucie Paré)

Résultats relatifs aux traitements

Effets arbres

Pour chacun des arbres, la coulée de la saison 97 a été variable. À la Figure 1, on observe que les arbres 1 et 10 ont produit de plus faibles coulées (respectivement 21.7 et 25.6 L de sève par entaille) que les arbres 6 et 7, qui sont ceux qui ont coulé le plus (respectivement 112.0 et 102.2 L de sève par entaille). On n'observe pas de relation stricte entre le Brix et la coulée, contrairement à la croyance populaire qui

voudrait que plus un arbre est sucré, plus il coule. C'est également sur cette base, que l'on pourrait

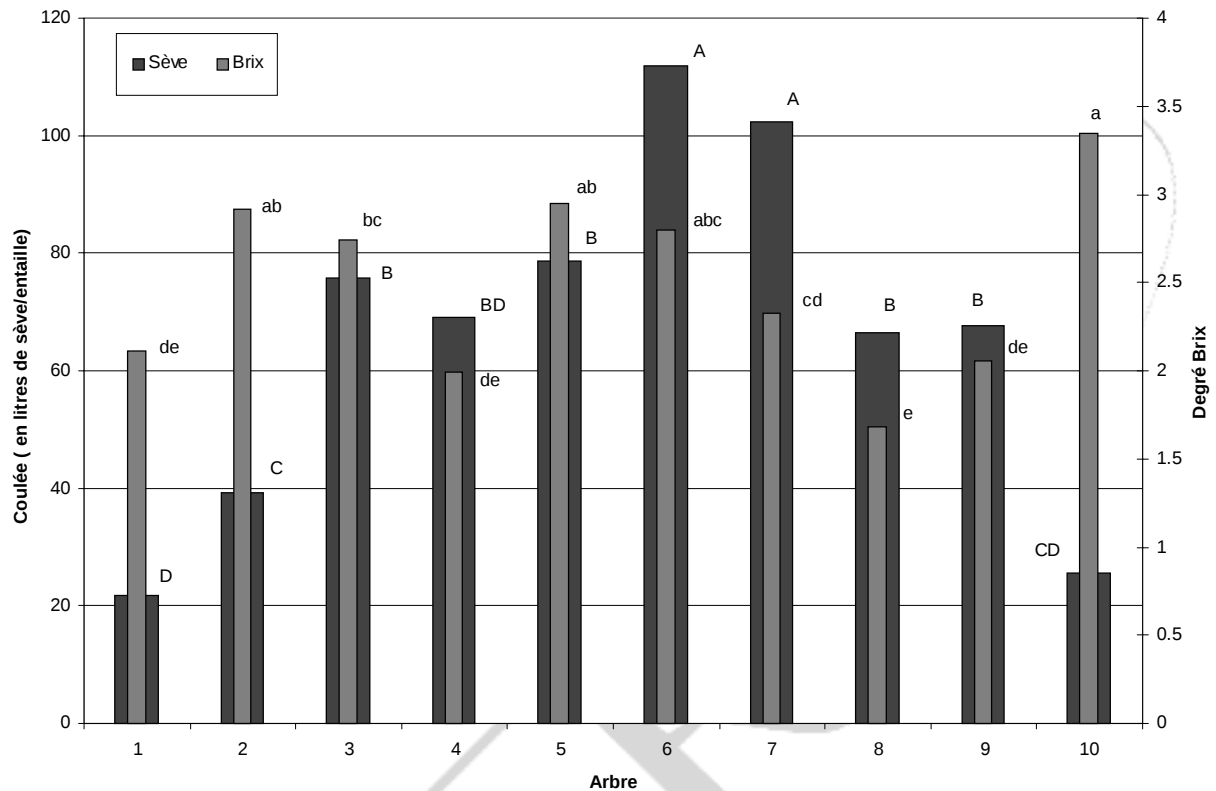


Figure 1 Variabilité de la coulée de 1997 et du degré Brix moyen entre les arbres .
(Les moyennes suivies d'une même lettres ne sont pas différentes à un niveau de probabilité $\alpha=0.05$)

remettre en question, la sélection des érables supérieurs lors de l'aménagement des érablières. L'arbre qui a obtenu le plus haut Brix (arbre 10 = 3.3 Brix) est un de ceux qui a coulé le moins en termes de volume (25.6 L / entaille).

En 1998, les arbres ont coulé sensiblement de la même façon qu'en 1997, les arbres 6 et 7 étant ceux qui ont coulé le plus (Figure 2b).

La Figure 2 illustre l'effet des traitements avec l'air et l'azote pour chacun des arbres en 1997 (a) et 1998 (b). On s'aperçoit que pour tous les arbres, le volume de sève récolté pour la saison 97 a été supérieur pour le traitement à l'azote. La variabilité inter-arbre est également observable à la Figure 2. L'écart entre les traitements semble le plus large pour l'arbre 6 qui a coulé beaucoup. Cet écart est minimal pour l'arbre 4 qui a eu une coulée moyenne. La cause de cette variabilité inter-arbre est inexpliquée, et probablement liée à la génétique et à la vigueur des arbres. Par contre en 1998, seuls les arbres 1, 5, 7, et 10 ont donné un rendement supérieur pour le traitement à l'azote.

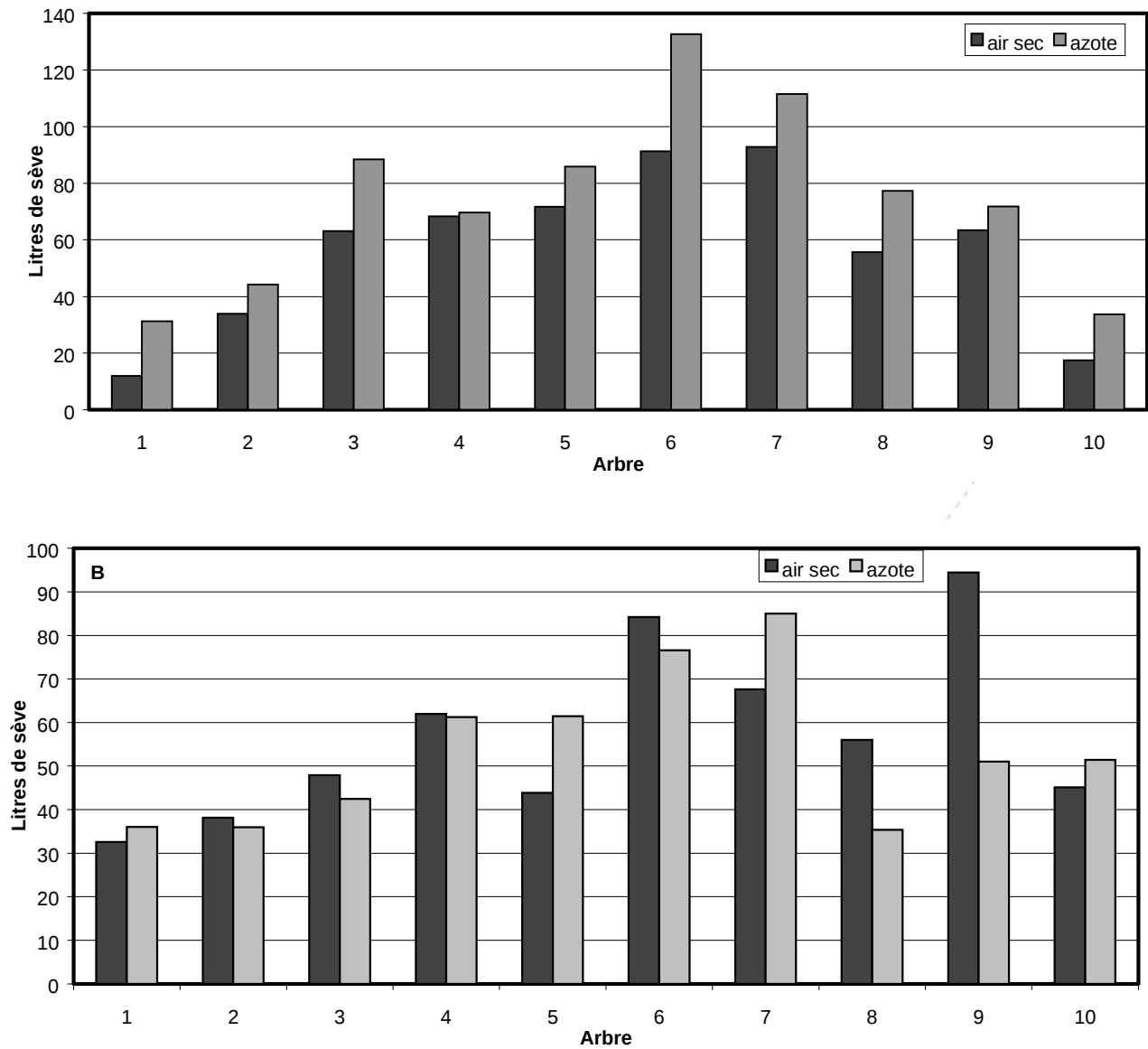


Figure 2 Comparaison de la coulée 1997 (a) et 1998 (b) entre les arbres en fonction des traitements à l'air ou à l'azote des entailles

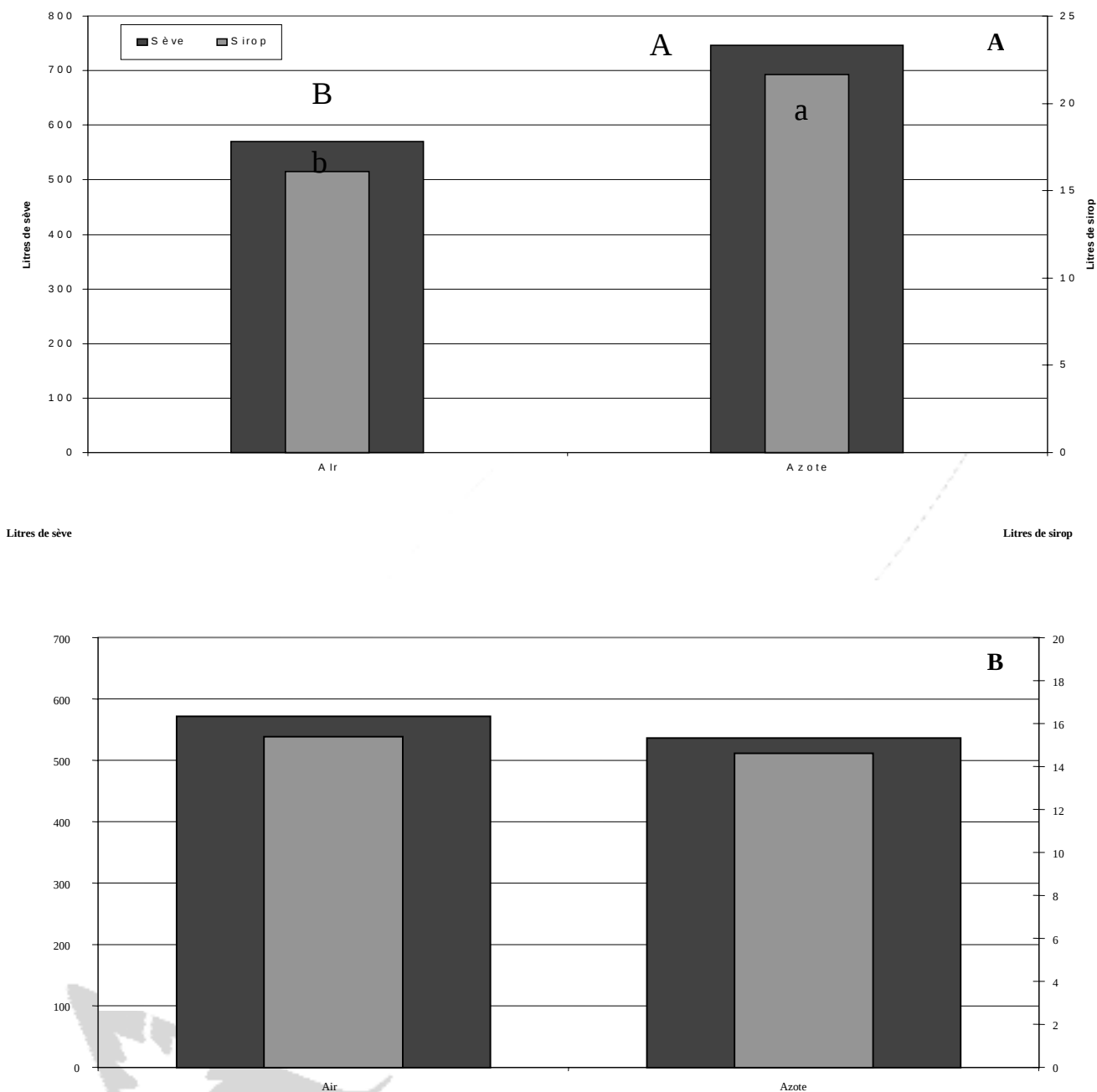


Figure 3 Productivité des entailles exposées à l'air ou à l'azote en termes de volume de sève ou de sirop récoltés

Effets global de l'oxygène

En 1997, le traitement à l'azote a augmenté le rendement des érables. La coulée a été augmenté ($p=0.0006$) ainsi que la production de sirop ($p=0.0006$) qui est la résultante de la pondération du volume de sève récolté, par le Brix de cette sève (i.e. $L \text{ de sirop} = (L \text{ de sève} \times \text{Brix})/86$). À la Figure 3 on observe que la récolte de sève a été plus élevée pour le traitement à l'azote (74.7 L par entaille) que pour le traitement à l'air (57.0 L par entaille). Le Brix, pour sa part, n'a pas été affecté par les traitements ($p=0.59$). Il était de 2.5 en moyenne. La production de sirop était supérieure pour le traitement à l'azote (2.2 L par entaille) comparativement au traitement à l'air (1.6 L par entaille). Il faut noter cependant, que

le rendement en sirop de nos 2 traitements sont excellents, suivant le facteur de productivité de Coons (1987). Ce dernier considère la productivité comme excellente lorsqu'un litre de sirop peut être produit par moins de 0.7 entaille. Ce résultat pourrait être expliqué par le fait que les entailles faites pour cette expérience étaient pratiquées dans du bois vierge qui aurait un rendement supérieur. Ceci tendrait à appuyer l'idée que les blessures de compartimentage faites par les entailles antérieures réduisent le rendement des érables.

En 1998, les entailles exposées à l'air ont produit 571L d'eau (15.4L de sirop) comparativement à 537L (14.6L de sirop) pour celles exposées à l'azote.

Effet temporel de l'oxygène

Initialement nous avons supposé que l'effet de l'oxydation des tissus était graduel, car l'on savait que la zone de bois coloré croît durant plusieurs mois, pratiquement jusqu'à ce que l'entaille soit cicatrisée (Houston et Fagan1997, Walters et Shigo 1978). Nous pensions donc que l'écart entre le rendement des entailles exposées à l'air et celles exposées à l'azote se creuserait graduellement au cours

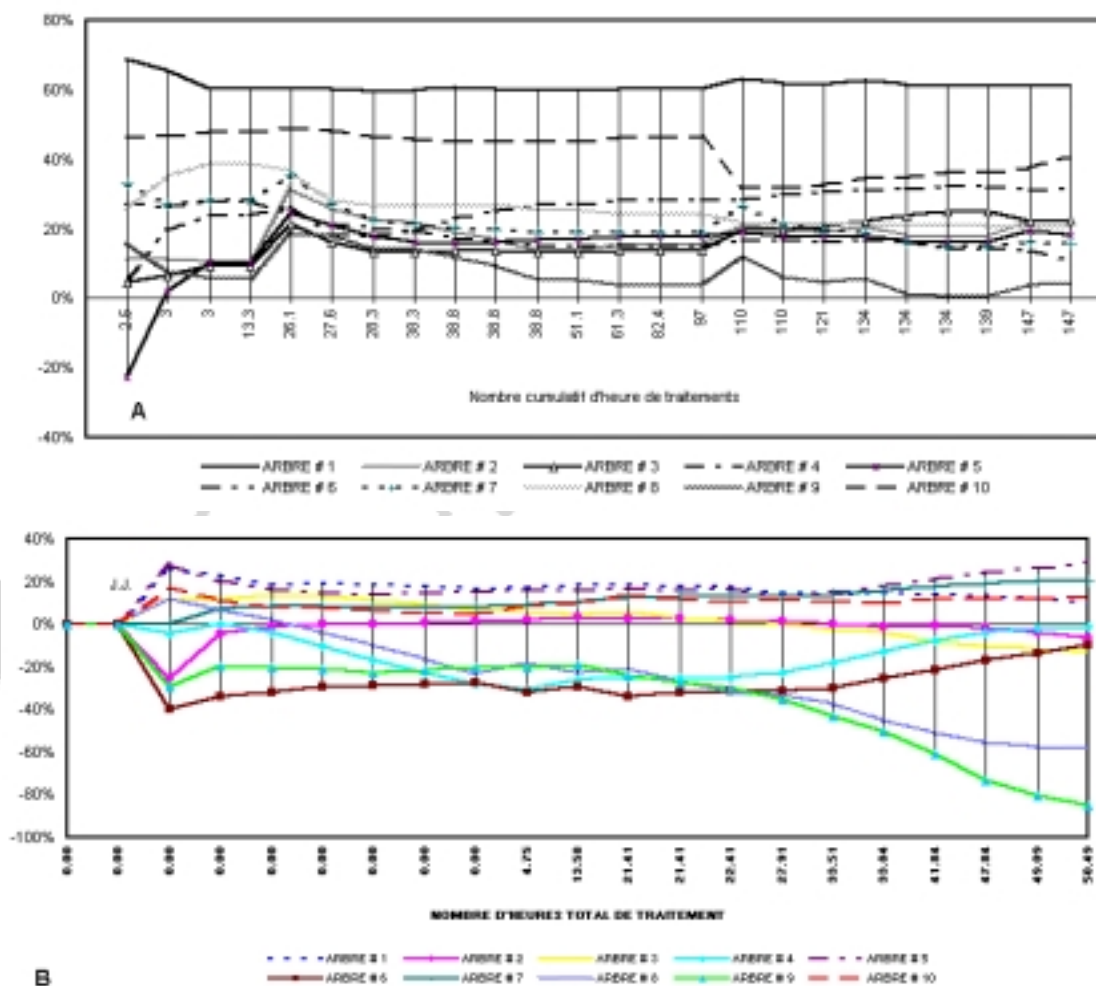


Figure 4 Rendement quotidien en sève d'une entaille exposée à l'air en rapport au rendement quotidien d'une entaille exposée à l'azote.

de la saison de coulée. Ce n'est pas ce que nous pouvons observer à la Figure 4. Si une telle oxydation se produit dans les premiers temps suivant l'entaillage, il est probable qu'elle n'affecte pas d'une façon marquée le rendement en eau. La mise en place de barrières de compartimentage serait donc un phénomène graduel, dont l'effet ne serait pas (ou difficilement) mesurable durant la saison de coulée.



Conclusion

Bien que le compartimentage des blessures fait forcément suite à l'entaillage, ses répercussions sont difficilement mesurables durant la saison de coulée. L'oxydation des tissus est un phénomène graduel. Nous n'avons pas été capable de montrer que ce phénomène jouait un rôle de réduction du rendement des entailles.



Remerciements

La somme colossale de travail abattue par Julien Lavoie et Guy Boudreault lors de se projet est à souligner. Nous tenons à les remercier, ainsi que les autres employés du Centre ACER qui ont collaboré à ce projet.



Bibliographie

- Boddy, L. 1992. Microenvironmental aspects of xylem defenses to wood decay fungi. Dans : RA Blanchette et AR Biggs (Eds). Defense mechanisms of woody plants against fungi. Springer-Verlag. pp. 96-131.
- Coons, C.F. 1987. Sugar bush management for maple syrup producers. Forest resources branch, Ontario ministry of natural resources. 48p.
- Houston, D.R. et J.C. Fagan. 1997. Reexamination of effects of paraformaldehyde on tissues around tapholes in sugar maple trees. USDA For. Res. Gen. Tech. Rep. NE-129. 55p.
- Walters, R.S. et A.L. Shigo. 1978. Discoloration and decay associated with paraformaldehyde-treated tapholes in sugar maple. Can. J. For. Res. 8 : 54-60.