



Centre de recherche, de développement et de transfert technologique acéricole inc.

142, rang Lainesse
Saint-Norbert d'Arthabaska
Québec (G0P 1B0)
Téléphone : 819-369-4000
Télécopieur : 819-369-9589

Projet de recherche : Rapport final

Exploration de l'entaillage d'automne comme complément à l'entaillage traditionnel

Projet n° 7440

par

Yvon Grenier, ing. f., M. Sc.

2 mai 2008

Introduction

Le phénomène de coulée de l'eau d'érable, et les activités de récolte et de transformation qui y sont reliées, sont traditionnellement associés au printemps. Or, il n'y a pas que cette seule saison qui permette aux érables de couler. Lorsque les conditions climatiques le permettent, il est possible de recueillir de l'eau d'érable et de la transformer en sirop à l'automne. Nous savons que des producteurs entaillent leurs érables et font du sirop à l'automne depuis quelques années. Le printemps suivant venu, ces producteurs reprennent les entailles percées à l'automne précédent, qu'ils rafraîchissent ou ne rafraîchissent pas, pour faire la récolte traditionnelle. Comme il s'agit d'une pratique peu connue et peu documentée, nous avons vu une opportunité de développer un nouveau projet afin de parfaire nos connaissances à ce sujet et de vérifier si ce nouveau mode d'exploitation devrait être utilisé. Toutefois, nous avons jugé prudent de mener un avant-projet à une échelle réduite afin d'acquérir un peu d'expérience sur le sujet et d'avoir une idée des rendements avec des résultats préliminaires.

Nous avons posé deux hypothèses lors du développement de cet avant projet. La première était qu'on peut produire plus de sirop sur une base annuelle si la récolte est répartie en deux saisons (automne + printemps). La seconde était à l'effet qu'on peut produire plus de sirop sur une base annuelle si les entailles faites à l'automne sont rafraîchies au printemps suivant et que les deux coulées sont recueillies.

Matériel et méthodes

En septembre 2007, nous avons repéré 30 arbres à la station expérimentale du Centre Acer à St-Norbert d'Arthabaska. Nous avons divisé ces arbres en trois groupes de dix arbres chacun destinés à recevoir trois combinaisons de traitements. Le premier niveau de traitement consistait à pratiquer une première entaille à l'automne ou au printemps. Le deuxième niveau consistait à rafraîchir ou à ne pas rafraîchir au printemps les entailles faites à l'automne précédent.

Le tableau 1 présente les DHP moyens de chacun des groupes. Il n'y a aucune différence en DHP entre chaque groupe ($F_{2,29} = 0,022$; $Pr > F = 0,979$). Il était particulièrement important que ces groupes soient de DHP moyen le plus semblable possible, car il est reconnu que les rendements sont proportionnels au DHP (Grenier, 2008).

Tableau 1. DHP moyens (et écart types) de chaque groupe de dix arbres retenus pour les trois combinaisons de traitement

Traitements		DHP moyen (cm)
Première saison d'entailage	Rafraîchissement de l'entaille au printemps	
Automne	Non	44,8 (2,7)
Automne	Oui	44,7 (2,3)
Printemps	N/A	44,9 (1,1)

Le 22 octobre 2007, nous avons entaillé vingt arbres à 2,5 mètres de hauteur au dessus du sol en orientant les entailles le plus près possible de 000°. Chaque arbre portait une seule entaille et toutes avaient 4,76 mm de diamètre (6/32° de pouce) et 50 mm de profondeur. Nous avons relié chaque entaille à un baril de 145 L de poids connu avec des chutes de longueur suffisante. Il y avait un baril par entaille. Nous avons déposé dans chaque baril 750 ml de Quatal (liquide désinfectant à base de glutaraldéhyde et d'ammonium quaternaire destiné à empêcher la fermentation de l'eau d'érable dans les barils). Nous avons mis la pompe à vide en marche dès le début des gelées, soit le 24 octobre, et le vide a été maintenu à -20" Hg jusqu'au 10 janvier 2008. Ce jour-là, nous avons débranché les chutes des barils et les avons ramené à l'intérieur pour permettre à leur contenu de dégeler. Cela permettait aussi de laisser fondre la neige et la glace qui s'étaient fixées sur les parois extérieures des barils. Après une semaine, nous avons pesé les barils et avons prélevé un échantillon pour déterminer le degré Brix de la solution.

Nous avons ensuite vidangé les barils, leur avons remis des quantités déterminées de Quatal et les avons ramenés près des mêmes arbres en vue de la récolte de printemps. Nous avons aussi préparé dix autres barils destinés aux arbres qui allaient recevoir leur première entaille au printemps.

Le 27 février 2008, nous avons rafraîchi les entailles des dix arbres devant recevoir cette combinaison de traitements avec une mèche de 5,56 mm de diamètre (7/32^e de pouce) et sans aller plus profond que 50 mm, tel que pratiqué à l'automne. Pour les dix entailles devant être faites au printemps, nous avons aussi percé le bois à 5,56 mm de diamètre et 50 mm de profondeur tout en conservant les mêmes autres caractéristiques qu'à l'automne. Nous avons relié les 30 entailles à autant de barils maintenus à -20" Hg jusqu'au 21 avril, date à laquelle nous avons estimé que la saison de récolte 2008 était terminée. Le 22 avril, nous avons pesé tous les barils et prélevé un échantillon pour déterminer le degré Brix de la solution.

Nous avons consulté le site Web de Météomédia pour connaître les températures tout au cours de cet avant-projet. La ville de référence était Victoriaville. Nous avons examiné les données quotidiennes pour déterminer si il y avait un potentiel de coulée selon les températures minimales et maximales. Lorsque les températures maximales étaient sous le point de congélation, nous avons classé ces journées comme non potentielles. Si les températures minimales étaient plus froides que -10°C et que les températures maximales ne dépassaient pas 3°C, ces journées étaient aussi considérées comme non potentielles. Nous avons fixé ces bornes parce que nous ne savons pas combien de temps la température est restée au dessus du point de congélation pendant ces journées et nous savons que le bois met un certain temps à dégeler afin de laisser couler l'eau d'érable. Les journées qui ne rencontraient pas les critères précédents étaient considérées comme potentiellement productives.

Nous n'avons fabriqué aucun sirop avec l'eau d'érable recueillie. La production de sirop est le résultat du produit mathématique du volume d'eau recueillie multiplié par sa concentration. Elle est calculée avec la formule suivante :

$$\text{Quantité de sirop} = [(\text{Poids de l'eau recueillie} * ^\circ\text{Brix de l'eau d'érable}) / (66 * 1,3248)]$$

La présence de Quatal dans la solution d'eau d'érable fausse les données de deux façons, soit en volume et en concentration. Pour calculer le poids net d'eau d'érable recueilli, il suffit de soustraire au poids total la quantité connue de Quatal ajouté. Pour les concentrations, nous avons calibré une courbe de concentration, telle que présentée à la figure 1. Nous avons mis quelques gouttes de Quatal « pur » (c'est-à-dire tel qu'extrait du contenant dans lequel il nous a été livré) sur un réfractomètre et avons eu une lecture de 19,8 comme Brix. Puis, nous avons dilué le Quatal par dix, avons repris une lecture au réfractomètre, puis dilué à nouveau la solution quatre autre fois jusqu'à obtenir une solution à environ 1%. La régression linéaire tirée de cet essai a donné un R² de près de 1 et elle passe par l'origine.

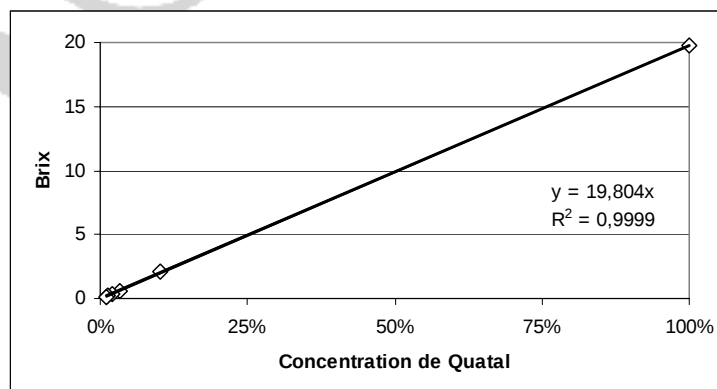


Figure 1. Mesures du Brix au réfractomètre avec différentes concentrations de Quatal

Pour calculer le degré Brix, dit « corrigé », provenant de la seule contribution de l'eau d'érable, nous avons appliqué la formule suivante :

$$\text{Brix corrigé} = \text{Brix lu} - \left[(\text{Quantité de Quatal ajouté} * 0,001 * 19,804) / \text{Poids total} \right]$$

où : Brix lu est la lecture telle que prise au réfractomètre; et
Poids total est le poids de l'eau d'érable recueillie et le poids du Quatal ajouté.

Il est arrivé lors de la récolte de printemps que les barils risquaient de déborder. Cette situation aurait aussi pu se produire à l'automne, mais elle ne s'est jamais concrétisée. Afin de ne pas perdre d'eau, nous avons vidangé les barils de tout ce qui dépassait la moitié de leur contenu potentiel, soit environ 73 L. Ce faisant, la quantité de Quatal diminue à chaque vidange et il faut en tenir compte lors du calcul du Brix, soit lors de récolte partielle, soit à la dernière récolte. La quantité de Quatal retiré est calculée comme suit :

$$\text{Quatal retiré} = \left[(\text{Poids de la solution soutirée} * \text{Quantité de Quatal initiale}) / (72,6 + \text{Poids de la solution soutirée}) \right]$$

La quantité de Quatal résiduel diminuant à chaque vidange est calculée à chaque fois et le degré Brix de l'eau d'érable de la récolte totale est une moyenne pondérée.

Finalement, les analyses statistiques ont été faites avec Excel-Stat.

Résultats

Les données brutes de coulée et de Brix des trente arbres utilisés dans ce projet pendant les deux saisons sont présentés en annexe. De façon générale, ils sont plutôt homogènes avec des écarts types petits.

Le tableau 2 présente les résultats de coulée et de Brix pour les différents traitements. La récolte d'automne a donné de l'eau d'érable 50% moins sucrée que celle de printemps. Les quantités d'eau récoltées au printemps pour les entailles faites à l'automne sont légèrement inférieures aux quantités récoltées à l'automne. Par contre au printemps, on a récolté plus du double de l'eau d'érable avec les entailles faites au printemps comme première saison, comparativement aux récoltes de printemps ou d'automne, mais avec les entailles faites à l'automne comme première saison, qu'elles aient été rafraîchies ou non. De plus, les entailles faites à l'automne ont donné environ 12% moins d'eau au printemps qu'à l'automne, que les entailles aient été rafraîchies ou non.

Tableau 2. Rendements moyens (et écart types) de chaque groupe de dix arbres retenus pour les trois combinaisons de traitement et par saison de récolte

Traitements		Saison de récolte			
		Automne 2007		Printemps 2008	
Première saison d'entailage	Rafraîchissement de l'entaille au printemps	Coulée (kg)	° Brix	Coulée (kg)	° Brix
Automne	Non	52,3 (8,9)	1,1 (0,2)	45,2 (20,6)	2,3 (0,4)
Automne	Oui	52,1 (14,0)	1,1 (0,2)	46,4 (20,0)	2,1 (0,4)
Printemps	N/A	-	-	111,4 (22,2)	2,2 (0,3)

La figure 2 présente les rendements moyens en litres de sirop par arbre pour la récolte d'automne et celle de printemps. La récolte de printemps a donné plus de quatre fois plus de sirop que celle d'automne ($2,697 \pm 0,460$ L vs $0,639 \pm 0,193$ L) et les différences sont très significatives ($F_{1,29} = 303$; $Pr > F = < 0,0001$).

La figure 3 présente les rendements moyens en litres de sirop par arbre pour la récolte de printemps, selon que les entailles faites à l'automne ont été rafraîchies ou non rafraîchies au printemps. Il n'y a aucune différence entre les traitements de rafraîchissement de l'entaille ($1,127 \pm 0,512$ L vs $1,170 \pm 0,558$ L); ($F_{1,19} = 0,033$; $Pr > F = 0,8576$)).

La figure 4 présente les rendements moyens en litres de sirop par arbre pour les récoltes d'automne et de printemps combinées, avec ou sans rafraîchissement au printemps pour les entailles faites à l'automne, et la seule récolte de printemps pour les arbres qui ont été entaillés pour la première fois au printemps. Les lignes horizontales dans les bâtonnets des arbres entaillés en automne représentent les contributions d'automne (en bas) et de printemps (en haut). Les contributions d'automne représentent environ 36% des contributions totales. Pour les arbres entaillés en automne, il n'y a aucune différence entre les traitements de rafraîchissement de l'entaille ($1,756 \pm 0,626$ L vs $1,818 \pm 0,693$ L). De plus, ces arbres ont donné significativement moins de sirop que ceux entaillés seulement au printemps ($2,697 \pm 0,460$ L, idem figure 2); ($F_{2,29} = 7,668$; $Pr > F = 0,0023$)).

La figure 5 présente les données de température quotidienne et les jours jugés potentiellement productifs. Il y a eu 39 jours potentiels à l'automne 2007 et 35 jours potentiels au printemps 2008. Les deux saisons sont donc assez semblables, donnant même un léger avantage à l'automne. Par contre, les résultats de coulée ne semblent pas reliés aux longueurs de ces périodes, car même si l'automne a eu plus de jours potentiels, tous les rendements sont moindres que ceux du printemps.

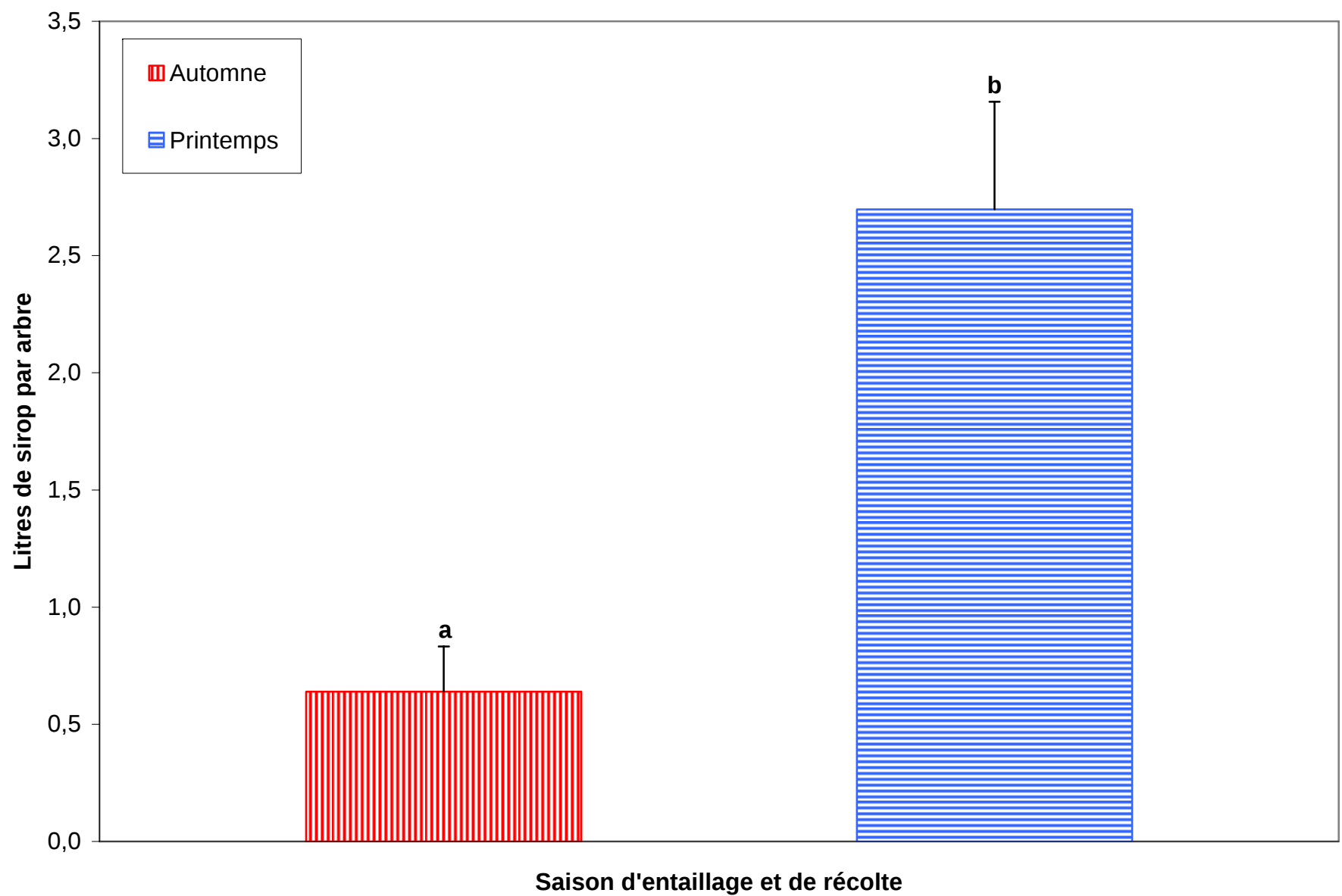


Figure 2. Rendement de sirop en litres par arbre selon la première saison d'entailage et la saison de récolte

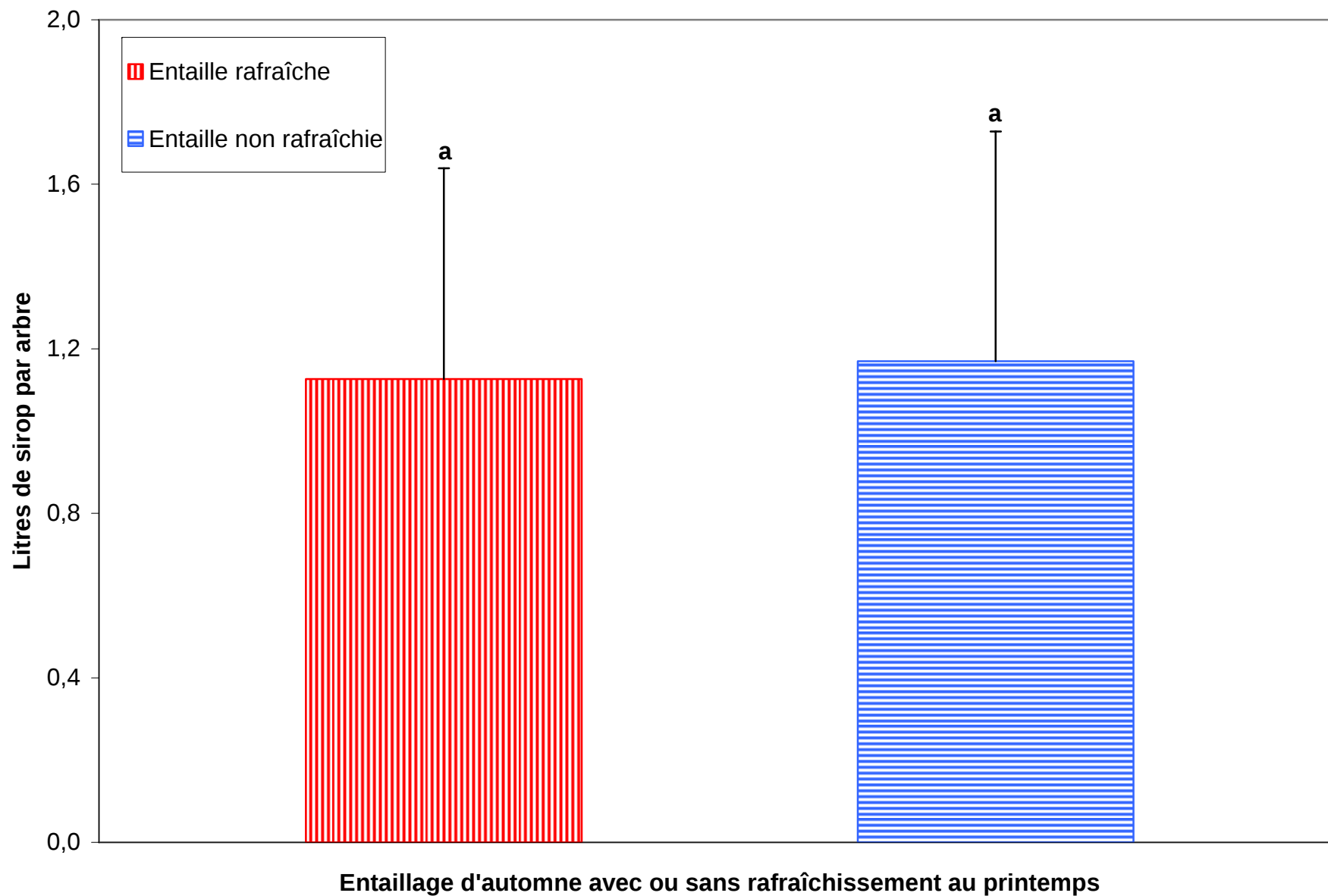


Figure 3. Rendement de sirop en litres par arbre de la récolte de printemps pour les arbres entaillés une première fois en automne avec ou sans rafraîchissement des entailles

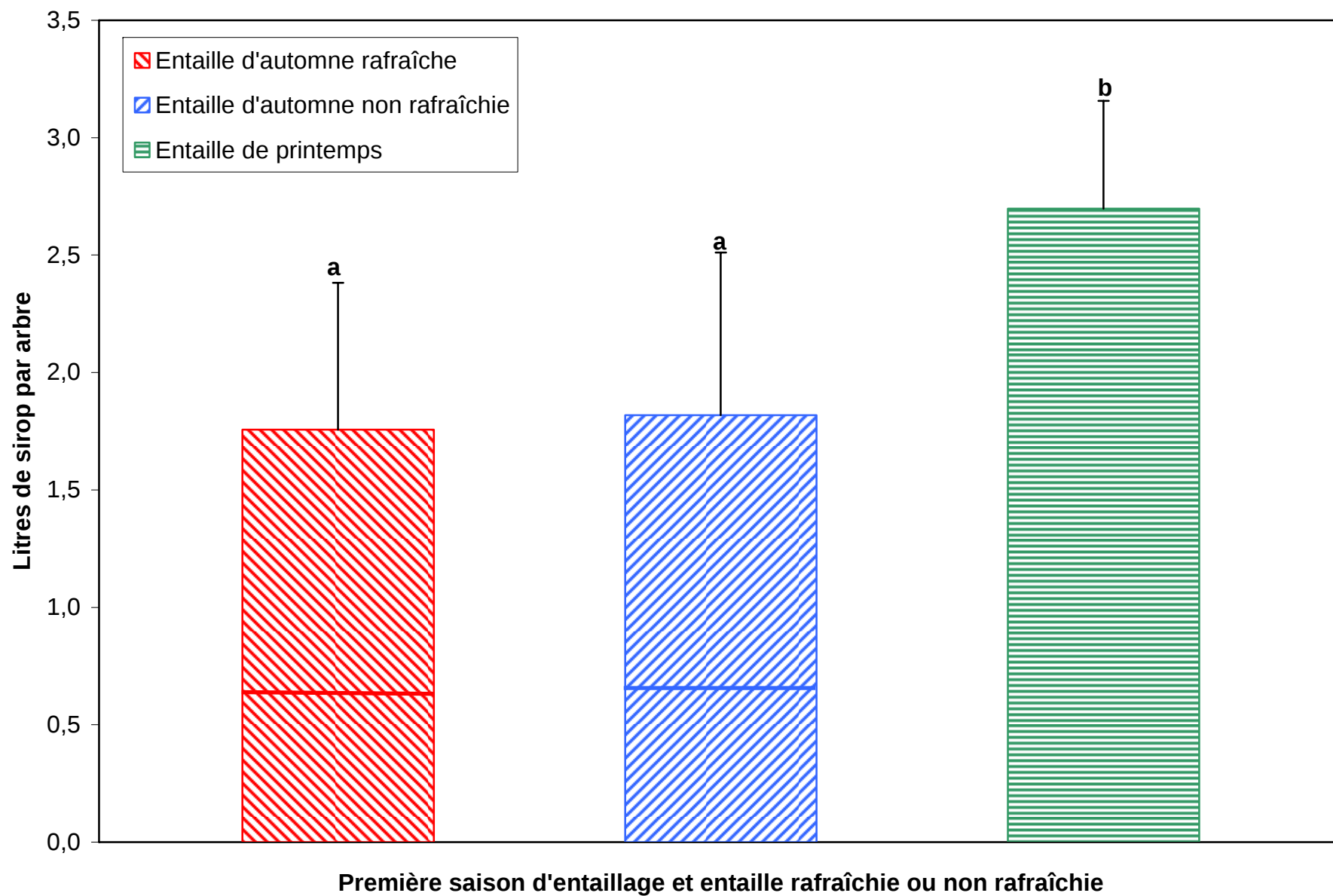


Figure 4. Rendement total de sirop en litres par arbre pour les arbres entaillés une première fois en automne avec ou sans rafraîchissement des entailles et ceux entaillés une première fois au printemps

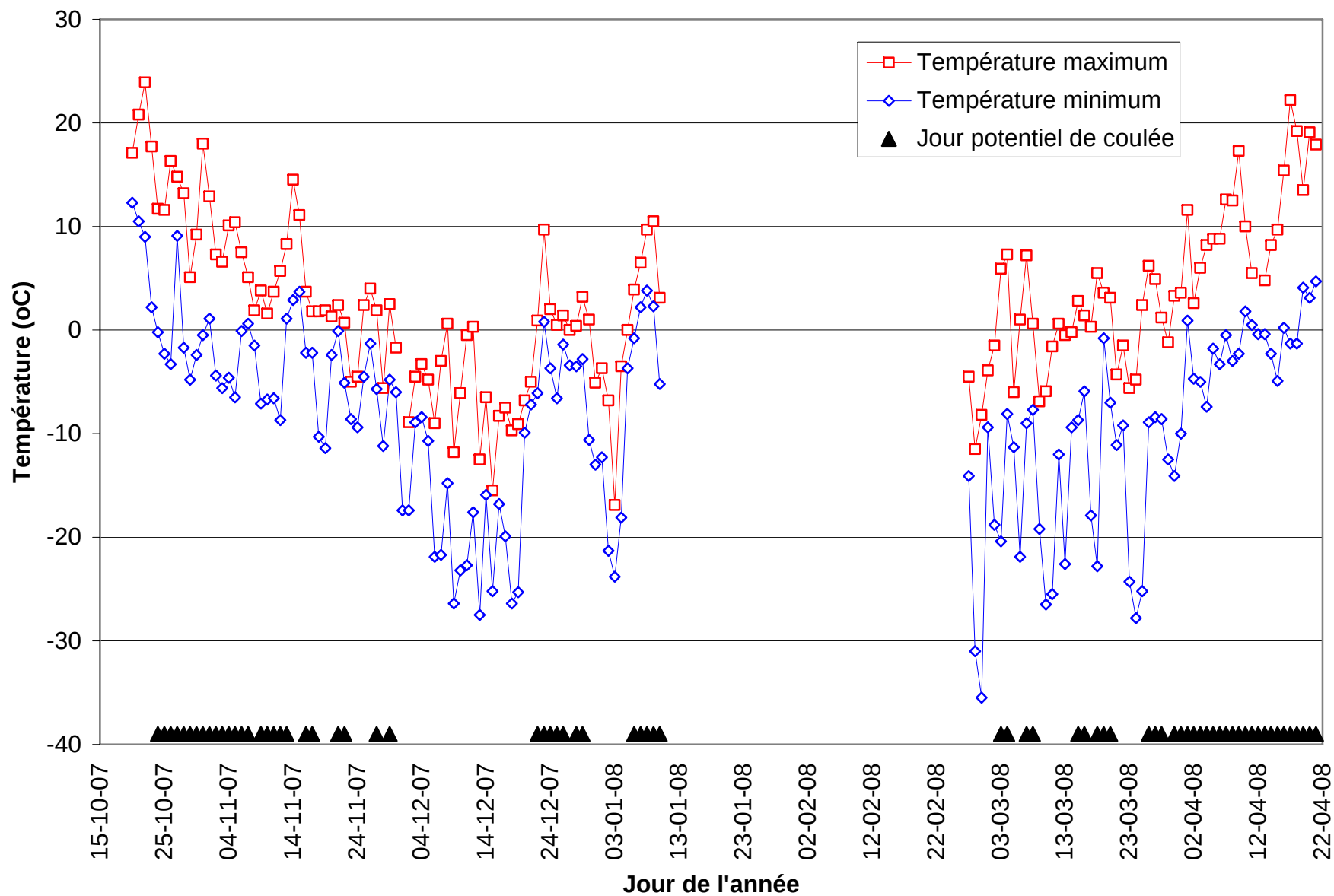


Figure 5. Évolution des températures au cours de l'automne 2007 et du printemps 2008 et identification des journées potentielles de coulée

Discussion et conclusion

L'hypothèse avancée qu'on puisse produire plus de sirop sur une base annuelle si la récolte est répartie en deux saisons, soit l'automne et le printemps suivant, doit être rejetée à la lumière de cette expérience. La récolte faite avec les arbres qui ont été entaillés au printemps seulement a donné 4,2 fois plus de sirop que celle faite avec les arbres qui ont été entaillés en automne et qui ont produit du sirop en automne et au printemps. Dans une expérience menée avec un système de récolte par gravité, Koelling (1968) avait obtenu des rendements supérieurs de 25% entre les récoltes de printemps seulement et celles d'automne et printemps combinées. Notre expérience a amené des différences bien supérieures à celles de Koelling, mais Grenier (2007a) et Wilmot *et al.* (2007) ont démontré que le système de récolte sous vide était environ trois fois plus performant que le système de récolte par gravité pour des niveaux de vide d'environ -20" Hg. C'est vraisemblablement ce qui explique les écarts entre les résultats de notre expérience et celle de Koelling.

Nous n'avons trouvé aucun avantage à rafraîchir au printemps les entailles faites à l'automne. Cela pourrait être dû au fait que notre rafraîchissement était très léger, avec seulement 1/32^e de pouce. Il est permis de croire qu'un rafraîchissement plus agressif aurait pu amener plus de rendement pour la récolte de printemps. Par contre, des entailles de diamètre plus petit que 6/32^e de pouce à l'automne devraient produire moins de sirop, la production étant proportionnelle au diamètre de l'entaille (Allard *et al.*, 1997). Il n'est donc pas certain que le rendement total serait amélioré avec des entailles d'automne plus petites et des entailles rafraîchies plus grosses.

L'eau d'érable récoltée à l'automne était moins sucrée que celle récoltée au printemps. La concentration de l'eau d'érable d'automne était environ 50% de celle du printemps. La même observation avait été faite par Koelling (1968). Par contre, cet auteur a plutôt obtenu un rapport d'environ 66%. Nous avons déjà observé que les deux types de récolte produisaient des concentrations en sucre différentes. Dans une autre expérience que nous avons menée, la récolte sous vide a donné de l'eau d'érable avec une concentration moyenne en sucre de 2% en 2007, alors que cette concentration pour l'eau d'érable récoltée par gravité était de 2,2% cette même année (Grenier, 2007a). Ici encore, il est vraisemblable que l'équipement de récolte explique les écarts.

On a aussi récolté moins d'eau d'érable à l'automne qu'au printemps. Le poids de l'eau d'érable d'automne était environ 47% de celui du printemps. Koelling (1968) avait obtenu des rendements moyens de l'ordre de 33% entre la récolte d'automne et celle de printemps. Par contre, la somme de ses récoltes d'automne et de printemps étaient pratiquement les mêmes que ses seules récoltes de printemps, avec des rendements d'automne et printemps combinés de l'ordre de 93% de ceux de printemps seul. Nos rapports sont de l'ordre de 88%. Bien que ces deux valeurs soient assez semblables, il ne faut pas oublier que l'eau d'érable d'automne est beaucoup moins sucrée que celle de printemps et dans ce travail, c'est le rendement en sirop qui est important.

Il est possible que les mauvais rendements de l'entaillage d'automne soit le résultat de deux facteurs. Le premier serait un manque cumulé de froid qui est nécessaire à la transformation de l'amidon en sucre. Les relevés de température allèguent pourtant que les conditions étaient comparables entre les deux saisons, du moins en ce qui a trait aux variations de température, même que l'automne semble avoir procuré plus de journées potentielles de coulée que le printemps (39 vs 35). Cela va dans le sens contraire de ce que Smith et Snow (1971) ont présenté, car ils affirmaient que l'automne présentait peu de jours de coulée potentiels. À l'automne, cette quantité de froid ne se serait donc pas accumulée, puisque l'hiver n'est pas encore passé. Le deuxième facteur serait le résultat d'un compartimentage accru par un entaillage hâtif. Dans un rapport précédent, nous avons conclu que l'entaillage hâtif ne diminuait pas les rendements (Grenier, 2007b). Cependant, la date la plus hâtive où nous avons entaillé des arbres étaient le 15 décembre. Ici, nous avons entaillé les arbres deux mois plus tôt, ce qui a pu laisser le temps aux arbres de compartimenter leur bois, limitant ainsi la production printanière.

À la lumière de cette expérience, nous ne voyons aucun avantage à pratiquer l'entaillage d'automne en vue d'augmenter la production acéricole. Si on veut promouvoir le développement de cette pratique, il faut avoir d'autres objectifs que la seule production nette de sirop.

Références

ALLARD, G. B., BOUDREAU, G. et RENAUD, J.-P. 1997. Modèle de simulation du rendement d'une entaille en fonction de différents paramètres physiques et physiologiques associés à l'entaillage. *In* Les stress et la productivité de l'érable à sucre : De l'arbre au peuplement. Actes du colloque tenu à St-Hyacinthe les 11 et 12 novembre 1997. Centre Acer inc., éd. : 111-130.

GRENIER, Y. 2008. Étude de quelques caractéristiques dendrométriques qui influencent les variations quantitatives et qualitatives de la coulée interindividuelle. Rapport présenté à la Direction du Centre Acer.

GRENIER, Y. 2007a. Vers la formulation de nouvelles normes d'entaillage pour conserver la production acéricole à long terme : détermination du nombre d'entailles par arbre. Affiche présentée au 7^e Carrefour de la recherche forestière. Québec, 19 et 20 septembre 2007.

GRENIER, Y. 2007b. Étude de l'effet de la date d'entaillage sur le potentiel de coulée et le volume de la zone de compartimentation. Rapport du Centre Acer no 615-FIN-1007.

<http://www.meteomedia.com/index.php?product=historical&placecode=caqc0779>

KOELLING, M. R. 1968. Sap yields from fall and spring tapping of sugar maple. USDA Forest Service Research Paper NE-115, Upper Darby, PA.

SMITH, H. C. et SNOW, A. G. 1971. Maple sugaring with vacuum pumping during the fall season. USDA Forest Service Research Note NE-134, Upper Darby, PA.

WILMOT, T. R., PERKINS, T. D. et van den BERG, A. K. 2007. Vacuum sap collection : how high or low should you go? Univ. of Vermont, Maple Syrup Digest, oct. 2007 : 27-32.

Annexe. Données provenant des trente arbres utilisés pendant les deux saisons

N° arbre	DHP (cm)	Premier entaillage	Diam. Ent. (pouce)	Prof. Ent. (mm)	Poids d'eau 1 (kg)	Brix 1 (%)	Sirop 1 (L)	Deuxième entaillage	Entaille rafraîchie	Diam. Ent. (pouce)	Prof. Ent. (mm)	Poids d'eau 2 (kg)	Brix 2 (%)	Sirop 2 (L)	Poids d'eau total (kg)	Sirop total (L)
2193	42	A 2007	6/32	50	35,4	0,8	0,319	P 2008	non	6/32	50	14,3	2,0	0,321	49,7	0,640
2222	49	A 2007	6/32	50	61,8	1,1	0,750	P 2008	non	6/32	50	54,4	3,1	1,906	116,2	2,656
2263	46	A 2007	6/32	50	55,9	1,0	0,663	P 2008	non	6/32	50	62,2	2,4	1,685	118,1	2,347
2309	47	A 2007	6/32	50	61,5	1,3	0,886	P 2008	non	6/32	50	45,5	2,7	1,382	107,0	2,269
2311	45	A 2007	6/32	50	40,4	1,0	0,479	P 2008	non	6/32	50	19,5	2,4	0,535	59,9	1,014
2315	45	A 2007	6/32	50	54,8	1,1	0,709	P 2008	non	6/32	50	76,6	2,1	1,817	131,4	2,526
2341	42	A 2007	6/32	50	55,0	0,9	0,587	P 2008	non	6/32	50	67,5	1,8	1,367	122,5	1,954
2343	48	A 2007	6/32	50	57,9	0,8	0,560	P 2008	non	6/32	50	28,3	1,8	0,592	86,2	1,152
2345	42	A 2007	6/32	50	55,1	1,5	0,966	P 2008	non	6/32	50	47,2	2,1	1,111	102,3	2,077
2348	42	A 2007	6/32	50	45,4	1,1	0,559	P 2008	non	6/32	50	36,7	2,3	0,985	82,1	1,544
2063	47	A 2007	6/32	50	38,2	0,9	0,401	P 2008	oui	7/32	50	12,5	1,9	0,276	50,7	0,677
2071	42	A 2007	6/32	50	55,0	0,8	0,524	P 2008	oui	7/32	50	54,1	1,8	1,139	109,1	1,663
2072	42	A 2007	6/32	50	45,0	0,8	0,398	P 2008	oui	7/32	50	45,0	1,5	0,756	90,0	1,155
2165	42	A 2007	6/32	50	37,8	1,0	0,438	P 2008	oui	7/32	50	23,8	2,4	0,654	61,6	1,092
2170	47	A 2007	6/32	50	45,6	1,4	0,718	P 2008	oui	7/32	50	47,3	2,4	1,293	92,9	2,011
2195	46	A 2007	6/32	50	53,7	1,2	0,753	P 2008	oui	7/32	50	59,0	2,4	1,599	112,7	2,352
2196	43	A 2007	6/32	50	74,1	1,1	0,933	P 2008	oui	7/32	50	44,9	2,9	1,473	119,0	2,406
2220	45	A 2007	6/32	50	40,1	1,0	0,475	P 2008	oui	7/32	50	85,4	2,1	2,023	125,5	2,497
2255	48	A 2007	6/32	50	54,9	1,2	0,773	P 2008	oui	7/32	50	36,4	2,0	0,820	91,3	1,594
2261	45	A 2007	6/32	50	76,9	1,0	0,886	P 2008	oui	7/32	50	55,3	1,9	1,232	132,2	2,119
1130	44	P 2008	7/32	50	97,5	2,5	2,787								97,5	2,787
1044	46	P 2008	7/32	50	119,6	2,0	2,785								119,6	2,785
1062	44	P 2008	7/32	50	114,7	1,8	2,399								114,7	2,399
1601	46	P 2008	7/32	50	118,0	2,0	2,756								118,0	2,756
2526	45	P 2008	7/32	50	117,0	1,9	2,552								117,0	2,552
168	43	P 2008	7/32	50	123,8	2,3	3,271								123,8	3,271
1834	44	P 2008	7/32	50	100,3	2,7	3,102								100,3	3,102
1557	45	P 2008	7/32	50	57,8	2,5	1,628								57,8	1,628
1594	46	P 2008	7/32	50	127,6	1,8	2,629								127,6	2,629
1706	46	P 2008	7/32	50	137,8	1,9	3,065								137,8	3,065