

# L'évaporateur au bois

Préparé par :

***Vincent Poisson, ingénieur forestier***



3973, rue Laval

Lac-Mégantic (Québec) G6B 1A8

Décembre 2014

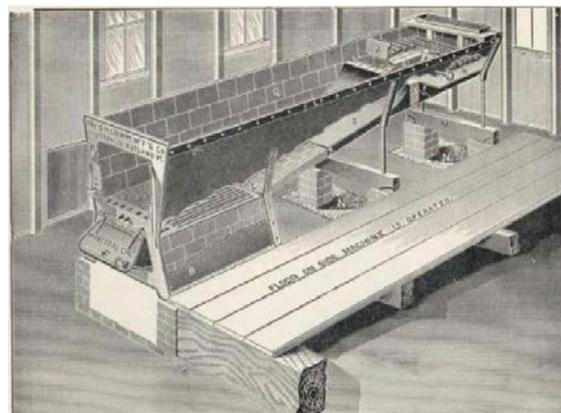
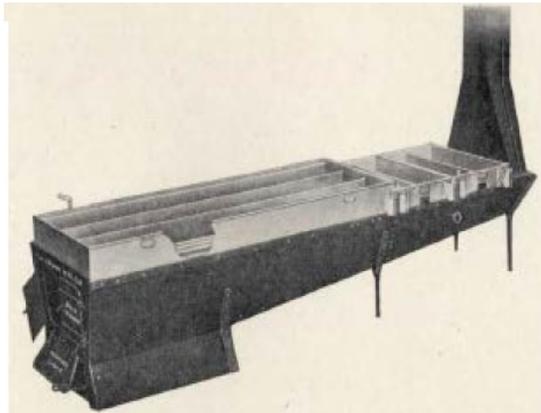
## Table des matières

<b>L'évaporateur au bois</b> .....	3
<i>Mise en contexte et un peu d'histoire</i> .....	3
<b>Les règles d'installation</b> .....	5
<i>Le positionnement et l'orientation</i> .....	5
<i>Briquetage et isolation</i> .....	7
<i>Cheminée et clé d'ouverture</i> .....	7
<i>Soufflerie pour évaporateur conventionnel</i> .....	9
<i>Profil de la chambre de combustion</i> .....	10
<i>Patron d'ébullition</i> .....	13
<i>La casserole à plis intérieurs et à plis extérieurs</i> .....	13
<i>Rapport casserole à plis/casserole à fond plat de l'évaporateur</i> .....	14
<b>Opération de l'évaporateur</b> .....	16
<i>Le bois de chauffage</i> .....	16
<i>Préparation à l'allumage</i> .....	17
<i>Chauffage pendant l'opération</i> .....	18
<i>Opération en fin de production</i> .....	20
<b>Entretien général de l'évaporateur</b> .....	21
<i>L'entretien des casseroles</i> .....	21
Les casseroles à plis .....	21
Les casseroles à fond plat .....	22
<i>L'entretien et le nettoyage des flottes</i> .....	25
<i>L'entretien du foyer et de la chambre de combustion</i> .....	26
<b>Conclusion</b> .....	27
<b>Bibliographie</b> .....	28
<i>Ouvrages consultés</i> : .....	28
<b>Collaborateurs</b> .....	29
<b>Producteurs acéricoles ayant participé à l'élaboration de ce document</b> .....	29

## L'évaporateur au bois

### *Mise en contexte et un peu d'histoire*

L'introduction de l'évaporateur au bois dans le procédé de transformation de la sève d'érable vers la fin du 19<sup>e</sup> siècle est étroitement liée à l'apparition du terme acériculture. En effet, l'arrivée de cet équipement a révolutionné la façon de produire le sirop d'érable en rendant beaucoup plus efficace l'évaporation de la sève d'érable et permettant l'apparition d'érablières de plus grande envergure pour l'époque. D'ailleurs, l'évaporateur produit à cette époque par *Grimm manufacturing co.*, qui ressemblait à bien des points de vue à l'évaporateur conventionnel d'aujourd'hui, a remporté un prix d'innovation à l'exposition universelle de Chicago en 1893! Voici d'ailleurs des images



tirées du catalogue de *Grimm manufacturing co.* de 1908 :

La particularité la plus remarquable qui ressort de ces photos est que le fourneau n'a pratiquement pas évolué par rapport au modèle d'aujourd'hui. Par contre, la circulation de l'eau à l'intérieur des casseroles se faisait à l'époque en sens inverse de la plupart des modèles d'aujourd'hui. L'avantage était d'avoir une chaleur plus constante et une absence de radiation du bois en combustion, limitant ainsi les débordements et permettant une cuisson plus uniforme. Par contre, le chauffage et l'évacuation du sirop arrivé au bon degré de cuisson se faisaient à l'opposé, ce qui exigeait pratiquement la présence de deux opérateurs.

De nos jours, l'évaporateur au bois demeure sans conteste le plus populaire dans l'industrie. Bien que des modèles à plus haut rendement énergétique soient apparus depuis quelques années, le bois demeure encore le combustible le plus utilisé par les producteurs. Voici d'ailleurs les données compilées par la *Fédération des producteurs acéricoles du Québec (FPAQ)* sur le type de combustible utilisé pour l'année de production 2014 :

Type évaporateur	Entreprises	Entailles	Entreprises	Entailles
AUTRE (inconnu)	39	612 211	0,6 %	1,4 %
BOIS	3 901	14 574 425	59,9 %	34,0 %
COMBINE	392	2 248 508	6,0 %	5,3 %
ÉLECTRIQUE	7	171 862	0,1 %	0,4 %
GRANULE	68	1 354 789	1,0 %	3,2 %
HUILE	2 105	23 857 170	32,3 %	55,7 %
<b>Total général</b>	<b>6 512</b>	<b>42 818 965</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

**Source : FPAQ, 2014**

Il est étonnant de constater que bien que près des deux tiers des producteurs utilisent le bois comme principale source de combustible à leur érablière, ils ne comptent que pour 39,3 % des entailles exploitées actuellement au Québec. C'est donc dire que l'évaporateur au bois demeure populaire pour les entreprises de moindre envergure. Par contre, cette tendance tend à diminuer avec l'apparition des évaporateurs à haute performance consommant beaucoup moins de bois que l'évaporateur conventionnel incitant des entreprises plus importantes à considérer de nouveau ce type d'évaporateur.

## Les règles d'installation

### *Le positionnement et l'orientation*

L'emplacement de l'évaporateur à l'intérieur du bâtiment doit généralement respecter deux règles principales, soit : l'orientation par rapport aux vents dominants et la proximité du combustible. En effet, pour limiter les déplacements, l'accès au hangar à bois doit être le plus direct possible par rapport au foyer de l'évaporateur. Idéalement, le foyer devrait être placé face aux portes donnant accès au hangar à bois. Il est aussi possible de transporter le bois sur un chariot pour l'acheminer devant l'évaporateur. Différents types de chariot existe pour faciliter cette manœuvre. La plupart sont des chariots sur roues, mais il en existe également sur rail (voir photo 1).



Photo 1 : Chariot pour le transport de bois sur rail

L'orientation de l'évaporateur par rapport aux vents dominants a aussi son importance pour améliorer l'aspiration des gaz de combustion par la cheminée. Il est préférable de positionner le devant du fourneau (les portes) face aux vents dominants, qui sont généralement orientés d'ouest en est (voir photo 2). Les bâtiments d'aujourd'hui étant plus étanches et ne laissant passer que peu de courant d'air, il est préférable de laisser une porte extérieure entrebâillée ou d'ouvrir une fenêtre pour permettre une meilleure combustion du bois et faciliter l'évacuation de la vapeur hors du bâtiment. Bien évidemment, l'évaporateur doit également être positionné de façon à faciliter les déplacements autour de celui-ci.

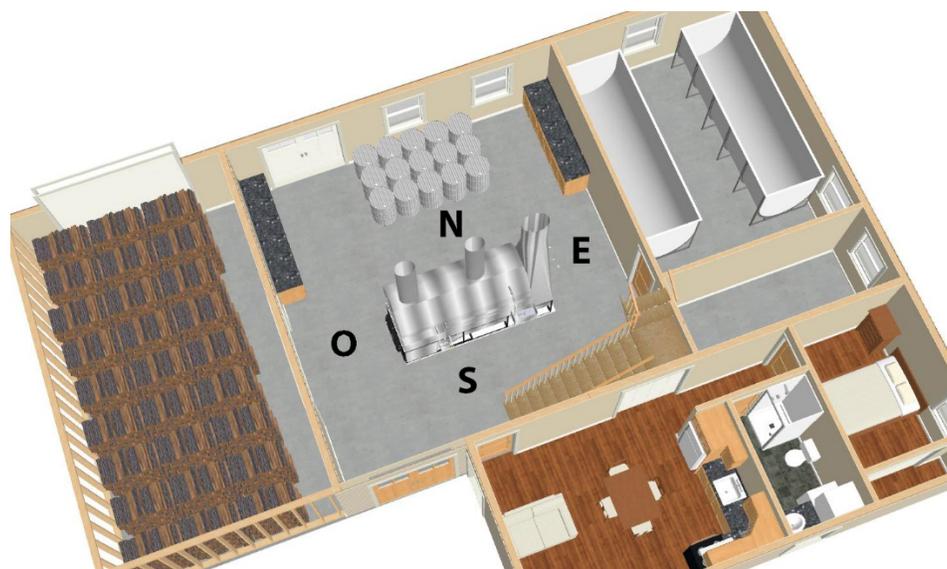


Photo 2 : Positionnement adéquat de l'évaporateur

Lors de l'installation de l'évaporateur, il est préférable de le surélever et de ne pas le mettre directement au niveau du sol, et ce, pour plusieurs raisons. Tout d'abord, le chargement du bois dans le foyer de l'évaporateur en sera facilité. L'espace disponible sous les grilles sera plus important permettant ainsi l'accumulation des cendres sans bloquer l'infiltration de l'air sous les grilles pour alimenter le feu. De plus, il n'est pas nécessaire de donner une pente à l'évaporateur; il doit être placé au niveau et ce, peu importe la longueur de celui-ci. La circulation de la sève à l'intérieur des sections de l'évaporateur est assurée par la différence de niveau du liquide induite par l'évaporation.

### *Briquetage et isolation*

L'intérieur de la chambre du foyer doit être constitué de briques réfractaires (briques à feu). Le mortier utilisé pour joindre les briques entre elles doit être conçu pour résister à de hautes températures. Une laine de céramique doit être installée entre la paroi extérieure de l'évaporateur et les briques de façon à limiter les pertes de chaleur et pour protéger l'intégrité de la structure de l'évaporateur. Elle minimise aussi les risques de brûlure, bien que l'extérieur de l'évaporateur devienne très chaud dans la zone du foyer lorsqu'il fonctionne. Dans le cas des évaporateurs au bois de nouvelle génération, les parois extérieures deviennent beaucoup moins chaudes puisque l'isolation des parois est plus importante. Dans la partie ascendante de la base, entre le foyer et la cheminée, il est recommandé d'appliquer une laine de céramique et ensuite de la recouvrir d'une matière isolante. Afin de réduire les coûts, cette matière isolante peut simplement être du sable ou du gravier fin. Par contre, certains fabricants vous conseilleront de la recouvrir de briques réfractaires.

### *Cheminée et clé d'ouverture*

Le diamètre de la cheminée utilisée pour l'évacuation des gaz de combustion est généralement déterminé par le fabricant de l'évaporateur. Le diamètre varie en fonction de la dimension de l'évaporateur. De façon générale, les diamètres de cheminée pour différentes dimensions d'évaporateur peuvent se résumer comme suit :

<b>Largeur de l'évaporateur (pieds)</b>	2	2,5	3	3,5	4	5	6
<b>Diamètre de la cheminée (pouces)</b>	10	12	15	18	20	22	24

Par ailleurs, la longueur recommandée de la cheminée doit généralement être de deux fois la longueur du fourneau et ce, pour assurer une bonne aspiration des gaz de combustion. Par exemple, un évaporateur de 12 pieds de longueur devrait avoir une cheminée de 24 pieds de longueur. Dans le cas d'un évaporateur à haute performance, la longueur de la cheminée devrait être de 1,5 fois la longueur de l'évaporateur. Donc, pour un évaporateur de 12 pieds, la cheminée aura 18 pieds de longueur.

Certains évaporateurs au bois conventionnel vont être équipés d'une clé à la base de la cheminée. Selon son orientation, cette clé permet de limiter le débit des gaz transportés par la cheminée afin d'améliorer la combustion des gaz et d'avoir un meilleur contrôle sur la dispersion de la chaleur émise par la combustion du bois. Elle peut aussi limiter l'intensité du feu qui pourrait occasionner des points chauds dans les casseroles, causant une caramélisation de la sève. Cette clé est généralement offerte en option à l'achat de votre évaporateur. Son installation peut être souhaitable, puisqu'elle permet un meilleur contrôle de l'intensité de la chaleur sous les casseroles. Par contre, il est recommandé de vérifier auprès de votre compagnie d'assurance si l'installation de cet équipement est autorisée.

L'alimentation en oxygène du foyer se contrôle également par une porte située sous le foyer dans la façade de l'évaporateur. Son ouverture nous permet d'augmenter le débit d'air qui s'infiltré sous les grilles du foyer, favorisant la combustion du bois et provoquant ainsi une flamme plus vive. On l'ouvre généralement à pleine capacité lors de l'allumage pour la refermer graduellement selon l'intensité de feu désiré.

Il est également possible d'observer des évaporateurs au bois ayant un contrôle barométrique (draft control) d'installé sur une section de la cheminée. Cet équipement permet de contrôler automatiquement le débit d'air qui s'introduit dans la cheminée en fonction de l'ajustement qui lui est donné. Ce type d'équipement assure donc une stabilité dans la combustion et s'ajuste en fonction des conditions extérieures. Il est particulièrement utile sur des évaporateurs dont le tirage est trop important et qu'il y a une grande perte de chaleur par la cheminée.

## *Soufflerie pour évaporateur conventionnel*

Souvent appelé « éconobois », ce système est composé d'une soufflerie (voir photo 4 page suivante) ainsi que de grilles de foyer conçues pour suralimenter le feu et améliorer la combustion du bois et des gaz qui s'en échappent (voir image 1). L'air est injecté directement dans le foyer à travers des plaques trouées qui se retrouvent sous le bois en flamme (voir photo 3). Une portion de l'air de la soufflerie est conduite directement dans la chambre de combustion au-dessus des portes du foyer. Ce système peut être installé sur n'importe quel type d'évaporateur au bois conventionnel. Il permet, selon les fabricants, d'augmenter l'efficacité de l'évaporateur d'environ 10 %. Par contre, dans une étude produite par le centre Acer en 1984, on affirmait que « l'ajout d'une soufflerie peut permettre de corriger des défauts chroniques de tirage naturel, mais ne devrait pas être installé sur un évaporateur dont la combustion est adéquate. L'ajout de ce type d'équipement peut provoquer des points chauds, un gonflement excessif de la structure et une accélération du taux d'utilisation du combustible. Il est douteux d'obtenir une quelconque économie d'énergie associée à ce type d'équipement. »

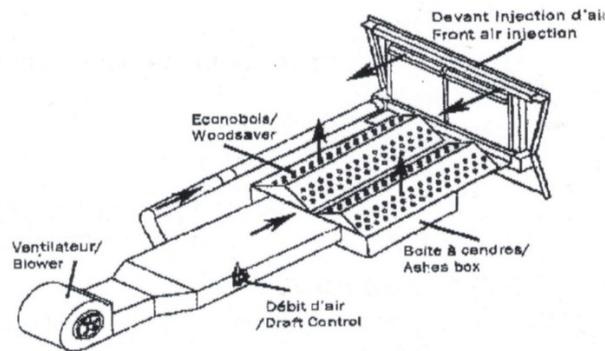


Image 1 : Soufflerie pour évaporateur conventionnel



Photo 3 : Grille de foyer de type éconobois



Photo 4 : Soufflerie de l'éconobois

### *Profil de la chambre de combustion*

Pour permettre d'optimiser la combustion des gaz et obtenir le patron d'ébullition souhaité au niveau des casseroles de l'évaporateur, il est important d'ajuster le profil de la chambre de combustion (voir images 2 et 3 de la page suivante). Cet ajustement permettra aussi de maximiser le rendement du combustible et, par le fait même, améliorera la performance de l'évaporateur en ce qui a trait à la quantité de sirop produit. Si vous faites l'acquisition d'un évaporateur au bois conventionnel neuf, le fabricant vous fournira le patron du profil idéal pour votre évaporateur. Dans certains cas, il sera même déjà préparé en usine et ne nécessitera aucun ajustement une fois l'équipement livré à votre érablière. Toutefois, dans le cas d'un évaporateur usagé et fabriqué il y a plusieurs années, certains ajustements sont souvent nécessaires pour optimiser le rendement. Voici donc un exemple d'un profil général permettant d'ajuster votre évaporateur pour obtenir un meilleur rendement :

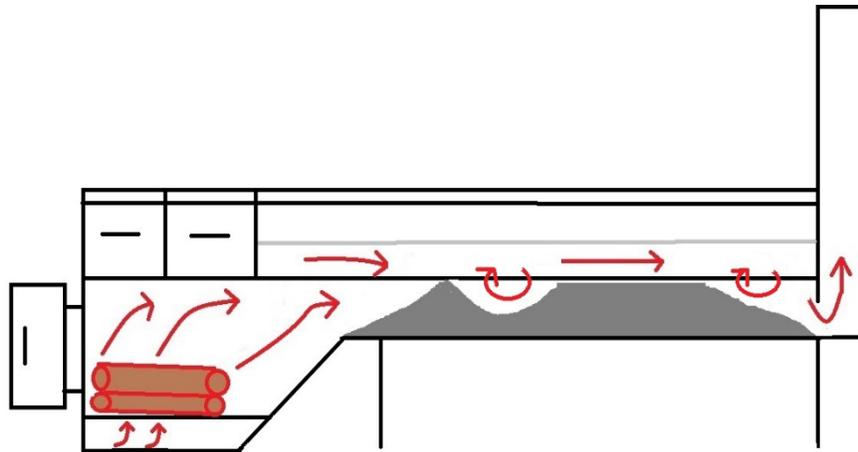


Image 2 : Profil de la chambre de combustion d'un évaporateur avec une casserole à plis à rayons intérieurs (plis dans l'eau)

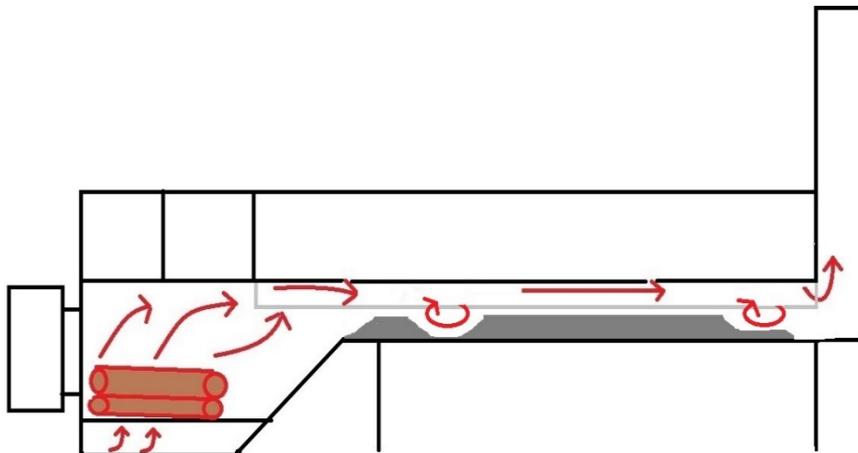


Image 3 : Profil de la chambre de combustion d'un évaporateur avec une casserole à plis à rayons extérieurs (plis le feu)

Il n'y a aucun consensus parmi les fabricants et les conseillers acéricoles sur un profil général pouvant convenir à tous types d'évaporateur. Par contre, selon les différents modèles, tous s'entendent pour dire qu'au centre de la casserole à plis, le profil doit être

égal au fond de la casserole pour forcer les gaz à passer à travers les rayons. Au début et vers la fin de la casserole à plis, un espace libre doit être présent afin de créer des zones de turbulence des gaz pour en améliorer la combustion. Par contre, la dimension et la forme que doit prendre cet espace libre varient d'un conseiller à l'autre.

La longueur du dégagement de la casserole à plis, soit la partie de la casserole à plis qui se retrouve vis-à-vis la montée, devrait normalement varier en fonction du brix de la sève à l'entrée de l'évaporateur. En effet, cette zone de la chambre de combustion sert à compresser les gaz pour favoriser un échange de chaleur vers la casserole à plis. Par exemple, en fonction du brix d'entrée, il est possible d'ajuster le dégagement à 42 % lorsque le brix d'entrée varie entre 12 et 13 brix, et de 32 % lorsqu'il varie entre 16 et 18 brix, (voir image 4). Donc, plus le brix est élevé, plus le transfert de chaleur doit se faire à l'avant de l'évaporateur. Ainsi, plus le brix est élevé, plus la montée sera abrupte ce qui réduira par le fait même le dégagement de la casserole à plis. Règle générale, on observe un dégagement d'environ 40 % de la casserole à plis dans les évaporateurs au bois.

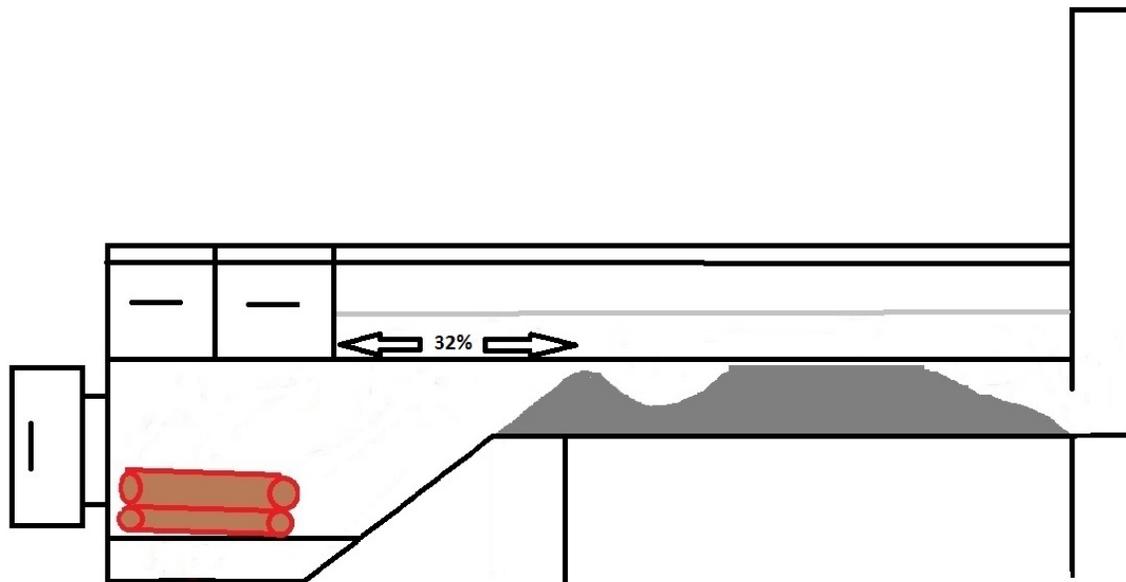


Image 4 : Montée permettant un dégagement de 32 % de la casserole à plis

### *Patron d'ébullition*

L'observation de la séquence d'apparition des bouillons formés par l'ébullition de la sève dans les casseroles est un bon indicateur pour vérifier si les ajustements apportés au niveau du profilage et de l'admission de l'air dans le foyer de l'évaporateur. Normalement, l'ébullition de la sève devrait débuter dans la casserole à fond plat, celle qui est située la plus près du centre de l'évaporateur, pour ensuite débiter dans la casserole à plis et finalement dans la casserole à fond plat à l'avant (voir Image 5).

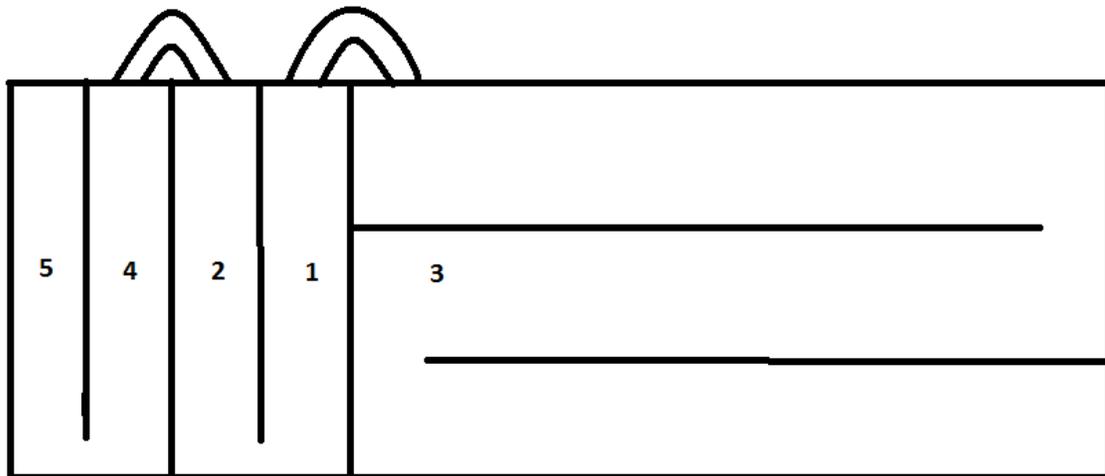


Image 5 : Séquence de l'amorce de l'ébullition dans l'évaporateur

### *La casserole à plis intérieurs et à plis extérieurs*

La casserole à plis extérieurs (plis dans le feu) est moins répandue que celle avec les plis à l'intérieur (plis dans la sève) et ce, pour plusieurs raisons. D'abord, la casserole à plis intérieurs favorise la circulation de la sève et facilite son transfert vers les boîtes de flotte et les casseroles à fond plat. Dans la casserole à plis extérieurs, il peut aussi y avoir un risque de stagnation de la sève et un risque accru d'accumulation de dépôt au fond des plis. Cela peut empêcher la diffusion de la chaleur produite par le feu vers le liquide. De plus, le risque de heurter les rayons lors du chargement du bois dans le foyer

est plus grand. Par contre, la casserole ayant les plis à l'extérieur possède le même niveau de solution que les casseroles à fond plat situées à l'avant de l'évaporateur. La sève n'a donc pas à transiter par une boîte de flotte entre les deux types de casseroles. Il y a donc moins de risque d'obstruction ou de mauvais fonctionnement lors du transfert entre les casseroles. Les pertes de chaleur sont aussi diminuées puisque le liquide ne se retrouve pas dans une boîte de flotte qui est exposée à la température de la pièce et sans contact avec la source de chaleur.

### *Rapport casserole à plis/casserole à fond plat de l'évaporateur*

La surface occupée par les casseroles à fond plat sur un évaporateur peut être perçue comme une perte de rendement, puisque la surface de contact entre la sève et la chaleur produite par le foyer de combustion est beaucoup moins importante que dans la casserole à plis. Pourtant, elle est essentielle au développement du goût typique du sirop d'érable. C'est dans cette partie de l'évaporateur qu'a lieu la réaction de Maillard, réaction chimique entre les sucres et les acides aminés contenus dans la sève. Cette réaction est responsable de la saveur et de l'arôme typique du sirop d'érable. Plus la surface occupée par des casseroles à fond plat est élevée, plus la réaction de Maillard sera importante et favorisera l'accentuation du goût de l'érable dans le sirop produit. D'un autre côté, le rendement de l'évaporateur (quantité d'eau évaporée) sera affecté par une trop grande surface de casserole à fond plat. Il y a donc un équilibre à maintenir entre les deux pour ne pas trop affecter le rendement, tout en préservant le goût unique du sirop. Pour un producteur dont la préoccupation principale est la saveur du sirop, par exemple pour une entreprise faisant beaucoup de ventes aux détails de ses produits, il pourrait être intéressant d'avoir un ratio plat/plis plus important sur son évaporateur. Ce ratio se calcule en prenant la longueur de l'évaporateur occupé par des casseroles à fond plat par rapport à la longueur occupée par la casserole à plis (voir image 6, page suivante). En général, ce ratio varie entre 25 et 35 %. Par exemple, un évaporateur de 12 pieds de longueur, ayant 2 casseroles à fond plat de 1,5 pied chacune, aura un ratio de 25 % plat/plis. Cependant, pour les producteurs travaillant avec des concentrations élevées de sève (14 brix et plus), ce ratio devrait se situer entre 35 % et 50 % afin d'améliorer le développement de la saveur du sirop et de réduire les risques d'entartrage

ou d'empierrement accéléré des plis. En effet, à ces concentrations, la viscosité de sève augmente rapidement à l'intérieur de l'évaporateur et favorise une formation rapide de malate de calcium qui précipite sur les parois de la casserole à plis. Le brix de transfert entre la casserole à plis et celle à fond plat ne devrait pas excéder 40 brix pour éviter ce phénomène.

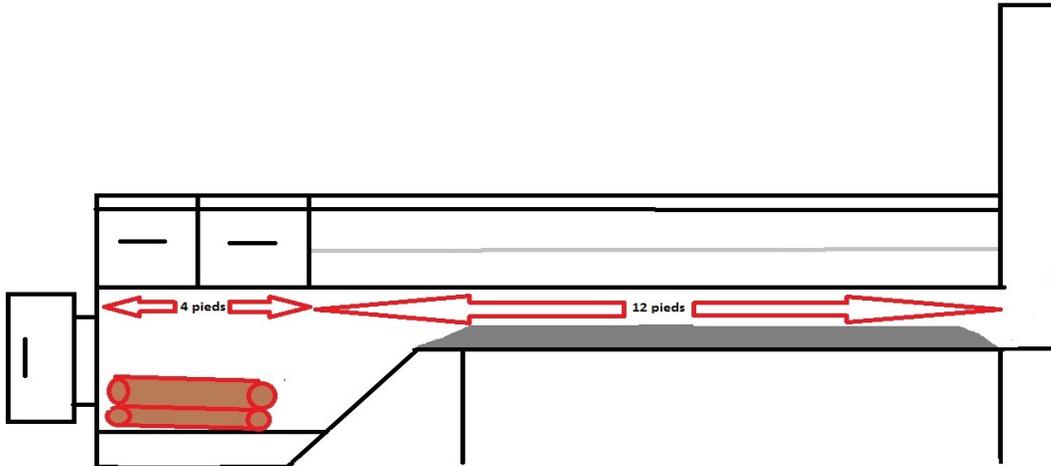


Image 6 : Méthode de calcul du ratio casseroles à fond plat/ casserole à plis

## Opération de l'évaporateur

### *Le bois de chauffage*

Pour optimiser la performance d'un évaporateur, il est primordial de l'alimenter avec du bois de qualité. Ainsi, le bois de feuillus dur est à prioriser, puisqu'il offre un meilleur pouvoir calorifique. Ainsi, une bûche de feuillus durs d'un volume déterminé produit plus de chaleur en se consumant qu'une bûche d'un même volume d'une autre essence de bois. Le tableau qui suit indique le pouvoir calorifique par essence d'une corde de bois dont les dimensions sont de 4 pieds de hauteur par 4 pieds de largeur par 8 pieds de longueur :

Tableau 1 : Valeur calorifique du bois par essence

Essences	Hêtre	Érable à sucre	Érable rouge	Bouleau jaune	Bouleau blanc	Frêne	Peuplier	Mélèze	Conifères
Pouvoir calorifique (MBTU)	27,8	29	23,8	26,2	23,4	25	17,7	24,1	18,1

L'érable à sucre, le hêtre et le bouleau jaune (merisier) sont donc les essences produisant le plus de chaleur pour un volume donné. Dans les régions où il est possible de se procurer du chêne, cette essence offre aussi un pouvoir calorifique comparable à celui du hêtre. Étonnamment, le mélèze, un résineux, a un pouvoir calorifique plus élevé que le bouleau blanc, alors que l'érable rouge possède l'un des plus faibles pouvoir calorifique parmi les feuillus durs.

Par ailleurs, pour que le bois produise une chaleur intense lors de sa combustion, il est important que son taux d'humidité soit inférieur à 20 %. En effet, lorsque le bois est humide, une partie de l'énergie libérée par la combustion sert à transformer l'eau contenue dans le bois en vapeur, réduisant grandement l'intensité et la température atteinte par le feu. Il est possible de mesurer le taux d'humidité du bois à l'aide d'un humidimètre. Ce type d'appareil est disponible dans les boutiques en ligne spécialisées

dans la vente d'instrument de mesure. Il faut donc s'assurer d'avoir du bois suffisamment sec pour la période des sucres. Pour ce faire, il est recommandé de produire le bois de chauffage deux ans avant le printemps où il sera utilisé. Il est important de le corder avec un espacement suffisamment important pour que l'air puisse circuler entre les rangées et de couvrir le dessus des cordées avec un revêtement imperméable pour empêcher l'eau de pluie de s'infiltrer entre les bûches. Il est également important de réduire la taille des bûches à moins de 20 centimètres de diamètre (8 pouces) pour faciliter le séchage, mais aussi pour éviter que les bûches ne produisent un effet d'écran aux radiations du feu lorsqu'elles seront dans le foyer de combustion de l'évaporateur.

Pour ce qui est de la longueur des bûches, elle doit varier en fonction de la taille du foyer de l'évaporateur. Les acériculteurs ont souvent tendance à produire des bûches assez longues pour chauffer l'évaporateur, variant souvent entre 60 centimètres (2 pieds) et 1,2 mètre (4 pieds). Cette façon de faire diminue le temps nécessaire pour produire, fendre et corder le bois. Elle permet aussi de charger l'évaporateur plus rapidement et d'étirer la fréquence des chargements, puisque le bois prendra plus de temps à se consumer. Par contre, les bûches trop longues seront difficiles à placer de façon désordonnée dans le foyer tel que requis lors du chauffage pour faciliter le passage des flammes entre les bûches (voir section préparation à l'allumage). Pour maximiser l'intensité de la chaleur produite par le bois, il serait donc favorable de produire des bûches de moindre longueur.

### *Préparation à l'allumage*

Avant de procéder à l'allumage du bois dans le foyer de l'évaporateur, il est important de procéder à quelques vérifications d'usage. Tout d'abord, s'assurer que l'évaporateur est bien alimenté par la sève provenant des bassins et que la valve située le long du conduit d'alimentation est ouverte. De plus, s'il y a une valve entre la casserole à plis et la première casserole à fond plat, il est important de s'assurer qu'elle est également ouverte. Il faut aussi prendre soin de vérifier si des bouchons ne sont pas demeurés dans les embouts des casseroles à fond plats lors du nettoyage.



Afin de permettre à l'air de circuler plus facilement pour alimenter le feu, il importe de nettoyer les grilles du foyer de la cendre qui s'y retrouve suite à la dernière utilisation et de vider la cendre qui se retrouve sous les grilles. Par la suite, placer du papier et du bois d'allumage au centre des grilles et installer des bûches de petites dimensions tout autour. Placer une deuxième rangée de bois de petites dimensions par-dessus le papier et bois d'allumage dans le sens contraire des bûches de la première rangée. Si la hauteur du foyer vous le permet, placer une troisième rangée de bois de faibles dimensions par-dessus celui de la deuxième rangée, et ce, dans le sens contraire de la rangée précédente (voir image 7). Laisser un espace libre entre les bûches pour permettre à l'air et au gaz de combustion de s'échapper. Procéder à l'allumage sans utiliser de produits accélérant, tels que des huiles usées ou de l'essence. Ceux-ci peuvent occasionner des risques de brûlure ou d'explosion pouvant causer des blessures, mais aussi endommager l'évaporateur.

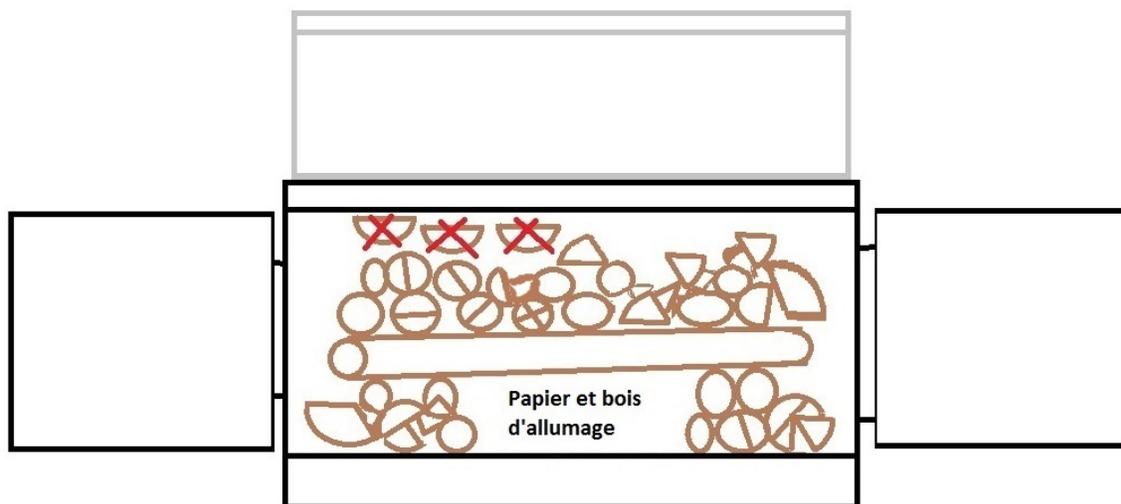


Image 7 : Disposition des bûches à l'allumage

### *Chauffage pendant l'opération*

Environ 5 minutes après avoir allumé le feu dans le foyer de l'évaporateur et lorsque le bois est bien enflammé, il est temps de remettre du bois pour que l'évaporateur atteigne une température plus élevée. Avant de procéder à cette opération, il est important de s'équiper d'une paire de gants et d'un tablier résistant à la chaleur pour pouvoir

manipuler les bûches à l'intérieur du foyer. Les portes et le cadrage de l'évaporateur sont déjà à ce moment très chaud; il faut prendre soin de ne pas y toucher. Pour éviter les blessures, il faut ouvrir les portes au maximum de leur capacité. À l'aide du tisonnier, il faut étendre les bûches enflammées uniformément sur les grilles du foyer. Placer ensuite les nouvelles bûches sur celles qui sont enflammées de manière désordonnée. Il ne faut pas placer toutes les bûches dans le même sens à la manière d'une cordée. Cette façon de faire empêche les flammes de circuler entre les bûches et limite l'émission de chaleur par radiation. Il faut plutôt placer les bûches de manière à les croiser dans tous les sens. Comme nous en sommes au premier chargement de bois après l'allumage, il est important de mettre des bûches sur l'ensemble des grilles du foyer. Il est préférable de toujours laisser un espace d'environ 15 à 20 centimètres (6 à 8 pouces) libre entre l'empilement de bois dans le foyer et le dessous de la casserole. Cet espacement est important pour favoriser la combustion des gaz et ainsi augmenter l'efficacité de l'évaporateur.

Par la suite, il suffit de vérifier l'intensité de l'ébullition de la sève pour identifier le moment propice pour un nouveau chargement. Comme pour la plupart des évaporateurs au bois de nouvelle génération, il est possible de se procurer une sonde à température qui, une fois placée à l'intérieur du foyer, permet de vérifier la température qui y règne. Au moment de mettre un nouveau chargement de bois dans l'évaporateur, il faut utiliser le tisonnier pour pousser vers le fond du foyer les braises et les bûches enflammées. Il est recommandé de n'ouvrir qu'une seule porte à la fois afin d'éviter de refroidir le fourneau et de ralentir l'ébullition. Pour maintenir une chaleur constante des deux côtés, il faut d'abord placer deux bûches en travers du côté de la porte qui est fermée. Il faut ensuite compléter le chargement du bois du côté de la porte qui est ouverte, toujours en croisant les bûches pour créer un espacement entre elles. Quelques minutes plus tard, il sera temps de répéter les mêmes étapes de l'autre côté du foyer. Cette façon de procéder permet de maintenir une température plus stable dans le fourneau et de ne pas créer d'écart important au niveau de l'intensité de l'ébullition de la sève. Il est préférable de chauffer plus souvent l'évaporateur avec de plus petites quantités de bois. Ainsi, le refroidissement de l'évaporateur causé par l'air sera moins important, puisque les portes seront ouvertes moins longtemps. Les coulées de sirop seront ainsi plus constantes et plus rapprochées.

Pour les évaporateurs de nouvelle génération, dont les parois et la porte sont isolées et étanches, il est important de suivre les recommandations pour l'opération de l'appareil qui se retrouve dans le manuel d'instruction fourni par le fabricant. Chaque appareil a ses exigences à respecter lors de son opération et ces dernières varient parfois selon les modèles.

### *Opération en fin de production*

Lorsque la journée de travail tire à sa fin et qu'il reste peu de sève à faire bouillir, il faut alors prévoir arrêter l'alimentation du feu et laisser se consumer les dernières bûches enflammées. Pour ce faire, à l'aide du tisonnier, il faut approcher les dernières bûches et les braises qui sont sur les grilles le plus près possible des portes de l'évaporateur afin de favoriser leur combustion rapide et de stimuler l'ébullition de la sève dans les casseroles à fond plat. Il faut également ouvrir au maximum la trappe d'air sous les portes pour maximiser l'entrée d'air sous les grilles. Cette façon de faire permettra de produire encore quelques coulées de sirop. Une fois les dernières braises consumées, le fourneau de l'évaporateur demeurera encore chaud pendant plusieurs heures; il est donc important de s'assurer qu'il y a toujours une réserve de sève suffisante ou un niveau de sève suffisamment élevé pour ne pas abîmer les casseroles puisque l'évaporation de l'eau va se poursuivre tant que le fourneau ne sera pas totalement refroidi.

## Entretien général de l'évaporateur

### *L'entretien des casseroles*

#### Les casseroles à plis

L'acier inoxydable qui compose les casseroles généralement utilisées est un matériau peu conducteur de chaleur si on le compare à d'autres types de métaux. En effet, l'acier inoxydable est trois fois moins conducteur que l'acier standard et quinze fois moins que l'aluminium. Cette particularité est principalement due à la présence de chrome dans l'alliage de l'acier inoxydable, un métal peu conducteur. Le chrome est ajouté à l'alliage pour lui permettre de demeurer lustré et de ne pas rouiller.

Étant donné que le métal qui les compose est peu conducteur, il est important de procéder à un nettoyage des casseroles le plus régulièrement possible afin de maximiser la conduction de la chaleur vers la sève. La suie à l'extérieur des rayons de la panne à plis doit être nettoyée par un brossage et un rinçage à l'eau. Pour ce faire, il faut enlever la casserole à plis du foyer et la déposer sur le sol pour la rendre accessible pour le nettoyage. Une autre technique est de se glisser sur les grilles du foyer et les frotter à l'aide d'un balai ou d'une brosse. Il est important d'utiliser une brosse qui n'égratignera pas les surfaces. Cette opération doit se faire le plus souvent possible puisque la suie nuit à la conduction de la chaleur. En saison de production, il est recommandé de procéder à un nettoyage minimal toutes les semaines.

Pour l'intérieur des casseroles à plis, il faut procéder au nettoyage le plus régulièrement possible pour éliminer les dépôts qui se forment suite à la transformation de la sève. Il est important de comprendre qu'il est généralement beaucoup plus facile de se débarrasser de ces dépôts lorsque les nettoyages sont fréquents. Certains produits à base d'acide phosphorique et d'acide acétique sont disponibles pour faciliter le nettoyage. Par contre, ces produits ne devraient pas être utilisés pendant la saison de production. Il est important de respecter les recommandations du manufacturier avant d'utiliser ces produits. Il arrive que des casseroles soient endommagées suite à une utilisation non recommandée. Afin d'éliminer tout résidu de ces produits, il est obligatoire

de faire des rinçages pour s'assurer qu'il n'y ait plus aucune présence de produits nocifs dans les casseroles avant de les réutiliser pour la transformation de la sève. L'utilisation du filtrat, produit par le processus de concentration de la sève, peut être suffisante et est recommandée pour assurer un bon nettoyage des casseroles. Certains producteurs procèdent à un trempage au filtrat quotidien de leur casserole à plis afin de la maintenir propre à chaque usage. Par contre, il faut posséder les équipements nécessaires pour procéder à un drainage complet de la sève contenue dans la casserole chaque jour une fois la production terminée. Des informations complètes sur les méthodes de nettoyage des casseroles se retrouvent sur le document vidéo produit en 2014 par le *ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)* intitulée : Diagnostic d'un évaporateur à l'huile de sève d'érable.

### Les casseroles à fond plat

Pour ce qui est des casseroles à fond plat, le nettoyage doit être plus fréquent. Puisqu'elles contiennent de la sève plus concentrée en sucre, la pierre se forme beaucoup plus rapidement en cours de production. De plus, selon l'avancement de la saison de production, la quantité de dépôt qui se forme au fond des casseroles va varier en fonction de la composition chimique de la sève. La composition chimique de la sève varie également d'une érabièrre à l'autre. Étant donné cette variabilité, il est difficile de statuer sur une période donnée correspondant à la rotation des casseroles à fond plat. Par contre, il est possible de mentionner que la période de rotation généralement observée chez la majorité des producteurs est de deux heures.

Lorsque le moment est venu de changer la casserole à fond plat de l'évaporateur et qu'il est chaud, il faut évidemment prendre des précautions pour éviter les blessures. Par ailleurs, il y a un risque d'endommager les casseroles lors de ces manœuvres. Il faut donc adopter de bonnes méthodes de travail et utiliser les outils disponibles pour nous permettre de faire le changement de casseroles de manière efficace et éviter les problèmes. Plusieurs types de chariots ou d'élévateurs sont disponibles pour permettre d'effectuer le changement de casseroles sans risque.

En voici quelques exemples :



Photo 5 : Chariot de transport pour casserole



Photo 6 : Chariot élévateur pour transporter les casseroles

Le changement de casseroles sur l'évaporateur pendant la production ne prend généralement que quelques minutes à effectuer lorsque les manœuvres sont réalisées de manière efficace. Pour diminuer les risques de brûlures, il faut laisser le bois se consumer en grande partie, jusqu'à ce qu'il ne reste que des braises. Il est possible

d'utiliser un matériel ignifuge, tel qu'une plaque de métal, pour recouvrir les braises pendant l'opération, ou encore les pousser vers le fond du foyer à l'aide du tisonnier. Il faut profiter de ce moment pour bien rincer les coudes reliant les casseroles pour s'assurer qu'ils ne soient pas bouchés par des dépôts de minéraux provenant de la sève qui pourraient entraver la libre circulation de celle-ci.

Le nettoyage des casseroles pendant la saison de production doit se faire immédiatement après le changement de casserole afin d'avoir toujours des casseroles propres pour effectuer une nouvelle rotation au besoin. Pour ce faire, l'utilisation d'un lave-panne (voir photo 7) est le moyen le plus répandu, puisqu'il est rapide et peu coûteux. Il ne requiert que l'utilisation de filtrat ou encore d'eau potable qui circule de façon continue dans la casserole. Un léger nettoyage à la main à l'aide d'un linge rugueux ou d'une brosse permettra d'éliminer les dernières saletés qui n'ont pas été enlevées par le lave-panne. Il n'est pas recommandé d'utiliser des produits de nettoyage à base d'acide pour le nettoyage des casseroles à fond plat pendant la saison.



*Photo gracieuseté des Équipements Lapierre*

Photo 7 : Lave-panne pour casserole à fond plat

### *L'entretien et le nettoyage des flottés*

La vérification et l'entretien de la flotte de transfert se situant entre les casseroles à fond plat et celle à plis peut se faire au moment du changement de casserole. Ainsi, après avoir conservé la sève qu'elle contenait, il faut nettoyer les accumulations de dépôts contenues dans la flotte et qui pourraient nuire à son bon fonctionnement. Il faut également s'assurer du bon fonctionnement du mécanisme d'ouverture et de fermeture du conduit permettant le transfert de la sève et menant à la casserole à plis. Il faut aussi vérifier si le joint d'étanchéité du mécanisme est en bon état et si celui-ci n'est pas fissuré. De plus, il faut s'assurer qu'il n'y a pas de sève qui s'est accumulée à l'intérieur du flotteur et que l'accumulation de pierre sur sa surface ne vient pas l'alourdir et ainsi forcer l'ouverture du conduit, faussant ainsi le niveau de sève contenu dans les casseroles (voir photo 8).



Photo 8 : Le flotteur peut ne pas remplir adéquatement son rôle s'il n'est plus étanche et si des dépôts y adhèrent.

La flotte arrière par laquelle la sève ou le concentré est acheminé à l'évaporateur doit également être nettoyée fréquemment pour éviter toute contamination bactérienne du contenu de la panne à plis. En effet, la sève contenue dans cette flotte n'atteint pas une température suffisante pour tuer les bactéries lorsque l'évaporateur est en fonction. L'augmentation de la température de la sève favorise même la multiplication des

bactéries dans la flotte. Il faut donc la nettoyer et disposer de la sève contenue à l'intérieur pour éviter cette contamination. Ce nettoyage doit être fait après chaque journée d'opération et il faut éviter de retourner de la nouvelle sève dans la flotte avant la prochaine journée de production. Comme pour la flotte de transfert, il est important de vérifier l'étanchéité et la propreté du flotteur pour assurer son bon fonctionnement.

### *L'entretien du foyer et de la chambre de combustion*

Après chaque utilisation de l'évaporateur ou avant son démarrage, il est important de procéder au nettoyage de la cendre accumulée sur les grilles du foyer afin de permettre à l'air de pouvoir circuler librement par les interstices et de bien alimenter la combustion dans le foyer. De plus, il est aussi recommandé d'enlever les cendres accumulées sous les grilles du foyer pour assurer une libre circulation de l'air. En plus de ces étapes, après chaque période d'utilisation totalisant environ 30 heures, il faut enlever la cendre accumulée sous la casserole à plis et s'assurer de maintenir le profilage optimal du fond de l'évaporateur (cendre, sable ou vermiculite) (voir image 2, 3 et 4).

## Conclusion

Puisque l'évaporateur au bois conventionnel est toujours le type le plus utilisé par les producteurs du Québec, il est important de s'attarder à définir les modalités entourant son bon fonctionnement. L'installation adéquate et l'ajustement de l'évaporateur au bois conventionnel jouent un rôle très important dans l'obtention de bonnes performances en terme de rendement et du sirop d'érable de qualité. Un mauvais ajustement de son évaporateur au bois a souvent comme conséquence de créer des pertes de chaleur importantes par la cheminée et peut être vérifié par la température des gaz qui s'en échappent. De plus, si l'évaporateur n'est pas opéré correctement, il en résulte une intensité de chauffage inégal qui entraîne le gonflement de la sève en ébullition, une surutilisation d'anti-mousse et parfois des pertes dues au débordement.

Pour parvenir à un bon ajustement, la mise à niveau, l'ajustement de l'admission de l'air et le profilage du foyer doivent se faire en fonction des spécifications du fabricant, mais aussi en fonction des besoins du producteur. Les méthodes d'opérations de l'évaporateur et la qualité du bois servant de combustible auront quant à elles un effet direct sur les performances de l'évaporateur. La rigueur au niveau de l'entretien et du nettoyage des composantes assureront quant à elle la production d'un sirop d'érable de qualité. L'évaporateur au bois étant présent dans nos érablières depuis plus d'un siècle, parions qu'il y sera encore pour bien longtemps.

## Bibliographie

### *Ouvrages consultés :*

DOMINION & GRIMM. *L'Évaporateur champion. Édition Internet* [en ligne], 2014. [<http://www.dominiongrimm.ca/images/vintage-catalogues/dg-1908.pdf>]

ÉQUIPEMENT LAPIERRE. *Nos produits neufs. Édition internet* [en ligne], 2014 [http://www.equipementsderabliere.elapierre.com/produits.asp?id\\_categorie=278](http://www.equipementsderabliere.elapierre.com/produits.asp?id_categorie=278)

NADEAU, Raymond. *L'évaporateur au bois. Édition Internet* [en ligne], 2007. [[http://www.agrireseau.qc.ca/erable/documents/Ab-fl\\_Conf%C3%A9rence%20%C3%A9vapo\\_BOIS.doc](http://www.agrireseau.qc.ca/erable/documents/Ab-fl_Conf%C3%A9rence%20%C3%A9vapo_BOIS.doc)]

BOUCHER, André. *L'amélioration des performances de mon évaporateur passe par la connaissance de son fonctionnement. Édition Internet* [en ligne], 2001. [<http://www.agrireseau.qc.ca/erable/Documents/Amepervapo.pdf>]

LAUZIER, Gaétan. *L'investigation et la mise au point de l'évaporateur, c'est payant. Édition Internet* [en ligne], 2005. [<http://www.agrireseau.qc.ca/erable/Documents/Amepervapo.pdf>]

BELLEGARDE, Jean-Pierre. *Données sur les types d'évaporateurs des producteurs acéricoles 2014*. Fédération des producteurs acéricoles du Québec (FPAQ). Page 3 du présent document.

Centre ACER et al. (2004) Cahier de transfert technologique en acériculture. VX 046 CRAAQ, 656 pages.

## Collaborateurs

M. Raymond Nadeau, conseiller acéricole, Club Qualité Acéricole Beauce-Appalaches

Mme Andrée Gagnon, ing. f., conseillère acéricole, Club acéricole des pays d'en haut

M. Bernard Lapointe, ing. f., MAPAQ Direction régionale Estrie

M. David Lapointe ing. f., MAPAQ Direction régionale du Centre-du-Québec

M. Raymond Bernier, ing. , MAPAQ Direction régionale Outaouais-Laurentides

M. Daniel Majeau, technicien, Dominion et Grimm inc.

M. André Fillion, technicien, Équipements Lapierre inc.

## Producteurs acéricoles ayant participé à l'élaboration de ce document

M. Robert Couture, Wotton

M. Claude Faucher, Lac-Drolet

M. Charles Poisson, Stornoway

M. Jérôme Pouliot, Compton

M. Jean-François Bolduc, Compton

