

Devenir acériculteurs à émissions nettes nul

Paul Renaud & Yves Lauzon

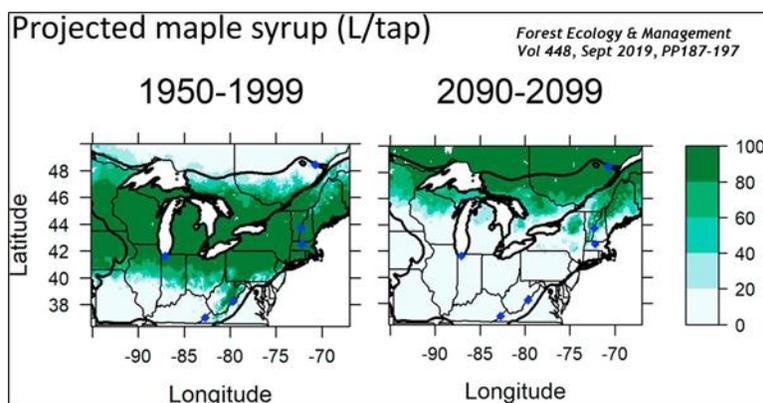
Septembre 2021

Introduction

Cet article s'adresse aux producteurs de sirop d'érable qui souhaitent réduire leur empreinte de gaz à effet de serre (GES ou GHG en anglais) et peut-être même devenir un producteur à zéro émission nette. Il ne vise pas à débattre de la nécessité d'une action climatique, car cela est bien documenté ailleurs; il n'est pas non plus destiné à stimuler le débat sur la question de savoir si les émissions individuelles sont importantes -- on commence avec l'assomption que vous souciez suffisamment de la nature pour vouloir prendre mesures individuelles pour réduire votre empreinte carbone (c'est-à-dire une partie de la solution et ne fait pas partie du problème).

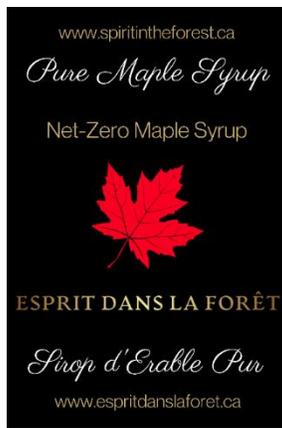
Les changements climatiques frappent les producteurs de sirop d'érable en raccourcissant la saison et en faisant passer des fluctuations quotidiennes volatiles de température qui réduisent le nombre de jours pendant lesquelles la sève s'écoulera pendant la saison plus courte. La saison 2021 est un « bon » exemple des deux. Les recherches menées par Environnement Canada et la province de Québec sur l'impact des changements climatiques sur l'industrie acéricole soulignent également que la saison des sucres commence de plus en plus tôt au fil du temps. Ils estiment que si le changement climatique n'est pas atténué, les fenêtres d'automne et de printemps pour les flux de sève fusionneront d'ici 40 à 50 ans. Ils prévoient que l'environnement réalisable pour la production de sirop d'érable se déplacera vers le nord comme illustré ci-dessous (notez que le graphique montre la sève, et non le sirop, le rendement par entaille). De plus, comme le sucre est un antigel naturel pour les arbres, des hivers plus chauds réduiront la résistance à l'hiver des érables, ce qui entraînera une baisse du rendement en sirop. Chaque augmentation de 1°C de la température estivale moyenne réduit le Brix de la saison suivante de 0,1° Brix.

Tant de producteurs sont bien motivés à prendre des mesures climatiques positives.



Certains producteurs peuvent se demander s'il est même possible d'achever des émissions nettes nulles puisque l'évaporateur est au centre du processus et que la combustion de carburant pour faire bouillir de l'eau semble inévitable. La bonne nouvelle est que notre exploitation de sirop d'érable « Esprit Dans La Forêt » (www.espritudanslaforet.ca) est la preuve qu'il est possible d'atteindre des émissions nettes nulles. Nous sommes un petit producteur de sirop d'érable qui ne se développera probablement pas

au-delà de la catégorie des 100 à 200 entailles, mais bon nombre des techniques que nous pratiquons peuvent être bénéfiques pour les producteurs de plus grande taille, ainsi que pour les petits producteurs. Nous sommes heureux de collaborer avec différents acériculteurs à partager notre expérience avec eux.



D'autres producteurs peuvent affirmer qu'ils pensent que leur production est déjà nettes nulles. Si tel est le cas, nous aimerions les aider à prouver en utilisant des pratiques reconnues internationalement pour la comptabilisation du carbone. Les ressources dans la boîte à outils disponibles sur notre site Web les aideront à y parvenir.

Que signifie exactement Nette-Nul?

Un processus à zéro émission est un processus dans lequel aucun GES n'est rejeté dans l'atmosphère. Les GES sont constitués de plusieurs gaz (CO₂, méthane, oxyde nitreux et les halocarbures), mais comme le CO₂ est le plus répandu, il est courant de les désigner comme des équivalents CO₂ (CO₂e). Étant donné que les principales émissions provenant de la combustion du bois sont le dioxyde de carbone (CO₂), qui est le principal gaz de GES qui doit être atténué dans la production de sirop d'érable, nous nous concentrerons sur le CO₂ comme principal GES à gérer. Les mesures d'atténuation pour le CO₂ permettront dans presque tous les cas également d'atténuer les émissions des autres gaz GES les moins courants provenant d'une exploitation acéricole.

Cependant, un processus à zéro émission nette (nette nul ou négatif) est un processus dans lequel la quantité de GES rejetée est inférieure à la quantité de GES séquestrés. Par exemple, dans la production de sirop d'érable, l'évaporateur est la principale source d'émissions et les érables matures que nous entaillons sont un mécanisme naturel pour séquestrer le carbone.

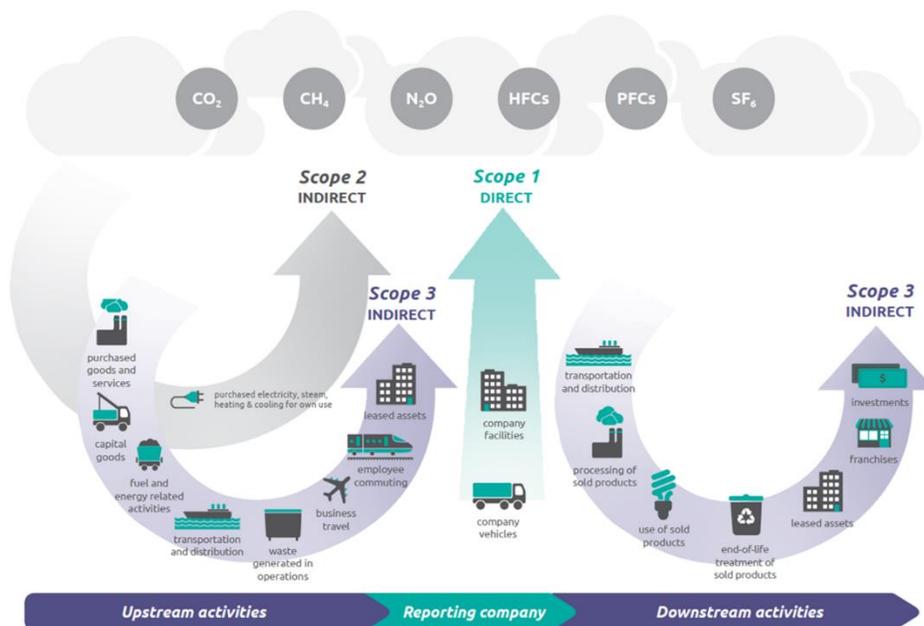
Selon le Protocole GES internationale reconnu pour le calcul de l'empreinte carbone (voir aussi l'illustration ci-dessous qui n'est pas disponible en français):

- *Les émissions de portée 1* (« Scope 1 » en anglais) font référence aux émissions directement produites par votre exploitation acéricole, par exemple la combustion de bois, d'huile, ou de propane dans votre évaporateur. Il comprend également les émissions directes provenant d'activités de soutien telles que la coupe et le fendage du bois de chauffage pour votre évaporateur, l'entaillage des arbres, le transport de la sève d'érable à l'évaporateur, le nettoyage et le lavage, et le transport de votre sirop vers le marché.

- *Les émissions de portée 2* (« Scope 2 » en anglais) font référence aux émissions indirectement produites par votre exploitation acéricole à partir de votre consommation d'électricité et les émissions de cycle de vie d'autres carburants. Selon la façon dont l'hydroélectricité de votre province produit de l'électricité, les émissions indirectes peuvent être faibles ou modérées. Les carburants fossiles consommés ont des émissions du cycle de vie provenant de l'extraction (en plus des émissions provenant de leur combustion) qui doivent également être comptées.
- *Les émissions de portée 3* (« Scope 3 » en anglais) sont divisée en deux : les activités en amont et en aval (« upstream » et « downstream » en anglais). Pour l'acéricole ils font référence à vos émissions indirectes de vos fournisseurs, par exemple les bouteilles et autres emballages que vous achetez pour contenir votre produit fini, tout traitement final et le transport de votre produit sur le marché par d'autres, etc. Il comprend également les émissions provenant de l'élimination des déchets générés en fonctionnement ou à la suite de votre emballage.



Figure [1.1] Overview of GHG Protocol scopes and emissions across the value chain



Étant donné que cet article vise à être responsable et à réduire nos propres émissions, nous examinerons en profondeur les émissions des portée 1 et 2. Bien que le calcul des émissions de portée 3 soit actuellement impossible de faire exactement en raison du manque de divulgation par les fournisseurs, on discutera de la façon d'atténuer les risques liés aux émissions de portée 3 de nos fournisseurs.

En futur, il est probable que les entreprises seront finalement tenues par la réglementation de déclarer leurs émissions par unité de produit afin que les utilisateurs en aval de ces produits soient en mesure de calculer leurs émissions de portée 3. À ce stade, le calcul de vos émissions portée 3 sera beaucoup plus facile. Par exemple, l'empreinte carbone d'un robinet jetable, des tubulaires latérales, des bouteilles,

etc. sont toutes des émissions de portée 3 qui ne seront pas divulguées sans réglementation qui oblige les fournisseurs à divulguer les émissions de GES dans chacun de leurs produits vendus.

Calcul de l’empreinte carbone de votre exploitation acéricole

Le calcul de l’empreinte carbone à un niveau élevé est simple :

- Déterminez la quantité de carbone séquestré par vos arbres
- Soustrayez vos émissions de portée 1 et de portée 2 et
- Si le résultat est inférieur à zéro, et si vous laissez une certaine marge de manœuvre pour les émissions de portée 3 encore à déterminer, vous avez atteint net nulle
- Si votre résultat est supérieur à zéro, envisagez des moyens de réduire vos émissions de portée 1, car celles-ci auront la plus grande marge d’amélioration. Votre gestion de chauffage et la quantité de sève à bouillir sont les deux choses qui ont le plus grand effet sur vos émissions de portée 1.

Si votre résultat est profondément négatif, vous pourrez peut-être vendre des crédits de carbone à d'autres qui ont besoin d'utiliser des crédits d'autres pour atteindre leurs propres objectifs de zéro net. C'est un processus plus compliqué qui nécessite généralement de payer des frais de certification élevés à des auditeurs tiers. À l'heure actuelle, il est peu probable que la plupart des producteurs le fassent seuls sur le plan économique, mais le deviendra plus tard avec de meilleures normes pour les audits carbone et des coûts inférieurs en raison d'une plus grande concurrence entre les auditeurs. Des initiatives d'associations forestières comme le projet PIVOT de l'ASFQ en collaboration avec l'Univ. De Laval (www.projectforestierpivot.com) voient le jour qui facilitent l'obtention de crédits carbone via un programme partagé.

Dans notre cas, nous sommes négatifs en carbone parce que nous gérons également un grand boisé en plus de notre érablière, mais nous ne prenons pas la peine de vendre des crédits -- au lieu de cela, nous sommes rassurés par le fait que nous faisons plus que notre juste part pour rendre notre climat vivable pour nos enfants et nos petits-enfants.

Il est facile de faire le calcul du carbone dans le système métrique car tous les coefficients nécessaires à la conversion peuvent être facilement trouvés en unités métriques. Étant donné que de nombreux producteurs canadiens travaillent en unités non métriques (p. ex. Des cordes de bois), nous nous convertissons en unités métriques au besoin.

Calcul de la séquestration du carbone

La bonne nouvelle pour les producteurs de sirop d’érable, c’est que nous ne faisons qu’exploiter des arbres matures, et ces mêmes arbres sont des moteurs de séquestration du carbone très efficaces et naturels qui ne nous coûtent rien à entretenir au-delà de ce que nous ferions autrement pour gérer notre érablière.

L’Université du Nouveau-Mexique a publié un article qui détaille comment calculer le volume et le poids du carbone dans un arbre en fonction de sa taille et, à son tour, comment utiliser le rapport de masse moléculaire pour convertir le CO₂ en carbone stocké utilisé dans la croissance annuelle de cet arbre. Un lien vers ce document peut être trouvé sur notre site Web si vous souhaitez voir les détails car nous ne montrerons que les équations finales dans cet article.

Prenons l'exemple d'un érable qui a un diamètre minimal d'entaillage de 11 pouces (c.a.d. une circonférence de 35 po) à hauteur de poitrine :

- Un érable de 92 pieds d'un diamètre de 11 po a un poids au-dessus du sol de $0,15 \times (11^2) \times (92) = 1\ 714$ livres.
- Les racines de cet arbre pèsent proportionnellement en moyenne 20% du poids au-dessus du sol, de sorte que le poids vert total de cet arbre est de $1,2 \times 1\ 714 = 2\ 057$ livres.
- Le poids sec moyen pour toutes les espèces d'arbres est de 72,5 % du poids vert total, et la teneur moyenne en carbone d'un érable est de 50 %, de sorte que le carbone total dans l'arbre est de $2\ 057 \times 0,725 \times 0,5 = 746$ livres.
- Le rapport de poids moléculaire du CO₂ au carbone est de 3,663, de sorte que la quantité de CO₂ séquestré par l'arbre à ce jour est de $3,663 \times 746 = 2\ 731$ livres. Ça c'est plus d'une tonne de CO₂!
- Si cet arbre a 60 ans, il a en moyenne séquestré $2\ 731 / 60 = 44$ lb de CO₂ par an.
- En termes actuels, c'est un euphémisme puis qu'un arbre séquestre plus de carbone en tant qu'arbre mature qu'il ne l'a fait quand il était jeune. Par exemple, l'exécution du même calcul sur un arbre de 77 ans avec une circonférence de 44 po donne un taux de séquestration annuel de 32 kg/an.

Donc, dire que le plus petit arbre qu'on entaille séquestre 20 kg de CO₂ / an (c'est-à-dire, convertir 44 livres / an en métrique) est une estimation prudente et nous pouvons conclure avec confiance que même une jeune érablière de 100 arbres séquestre une tonne métrique de CO₂ par an.

Évidemment, chaque érablière a des arbres différents de différentes tailles. Il y a (au moins) trois solutions :

1. Vous pouvez utiliser la taille moyenne et l'âge des arbres que vous appuyez pour déterminer votre taux annuel de séquestration du carbone, où
2. Vous pouvez utiliser l'inventaire réel et faire le calcul de séquestration pour chacun à l'aide d'une feuille de calcul (un exemple est disponible sur notre site Web), C'est facile de faire l'inventaire de vos arbres lors de votre prochain entaillage (un truc c'est d'utiliser des cordes de mesure qui correspondent à chaque rangée de diamètre). Assurez-vous d'inclure les non-érables adjacents dans l'inventaire car ils séquestrent également le carbone. La saisie des totaux dans la feuille de calcul vous donnera la séquestration totale du CO₂, où
3. Vous pouvez utiliser l'inventaire réel de 1 hectare par marquer une zone de 100 m x 100 m (1 hectare) qui est représentative de l'ensemble de votre érablière. Il prend moins de deux heures pour inventorier la distribution des arbres dans un hectare (par type d'arbre et diamètre) et lorsque vous multipliez la quantité séquestré (telle que calculée dans la feuille de calcul disponible sur notre site Web) par la taille de votre érablière en hectares, vous avez une estimation décente de la quantité de CO₂ que votre érablière séquestre.

À titre d'exemple, si nous examinons le nombre recommandé d'arbres de culture pour une érablière bien approvisionnée et d'âge inégal (adapté du Guide de Marquage des Arbres de l'Ontario, 2004), nous pourrions avoir une distribution par hectare du genre de :

Species / Espèce	Non-Tappable Ranges / Catégories non-utilisables				Tappable Ranges / Catégories Utilisables											Taps in Each Range / Entailles par Catégorie	Type	
	12-16 in	17-21 in	22-26 in	27-31 in	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4			> 82"
Sugar Maple / Erable à Sucre	7	7	26	24	35	25	20	21	13	2	1	1	2				184	Maple / Erable
Oak, White / Chêne blanc		4	11	4	3	10	6	6	5	1							50	Hardwood / Feuillu
Silver Maple / Erable Argenté							2										2	Maple / Erable
Other Hardwood / Autre Feuillu																	0	Hardwood / Feuillu
Other Softwood / Autre Résineux																	0	Softwood / Résineux
<i>Subtotal Trees / Arbres</i>	7	11	37	28	38	35	28	27	18	3	1	1	2	0	0		236	Trees / Arbres
<i>Subtotal Taps / Entailles</i>					38	35	28	54	36	6	3	3	6	0	0		209	Taps / Entailles

Chaque hectare d'érablière avec cette distribution séquestrera 4 880 kg de CO2 par an et soutiendra environ 300 entailles. Si un grand producteur avec plus de 4 000 entailles a 14 hectares dans son érablière qui ressemble à ceci, il aurait un budget carbone annuel de 68 400 kg de CO2.

Qu'en est-il des arbres matures que vous n'entaillez pas, ou peut-être que vous appuyez en alternance d'années? Vous pouvez également les compter puisque nous calculons la quantité de séquestration dans la même année que vous récoltez et traitez votre sirop. Vous pouvez également compter les arbres matures d'autres espèces de feuillus (qui ont essentiellement les mêmes caractéristiques de calcul que les érables) à condition que vous les conserviez également pendant toute l'année où vous les avez utilisés dans votre calcul.

Techniquement, il n'y a aucune raison pour laquelle vous ne pourriez pas également compter les arbres immatures dans votre érablière aussi, cependant, ils ne contribuent que marginalement à la quantité totale de séquestration. Par exemple, un jeune arbre de 5 pieds de 1,5 po de diamètre ne séquestre que 1/10 d'un kg de CO2 par an à mesure qu'il grandit. Comme il grossit, il contribue davantage, mais le calcul de votre séquestration est plus facile si vous les laissez de côté et que les sauter garantit également que vos calculs sont conservateurs.

Une fois que vous connaissez votre budget carbone, vous êtes prêt à examiner vos émissions.

- Par exemple, un grand producteur ayant 4000 entailles et un budget carbone de 68 400 kg, se permettra par environ un budget d'environ 32 cordes de bois (si nous utilisons le calcul des émissions à l'envers) en supposant une efficacité de l'évaporateur de 50% et un bénéfice nul de l'osmose inverse (OI).
- L'augmentation de l'efficacité de l'évaporateur à 75% (sans OI) permettrait bouillir la même quantité de sève avec seulement 22 cordes de bois. Une gestion efficace de la chaleur fait clairement une différence significative!
- Voici un exemple d'allocation de budget carbone pour un grand producteur (en supposant zéro avantage d'OI).

Sequestration per Hectare	4,886	Kg CO2 / yr	Séquestration par Hectare
Sugar Bush Size	14	Hectares	Grandeur d'érablière
Potential # Taps Per Hectare	300		Entailles par Hectare
Total Taps	4,200		Entailles Totale
Expected Syrup Yield per Tap	1	L	Montant de Sirop Anticipée par Entaille

Overall Carbon Budget	68,406	Kg CO2 / yr	Budget de Carbone en Gros
Allocated to Scope 1	95%	64,986	Allocation pour Portées 1
Allocated to Scope 2	3%	2,052	Allocation pour Portées 2
Allocated to Scope 3	2%	1,368	Allocation pour Portées 3
		68,406	

Carbon Budget for Boiling		Budget de Carbone pour Ebullition	
Wood Fuel Conversion Factor	118	KG CO2 / MBTU	Conversion pour BTU de Bois
BTU Budget	550	MBTU	Budget en Millions de BTU
Operational Data		Les Dons d'Exploitation	
Input Brix	2.50	Brix	Brix de Sève aux Commencement
Sap to Syrup Ratio pre-RO	34.88		Rapport de Sève à Sirop avant OI
Reduction of Sap (e.g. RO)	0%		Reduction de Sève (p.e. OI)
Input Sap Volume	146,496	L	Volume de Sève aux Commencement
Post Reduction Volume	146,496	L	Volume apres Reduction
BTU To Evaporate 1 L	2531	BTU	BTU Necessaire pour évaporer 1L de l'eau
M BTU Required Assuming Perfect Efficiency	370.78	MBTU	MBTU Necessaire Avec Une Efficacité Parfait
BTU Capacity of Wood Used	22.84	MBTU	BTU Potential dans le Bois Utiliser
Evaporator Efficiency Scenarios		Scenarios d'efficacité	
50%	75%		
MBTU Required	741.56	494.38	MBTU Necessaire
Fits Into Carbon Budget	No / Non	Yes / Oui	Assez de place dans budget?
Fuel Budget		Budget de Carburant	
Wood	32.5	Cords / Cordes	21.6
Propane	31,290	L	20,860
Fuel Oil	18,751	L	12,501

Minimiser les émissions de portée 1 provenant de la sève bouillante

Faire bouillir la sève en sirop et l'embouteillage sont les deux activités de portée 1 que tous les acériculteurs ont en commun. Les deux nécessitent de chauffer le produit et ce chauffage est votre source principale d'émissions. La majeure partie de la chaleur utilisée consiste à réduire la sève en sirop.

Les stratégies qui peuvent être employées pour atténuer les émissions de chauffage comprennent:

- Minimisez la quantité de sève que vous devez traiter lors de la production de sirop
- Utiliser du bois de chauffage respectueux du climat (ou un combustible de remplacement)
- Une meilleure gestion de la chaleur dans votre évaporateur
- Traiter votre produit aussi peu de fois que nécessaire pour éviter de le réchauffer

Minimiser la quantité de sève

Le moyen le plus simple et le moins coûteux de réduire la quantité de sève que vous avez besoin pour faire bouillir est de jeter la glace qui a été recueillie dans vos seaux ou vos réservoirs de rétention. Cette glace est extrêmement faible Brix et ne vaut pas la peine d'être bouillie. Nous utilisons régulièrement cette méthode au cours de la première moitié de la saison lorsque la glace est plus répandue et avons mesuré les augmentations des niveaux de Brix au départ de 1 - 2 Brix à 2 - 3 Brix dans la sève résiduelle. Même une augmentation de 1 à 2 Brix est une réduction de 50% de l'eau dont vous avez besoin pour faire bouillir. Une augmentation de 2 à 3 Brix produit une réduction de 33% du volume de sève. Bien que cette méthode ne fonctionne qu'au début de la saison lorsque la sève est susceptible de geler pendant la nuit, vous pouvez également cesser d'ébullition lorsque le niveau de Brix dans la sève que vous collectez tombe à moins de 1 Brix à la fin de la saison.

Les producteurs avec plus de 100 entailles peuvent généralement justifier l'utilisation de l'osmose inverse (RO) pour augmenter considérablement les niveaux de Brix dans leur sève. L'électricité consommée pour alimenter la pompe utilisée pour déplacer la sève à travers l'OI devient une source d'émissions de portée 2 qui doit également être prise en compte. Mais c'est de loin préférable que la génération d'émissions inutiles en faisant bouillir plus que vous n'en avez besoin. La possibilité d'utiliser l'OI pour réduire le volume de sève de plus de 75% est un avantage important pour les acériculteurs qui souhaitent devenir nettes-nuls. Certains producteurs utilisent largement l'OI pour éliminer plus de 80 à 90% de l'eau de leur sève, bien qu'il y ait un certain débat sur la qualité de la saveur du sirop lorsque de tels concentrés d'haute densité sont produits (de nombreux traditionalistes affirment que la saveur d'érable dans le sirop est mieux développée par ébullition).

Du point de vue de la neutralité carbone, l'étendue des avantages de l'OI à exploiter c'est une décision à faire par l'acériculteur/trice en respectant leur volonté d'améliorer leur efficacité de gestion de la chaleur. Le tableau ci-dessous démontre ces deux stratégies (vous pouvez utiliser la feuille de calcul des GES pour ajuster les paramètres Brix afin de mieux vous adapter à votre situation):

Avec l'osmose inversée		Sans l'osmose inversée	
Brix aux Commencement	2	Brix aux Commencement	2
Brix Apres OI	8	Brix Apres Jeter la Glace	3
Reduction de Sève	75% Benefait de OI	Reduction de Sève	33% Benefait de Jeter la Glace
Brix avant bouillir	8	Brix avant bouillir	3
Brix de Sirop	66.5	Brix de Sirop	66.5
Montant à faire bouillir	22% de montant originale	Montant à faire bouillir	64% de montant originale

Voici un exemple de calcul du budget carbone pour le même producteur qui montre qu'une réduction de 33% de la sève dans un évaporateur qui n'est pas plus efficace qu'à 50% permet d'atteindre le même budget de 22 cordes de bois atteintes par un évaporateur d'efficacité de 75%.

Sequestration per Hectare	4,886	Kg CO2 / yr	Séquestration par Hectare
Sugar Bush Size	14	Hectares	Grandeur d'érablierie
Potential # Taps Per Hectare	300		Entailles par Hectare
Total Taps	4,200		Entailles Totale
Expected Syrup Yield per Tap	1	L	Montant de Sirop Anticipée par Entaille

Overall Carbon Budget	68,406	Kg CO2 / yr	Budget de Carbone en Gros
Allocated to Scope 1	95%	64,986	Allocation pour Portées 1
Allocated to Scope 2	3%	2,052	Allocation pour Portées 2
Allocated to Scope 3	2%	1,368	Allocation pour Portées 3
		68,406	

Carbon Budget for Boiling		Budget de Carbone pour Ebullition	
Wood Fuel Conversion Factor	118	KG CO2 / M BTU	Conversion pour BTU de Bois
BTU Budget	550	M BTU	Budget en Millions de BTU
Operational Data		Les Dons d'Exploitation	
Input Brix	2.50	Brix	Brix de Sève aux Commencement
Sap to Syrup Ratio pre-RO	34.88		Rapport de Sève à Sirop avant OI
Reduction of Sap (e.g. RO)	33%		Reduction de Sève (p.e. OI)
Input Sap Volume	146,496	L	Volume de Sève aux Commencement
Post Reduction Volume	98,152	L	Volume apres Reduction
BTU To Evaporate 1 L	2531	BTU	BTU Necessaire pour évaporer 1 L de l'eau
M BTU Required Assuming Perfect Efficiency	248.42	M BTU	M BTU Necessaire Avec Une Efficacite Parfait
BTU Capacity of Wood Used	22.84	M BTU	BTU Potential dans le Bois Utiliser
Evaporator Efficiency Scenarios		Scenarios d'efficacite	
M BTU Required	496.85	331.23	MBTU Necessaire
Fits into Carbon Budget	Yes / Oui	Yes / Oui	Assez de place dans budget?
Fuel Budget		Budget de Carburant	
Wood	21.8	Cords / Cordes	14.5
Propane	20,964	L	13,976
Fuel Oil	12,563	L	8,375

Si vous utilisez l'osmose inverse pour réduire la quantité de sève bouillie, votre bilan carbone aura moins de sensibilité à l'efficacité de la gestion de la chaleur. Certains producteurs de la catégorie des entailles de plusieurs milliers d'entailles passent à des niveaux de plus en plus élevés d'OI (jusqu'à 90% d'élimination de l'eau) et utilisent des évaporateurs plus petits pour faire bouillir la plus petite quantité de concentré de sève restant.

La bonne nouvelle est que la réduction des émissions peut être obtenue en combinant la minimisation de la sève à bouillir et l'amélioration de l'efficacité thermique. Par exemple, avec une réduction de sève de 75% avec OI, et en utilisant un évaporateur qui est 75% efficace, moins de 6 cordes de bois soit nécessaire (voir l'exemple si dessus).

Sequestration per Hectare	4,886	Kg CO2 / yr	Séquestration par Hectare
Sugar Bush Size	14	Hectares	Grandeur d'érablière
Potential # Taps Per Hectare	300		Entailles par Hectare
Total Taps	4,200		Entailles Totale
Expected Syrup Yield per Tap	1	L	Montant de Sirop Anticipée par Entaille
Overall Carbon Budget	68,406	Kg CO2 / yr	Budget de Carbone en Gros
Allocated to Scope 1	95%	64,986	Allocation pour Portées 1
Allocated to Scope 2	3%	2,052	Allocation pour Portées 2
Allocated to Scope 3	2%	1,268	Allocation pour Portées 3
		68,406	
Carbon Budget for Boiling		Budget de Carbone pour Ebullition	
Wood Fuel Conversion Factor	118	KG CO2 / M BTU	Conversion pour BTU de Bois
BTU Budget	550	M BTU	Budget en Millions de BTU
Operational Data		Les Dons d'Exploitation	
Input Brix	2.50	Brix	Brix de Sève aux Commencement
Sap to Syrup Ratio pre-RO	34.88		Rapport de Sève à Sirop avant OI
Reduction of Sap (e.g. RO)	75%		Reduction de Sève (p.e. OI)
Input Sap Volume	146,496	L	Volume de Sève aux Commencement
Post Reduction Volume	36,624	L	Volume apres Reduction
BTU To Evaporate 1 L	2531	BTU	BTU Necessaire pour évaporer 1 L de l'eau
M BTU Required Assuming Perfect Efficiency	92.70	M BTU	M BTU Necessaire Avec Une Efficacise Parfait
BTU Capacity of Wood Used	22.84	M BTU	BTU Potential dans le Bois Utiliser
Evaporator Efficiency Scenarios		Scenarios d'efficacité	
M BTU Required	185.39	50%	123.59
Fits Into Carbon Budget	Yes / Oui	75%	Yes / Oui
Fuel Budget		Budget de Carburant	
Wood	8.1	Cords / Cordes	5.4
Propane	7,822	L	5,215
Fuel Oil	4,688	L	3,125

Si vous préférez ne pas utiliser d'OI, vous devez vous concentrer sur l'efficacité thermique. Sinon, si vous choisissez d'utiliser un RO, vous n'aurez peut-être pas besoin de mettre en œuvre toutes les recommandations pour la gestion de la chaleur présentées dans ce document.

Utilisez un carburant respectueux du climat

Les arbres séquestrent le CO2 lorsqu'ils grandissent et le libèrent lorsqu'ils meurent et se décomposent. Cependant, puisque 20 à 25 % du carbone d'un érable se trouve dans ses racines, cette partie de l'arbre ne libère pas de CO2 lorsqu'il se décompose parce qu'il reste enfoui dans le sol. En d'autres termes, un arbre est un puits de carbone naturel de -25% au cours de sa durée de vie. Bien que l'érable à sucre ait une durée de vie potentielle allant jusqu'à 300 ans, 80 à 100 ans est plus typique. Des facteurs tels que la pollution, les insectes, et les changements climatiques peuvent dégrader la durée de vie des arbres.

Un arbre mature peut capturer bien plus d'une tonne de CO2, donc si notre objectif est d'être respectueux du climat, nous ne voulons pas accélérer la libération de ce carbone en le brûlant plus rapidement que l'arbre ne le stockerait et ne le libérerait autrement au cours de sa durée de vie normale.

Si vous utilisez le bois comme carburant pour votre évaporateur, sa combustion convertit le carbone stocké en CO2. Vous pouvez éviter les émissions de CO2 inutiles en utilisant uniquement du bois provenant d'arbres morts et tombés, ainsi que des opérations d'abattage dans votre érablière, ou des déchets de bois obtenus à partir de scieries. Ce sont des arbres qui ne séquestreront plus le carbone et qui ont, ou sont sur le point d'entrer, dans une phase de libération de CO2 par la pourriture. Une autre option pour les évaporateurs à bois est de brûler des copeaux de bois ou des granulés provenant de producteurs de bioénergie. Il est certifié que ces granulés ont été fabriqués à partir de déchets de bois

provenant de scieries. En préservant les arbres sains qui séquestrent encore le carbone, nous ne soustrayons pas de ce que la nature fait déjà pour séquestrer le CO₂.

En utilisant un carburant respectueux du climat, on achève nettes nulles sur un cycle qui est plus long qu'une centaine d'années. On peut faire mieux que ça par achever nettes nulles sur un cycle qui correspond à notre production annuelle.

- Une autre façon de voir les choses, c'est que les arbres de notre érablière génèrent un budget carbone annuel pour que nous ayons l'occasion d'essayer de fonctionner à l'intérieur. Dans cette façon, nous maintenons une empreinte nette nulle pour nos opérations sur une base annuelle.
- En plus, si nous nous approvisionnons les déchets de bois comme combustible d'une scierie, ou utilise seulement les arbres tomber comme carburant, nous n'ajoutons pas à la perte de séquestration dans nos forêts causée par l'exploitation d'autres. Le problème de la perte de forêt peut encore se produire, c'est hors de notre contrôle, mais au moins nous ne faisons plus partie de ce problème.

Notez que nous n'adoptons pas l'approche de compter comme un avantage tout le carbone déjà capturé dans nos érables dans notre équation nette zéro, ni ne pénalisons pas l'utilisation d'arbres coupés comme bois de chauffage dans nos calculs de GES -- par contre, nous nous concentrons sur la façon dont nous affectons notre propre empreinte carbone sur une base annuelle.

L'utilisation de bois de chauffage vieilli réduit également la quantité de bois requise car vous n'avez pas besoin de faire bouillir l'humidité dans le bois de chauffage avec l'eau dans votre sève (le terme technique pour cela est l'enthalpie de vaporisation). Une chaudière à condensation pourrait capter la chaleur perdue par la vapeur d'eau, mais vous seriez toujours en train de vaporiser de l'eau dans le bois dont vous n'avez pas besoin.

- Le niveau d'humidité dans le bois fraîchement coupé peut atteindre 60% selon le type d'arbre d'où il provient, mais un niveau plus typique est de 50% pour la plupart des bois brûlés dans l'année suivant leur coupe. Le bois avec 50% d'humidité a un pouvoir calorifique maximal d'environ 2 136 BTU/kg.
- Couper votre bois de chauffage même un an à l'avance augmentera son pouvoir calorifique (et diminuant votre consommation de bois) de 30% et réduira vos émissions de CO₂ de la même quantité. Le bois avec 20% d'humidité a un pouvoir calorifique maximal d'environ 2 818 BTU / kg, donc pratiquement chaque diminution de 1% de l'humidité augmentera le pouvoir calorifique de 1%.
- Idéalement, le niveau d'humidité dans le bois de chauffage devrait être inférieur à 20%, ce qui peut être accompli dans la plupart des cas en fendant et en faisant vieillir votre bois de chauffage pendant 2 ans avant de l'utiliser.
- Les granulés de bois ont généralement été séchés au séchoir et ont une teneur en humidité inférieure à 10%. Celui-ci a un pouvoir calorifique maximal de 3 682 BTU/ kg.

Tout le carbone séquestré dans le bois n'est pas libéré pendant la combustion. Nous discuterons de l'efficacité de la combustion plus en détail, mais une efficacité de combustion parfaite est rarement atteinte, de sorte que même le bois brûlé a encore du carbone séquestré restant dans ses cendres, suie, et ses charbons.

Si vous utilisez d'huile ou du diesel comme carburant, envisagez de passer au propane car le propane en combustion émet de 20 % à 50 % moins de CO₂ par rapport aux combustibles fossiles plus lourds comme l'huile ou le diesel (US Energy Administration). La différence réelle dépend de l'efficacité relative de la fournaise utilisée (c.-à-d. qu'une fournaise au propane efficace pourrait produire 50 % moins d'émissions de CO₂ qu'une fournaise d'huile inefficace plus ancienne), mais même sur la base comparable la plus efficace, le propane est légèrement plus propre que l'huile.

- Selon une étude réalisée par l'Université Cornell (disponible sur notre site Web), une corde de bois dur brûlé dans une chaudière qui n'est efficace qu'à 50% offre le même BTU que 375 L d'huile brûlé dans une chaudière efficace à 75% (238 L pour le bois résineux).
- Cependant, 375 L d'huile émettent 1 032 kg de CO₂ tandis qu'une corde de feuillus émet près de 3 fois plus (2 919 kg de CO₂) lorsqu'il est brûlé. Ainsi, même un évaporateur au bois tout aussi efficace n'est pas aussi respectueux du climat qu'un évaporateur alimenté à huile si nous ignorons les émissions en amont provenant de l'extraction de combustibles fossiles (qui sont beaucoup plus importantes pour le pétrole que pour la foresterie, car plus de la moitié d'huile au Canada provient des sables bitumineux).
- Selon une étude réalisée par le Congrès américain, les émissions totales du cycle de vie du pétrole canadien sont environ le double de leurs émissions de combustion. Il est donc possible qu'un évaporateur alimenté au bois tout aussi efficace puisse avoir les mêmes émissions du cycle de vie qu'un évaporateur alimenté à huile si nous venons en compte les émissions d'extraction d'énergie conformément aux lignes directrices de portée 2.

En résumé, quelle que soit la source de carburant, l'efficacité du chauffage est la prochaine considération la plus importante après avoir minimisé la quantité de sève dont vous avez besoin pour faire bouillir. Il y a deux niveaux pour propre comprendre l'efficacité thermique :

- L'efficacité de la combustion à l'intérieur de l'évaporateur et
- L'efficacité de l'évaporateur dans l'utilisation de la chaleur générée par cette combustion pour faire bouillir la sève.

Nous avons trouvé plusieurs clés pour une meilleure gestion de la chaleur, et nous discuterons de chacune d'entre elles à tour de rôle:

1. Ne surchauffez pas plus que ce dont vous avez besoin pour maintenir une ébullition continue
2. Atteindre la combustion secondaire en fournissant plus d'air
3. Utilisez votre chaleur efficacement
4. Maintenir un niveau de chaleur continu
5. Maximisez l'utilisation de la chaleur que vous avez générée.

Ne surchauffez pas votre ébullition

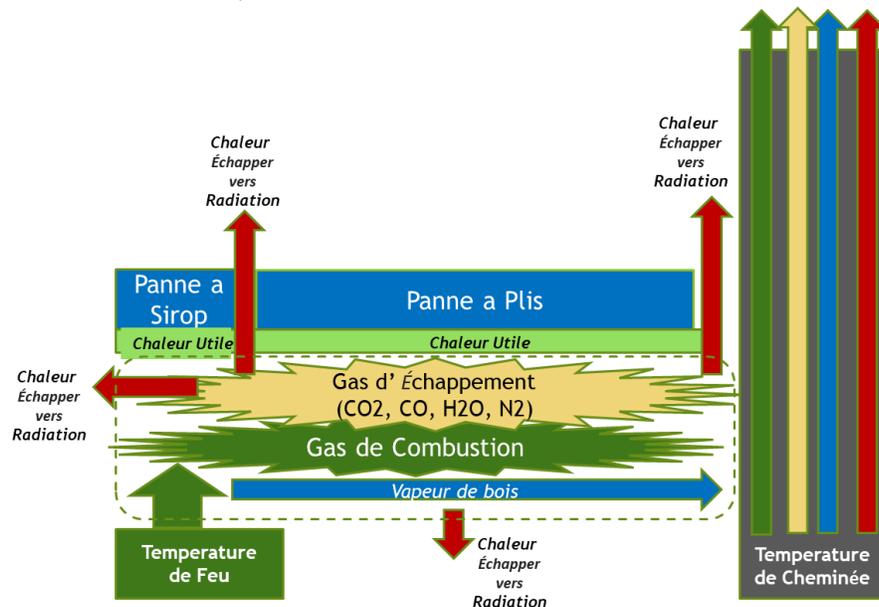
C'est un fait de la physique que la sève (qui est principalement de l'eau) bout à 212' F (100'C) à la pression atmosphérique au niveau de la mer. Tout le monde le sait, mais peu de gens se rendent compte que la chaleur appliquée au-dessus de cette température est principalement gaspillée. Il n'est pas possible de chauffer un liquide au-delà de sa température d'ébullition (sauf si vous augmentez également la pression, ce qui ne se produit pas dans la plupart des évaporateurs commerciaux), et la sève ne bout qu'à une température marginalement plus élevée à mesure que le rapport eau / sucre

change. Même lorsque vous atteignez des températures de sucre ou de bonbons, vous n'avez pas besoin de dépasser 220 - 240 °F (en fonction de l'objectif de votre produit).

Si vous mesurez la température de l'ébullition dans votre panne à plis, vous verrez que l'ébullition commence 10-15' en dessous de 212° F (en fonction des conditions barométriques) et atteint un roulement, violent, faire bouillir as il atteint 212° F. Bien que la sève puisse bouillir plus rapidement à une température plus élevée dans une chaudière parfaitement efficace, la chaleur ne peut être absorbée à un rythme constant qu'une fois que la sève a commencé à bouillir – un excès de chaleur au-delà de ce taux d'absorption est gaspillé par l'évaporateur.

Pour aggraver les choses, si vous augmentez la chaleur dans votre chambre de combustion, il est probable que vous ne comptez que sur la combustion primaire pour chauffer votre ébullition et que vous manquez l'avantage d'exploiter à la fois la combustion primaire et secondaire de votre carburant. Nous examinerons cette question plus en détail.

- Il y a une différence entre la chaleur de votre chambre de combustion (c.a.d. la boîte à feu) et la température mesurée dans votre cheminée. La température dans la chambre de combustion doit être plus de 550°F pour assurer la combustion puisqu'il s'agit de la température d'inflammation du bois. Une partie de cette chaleur est absorbée pour vaporiser l'humidité dans le bois (produisant de la vapeur) puis absorbée par l'évaporateur avant qu'elle ne soit évacuée (partiellement dans l'ébullition mais aussi perdu par rayonnement). La chaleur qui n'est pas consommée par absorption, ou perdue par le rayonnement, est mesurée à la température de la cheminée, comme illustré ci-dessous.



$$\text{Température de Cheminée} = \text{Température de Feu} - (\text{Chaleur Utiliser} - \text{Chaleur Échapper})$$

- La première loi de la dynamique thermique dit que l'énergie doit être équilibrée avec l'énergie consommée et l'énergie perdue, de sorte que la différence entre la température de la chambre de combustion et la température de la cheminée vous donne une indication de la quantité qui a été absorbée dans les casseroles par convection (ainsi que perdue par rayonnement avant

d'atteindre la cheminée). La vapeur produite à partir de l'humidité du bois est encore de la chaleur disponible pour les casseroles, mais ce n'est pas une utilisation efficace du combustible.

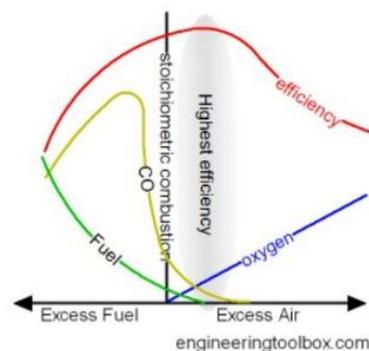
- Aussi, plus la chaleur dans l'incendie est élevée, plus il est probable que les gaz de combustion chauds s'échappent sans être brûlés (ce qui entraîne un gaspillage de chaleur et de combustible).
- Les gaz de combustion sont des gaz volatils produits pendant la combustion qui n'ont pas encore libéré toute leur chaleur jusqu'à ce qu'ils soient complètement brûlés en gaz d'échappement. Environ 50 - 60% de la chaleur disponible de la combustion du bois provient de la combustion de ces gaz volatils. Cela signifie que si vous pouvez obtenir une combustion secondaire, vous pouvez chercher un autre 550' – 900' F de chaleur de ces gaz sans ajouter plus de bois de chauffage!
- Les gaz d'échappement (principalement le CO₂, le CO, et la vapeur) sont également des gaz chauds disponibles pour chauffer les casseroles, mais n'ont plus d'énergie thermique pour contribuer à une combustion ultérieure. C'est la chaleur des gaz de combustion qui sont mesurées par la température de la cheminée qui se compose à la fois de gaz de combustion et de gaz d'échappement (à des degrés divers en fonction de l'efficacité de combustion).
- Le diagramme illustre la vapeur produite par combustion (sous forme de gaz d'échappement) ainsi que par la vaporisation de l'humidité du bois. La vapeur provenant de la combustion est inévitable et une bonne utilisation du carburant, tandis que la vapeur de l'humidité est contrôlable et est un gaspillage de carburant.
- La perte de chaleur rayonnante se produit en raison d'une isolation insuffisante de la chambre de combustion et de l'arche, ainsi que par l'intermédiaire du métal dans les casseroles, la voûte et la chambre de combustion. Tout espace entre les casseroles ou entre la casserole et l'arche entraînera également une perte de rayonnement importante dans l'air, ainsi que la création d'une voie d'évacuation pour les gaz de cheminée.
- Idéalement, vous ne voulez pas perdre de gaz de combustion avec des gaz d'échappement. Cependant, au fur et à mesure que vous augmentez la chaleur dans la chambre de combustion, les deux types de gaz se dilatent (car la pression ne peut pas augmenter suffisamment pour maintenir le volume de ces gaz avec un conduit de fumée ouvert) et plus de gaz de combustion s'échappent par la cheminée avant qu'il ne puisse être entièrement brûlé.
- Certains producteurs affirmeront que le maintien d'une température très élevée assure une convection rapide de l'air chaud dans la sève bouillante, réduisant ainsi le temps d'ébullition.
 - Cela est vrai pendant la période initiale où vous démarrez le feu jusqu'à l'instant où une ébullition est atteinte. La chaleur est transférée par convection uniquement par la différence de température dans la sève, de sorte que lorsque la température est augmentée, la chaleur croissante est absorbée dans la sève jusqu'à ce qu'elle bouille.
 - Cependant, une fois qu'une ébullition complète est atteinte, la sève est aussi chaude qu'elle va l'être, la convection ne peut pas se dérouler plus rapidement que la vitesse à laquelle la chaleur est consommée dans l'ébullition -- c'est-à-dire que le taux de convection est régi principalement par la demande de, et non l'offre de, chaleur après ébullition commence à se produire.
 - Le taux d'excitation des molécules d'eau dans l'ébullition n'est qu'une des façons dont la chaleur est consommée dans l'évaporateur. Cela augmentera avec une température plus élevée, accélérant l'ébullition, mais comme il y a d'autres pertes rayonnantes de

chaleur qui se produisent, toute la chaleur accrue du feu n'est pas utilisée pour produire une ébullition plus rapide. De plus, si vous augmentez la chaleur sans augmenter suffisamment le débit d'air, l'évaporateur peut souffrir d'une combustion incomplète (donc nous discuterons plus en détail) et un volume plus élevé de gaz de combustion précieux s'échappera inutilisé.

Atteindre la combustion secondaire en fournissant plus d'air

Selon la configuration de l'évaporateur, il peut être nécessaire de faire fonctionner l'évaporateur à une température supérieure à 550' F (mesuré dans la boîte à feu) pour optimiser son efficacité de combustion. Examinons l'efficacité de la combustion un peu plus en détail:

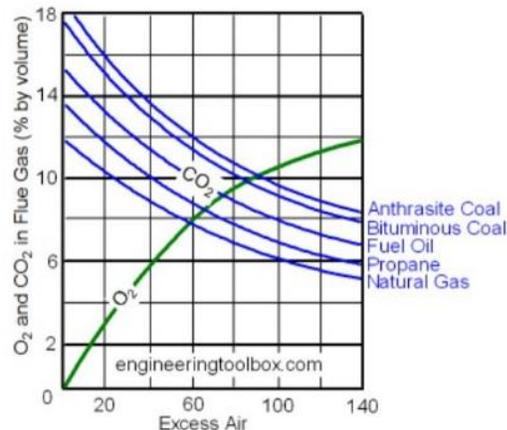
- Pendant la combustion, l'hydrogène et le carbone sont oxydés par l'apport d'air frais (qui est de 21% d'oxygène, 78% d'azote, et 1% d'autres gaz).
- Si le débit d'air est insuffisant, les gaz de combustion produits pendant la combustion ne seront pas entièrement oxydés dans les gaz d'échappement de H₂O (vapeur) et de CO₂. Une combustion efficace (c.a.d. combustion stœchiométrique) se produit lorsque suffisamment d'oxygène est fourni pour permettre une combustion complète des gaz de combustion. Tant que la température du feu est d'au moins 550°F, il est plus important d'augmenter le débit d'air que la température pour permettre une combustion complète.
- En pratique, l'excès d'oxygène est nécessaire pour éviter de produire du monoxyde de carbone (CO) au lieu du CO₂ comme gaz d'échappement. Le monoxyde de carbone est non seulement dangereux, mais la combustion du carbone dans le CO libère 1/3 de la chaleur par rapport au moment où il est brûlé en CO₂. Ainsi, la production de CO au lieu de CO₂ est un gaspillage important de carburant. Le niveau de CO dans les gaz d'échappement augmente à mesure que l'efficacité de la combustion augmente jusqu'à juste avant le point de combustion stœchiométrique, puis diminue à mesure que l'excès d'air est fourni sur plus de CO₂ est produit. Ceci est illustré dans le tableau ci-dessous.



- Comme l'illustre la ligne rouge sur le graphique ci-dessus, l'efficacité de la combustion continue d'augmenter à mesure que l'excès d'air est fourni au-delà du point de combustion stœchiométrique, cependant, si trop d'excès d'air est fourni, l'efficacité de la combustion diminue en raison de l'effet de refroidissement de cet air (plus précisément, l'azote provoque l'effet de refroidissement parce qu'il y a 3x autant d'azote que d'oxygène dans l'air et l'azote est inerte pendant la combustion). Par exemple, en règle générale, dans une chaudière au gaz

naturel ou au propane, l'efficacité est diminuée de 1 % pour chaque augmentation de 15 % de l'alimentation en air excédentaire au-delà du point de combustion stœchiométrique.

- La quantité de CO₂ dans les gaz d'échappement est un bon moyen de mesurer l'efficacité de la combustion. Le tableau ci-dessous montre l'effet de l'ajout d'un excès d'air au-delà du point de combustion stœchiométrique réduit l'efficacité de tous les carburants au carbone. Le bois n'est pas illustré sur le graphique, mais car précédemment discutés, le niveau d'humidité dans le bois a un effet significatif sur l'efficacité de la combustion en raison de la chaleur perdue dans la vaporisation de cette humidité, de sorte qu'il y aurait une courbe différente sur le graphique pour chaque niveau d'humidité. Pour le bois, 12% d'air supplémentaire par volume dans les gaz d'échappement produit le maximum d'efficacité de combustion.



- L'augmentation de la température dans la chambre de combustion réchauffera l'excès d'air et facilitera le maintien d'une combustion efficace et sûre. Cependant, trop de température augmentera également la pression des gaz de combustion (qui se dilatent lorsqu'ils sont chauffés) dans l'arche et les fera évacuer plus rapidement dans votre cheminée. Par exemple, dans une chaudière au gaz naturel ou au propane, l'efficacité est diminuée de 1% pour chaque augmentation de 40' F de la température au-delà du point de combustion stœchiométrique.
- Ainsi, une combustion efficace est un exercice d'équilibre impliquant le débit d'air, la pression, et la température. Fonctionner à une température plus élevée que nécessaire augmente la sensibilité d'une combustion efficace au débit et à la pression de l'air. Cela est vrai lors de la combustion de tout carburant, y compris le bois. Plus vous augmentez la chaleur de la combustion primaire, moins vous pouvez générer de chaleur à partir de la combustion secondaire des gaz de combustion de fumée qui s'échappent plus rapidement.
- À l'extrême, si vous comptez sur la combustion primaire pour faire monter la température dans votre évaporateur, vous consommez peut-être jusqu'à deux fois le bois de chauffage dont vous avez besoin pour générer la même quantité de chaleur.
- La configuration de l'évaporateur est également un facteur important car il est possible de créer des chambres de combustion secondaires pour brûler les gaz de combustion à l'intérieur de sa voûte. Nous en discuterons plus en détail dans le cadre de l'amélioration de la gestion de la chaleur.

Il est important de réduire la quantité de créosol et de suie générée pendant la brûlure afin de réduire la tendance de la suie à isoler la chaleur sous vos casseroles. La suie est un combustible incomplètement brûlé – une indication d'une combustion incomplète du créosol (qui est elle-même causée par la

condensation de gaz volatils pendant la combustion). Le crésol est hautement inflammable et peut être explosif. Une explosion de crésol peut soulever un pan de cheminée plein de sève à plusieurs pouces de l'évaporateur!

La meilleure façon d'éviter la suie est d'optimiser le mélange de température et de débit d'air, pas seulement en faisant monter la chaleur dans le feu.

- Brûler du bois avec l'écorce encore dessus générera plus de crésol et de suie que si vous enlevez l'écorce avant de brûler le bois.
- La plupart des évaporateurs au bois nécessitent une température de cheminée de 450 à 475°F pour assurer une bonne combustion avec une accumulation minimale de suie.
- Si la température de la cheminée est inférieure à 450°F, il est important d'assurer un débit d'air excessif afin d'optimiser la combustion afin de minimiser l'accumulation de suie. Cela peut être accompli en ajoutant un ventilateur d'air et un collecteur à la chambre de combustion dans la voûte de l'évaporateur. Cependant, un débit d'air trop élevé entraînera une baisse d'efficacité en raison de la perte de gaz non brûlés pendant la combustion. Idéalement, le débit d'air devrait être l'équivalent de 0,05 pouce de pression d'eau équivalente (mesurée par un manomètre Magnehelic).
- Si la température de la cheminée est inférieure à 325°F, il peut être nécessaire d'ajouter également un ventilateur de cheminée (tirant d'eau forcé) pour éviter l'accumulation de suie dans la cheminée. Les gaz de combustion non brûlés et la vapeur d'eau se condenseront autour de 270°F, provoquant la création de crésol à mesure que l'eau s'évapore. La combustion du bois de sécheuse (Granules, copeaux, bois de construction) réduit la quantité de vapeur d'eau qui peut causer les gaz de combustion pour se condenser.
- Dans les grandes opérations où l'ébullition se produit sur une base de 18 à 24 heures / jour, il est également important de laver périodiquement la suie de la face inférieure des casseroles pour éviter que la suie n'agisse comme isolant, inhibant la convection dans la casserole.

La plupart des producteurs n'ont pas besoin d'optimiser complètement la combustion pour devenir nettes-nul, mais à moins que vous n'aimiez couper du bois, comprendre la mécanique de la combustion efficace est utile pour éviter l'utilisation inutile de carburant (et ses émissions de carbone).

Utilisez votre chaleur efficacement

L'efficacité de combustion n'est qu'une partie de l'efficacité bouillante en totale car un évaporateur de sirop d'érable n'est pas un système thermodynamique parfait. Comment efficacement nous utilisons la chaleur produite par la combustion est tout aussi important lorsque vous essayez d'améliorer l'efficacité globale de l'ébullition de la sève en sirop. L'efficacité thermique ultime est le ratio entre l'apport de carburant et la quantité de sirop produite.

De nombreux anciens évaporateurs sont au mieux 20% efficaces et les plus modernes sont généralement inférieurs à 50% (nous discuterons de la façon d'améliorer l'efficacité dans la section sur la gestion de la chaleur).

- L'isolation de votre arche et l'amélioration de votre flux d'air vous permettront de travailler en toute sécurité et efficacement à une température plus basse, en consommant moins de

carburant (bois, gaz, ou huile) en bénéficiant d'une combustion secondaire et en produisant moins d'émissions.

- Il est essentiel de s'assurer qu'il y a un apport d'air frais adéquat dans l'évaporateur pour s'assurer que tous les gaz de combustion sont brûlés (maximisant la chaleur d'eux) avant qu'ils ne remontent la cheminée de l'arche.
- Comme nous ne voulons pas que l'air froid refroidisse ces gaz, il est important que cette prise d'air se produise via la chambre de combustion afin que l'admission d'air puisse être chauffée. Une approche consiste à couper de petits trous à l'arrière de la chambre de combustion, ou à ajouter un collecteur d'air forcé dans la chambre de combustion, à l'excès d'air chaud.
- Un contrôle de tirant d'aire sur la cheminée empêche les changements de pression barométrique ou le vent d'aspirer les gaz de combustion de votre évaporateur avant qu'ils ne soient complètement brûlés ainsi que de perdre la chaleur disponible des gaz d'échappement avant qu'ils ne soient absorbés dans vos casseroles. Il vous permettra de maintenir une pression continue dans votre cheminée indépendamment des changements barométriques due au vent ou à la pression atmosphérique.
- La surface et la profondeur de l'ébullition de la sève, l'humidité relative de l'air au-dessus de l'évaporateur, ainsi que le taux d'entrée de la sève plus froide dans l'ébullition, déterminent en grande partie la demande de chaleur (en supposant qu'il n'y ait pas de changement de la pression atmosphérique).
 - L'augmentation de la surface (permettant à un plus grand nombre de molécules d'eau d'être excitées par la chaleur) est la raison pour laquelle la plupart des évaporateurs utilisent des pannes à plis (c.-à-d. des casseroles avec plis surélevés ou tombés). Si vous utilisez une casserole plate, envisagez de passer à une casserole à plis surélevés pour doubler la surface exposée à la chaleur.
 - Limiter la profondeur de la sève réduit la fréquence à laquelle les molécules d'eau excitées par la chaleur perdent de l'énergie en entrant en collision avec des molécules moins excitées avant de s'échapper (évaporation) dans l'air sous forme de vapeur. Cela permet à un plus grand nombre d'entre eux de s'échapper pendant l'ébullition.
 - L'évacuation de la vapeur pour réduire l'humidité à l'intérieur de la cabane à sucre accélère également l'ébullition car elle permet à plus de molécules d'eau de s'échapper dans l'air, au lieu de rebondir sur les molécules dans la vapeur d'eau immédiatement au-dessus de l'évaporateur et de revenir dans la sève. De nombreuses cabanes à sucre ont des événements de toit qui peuvent être ouverts pour s'assurer que l'humidité est évacuée. Une autre méthode consiste à installer un ventilateur qui souffle de l'air filtré moins humide sur le dessus de votre évaporateur.
 - La sève de préchauffage qui est admise progressivement dans l'évaporateur médie les différences de température qui nécessitent autrement une chaleur supplémentaire pour élever la sève froide à une température d'ébullition. Réutiliser la chaleur résiduelle de la vapeur produite par l'ébullition est un excellent moyen de préchauffer la sève. L'utilisation d'une casserole qui contient plusieurs canaux permet également de médier l'effet de la sève plus froide refroidissant l'ébullition.

Le moyen le plus simple de surveiller la température de votre évaporateur est d'installer un thermomètre sur la cheminée.

- Dans notre exploitation, nous essayons de maintenir une température de cheminée dans la gamme de 325 - 400°F que nous avons trouvé est suffisant pour nous aider à surmonter les baisses de température lorsque nous ajoutons du bois tout en évitant d'utiliser plus de chaleur que nécessaire pour une combustion efficace.
- Une température de cheminée de 400° F dans une arche bien isolée signifie que pendant une ébullition (qui ne se produit pas en dessous de 212° F), notre température du feu est d'au moins 550° F de combustion primaire plus un autre 550° F de combustion secondaire (pour un total de 1100°F d'entrée de chaleur), produisant au moins 300 – 400° F à consommer par ébullition constante et 300 - 400° F pour la perte de chaleur rayonnante (qui ne peut pas être éliminé).
 - Notez que 550 moins 400 égales 150 °F qui est en dessous du point d'ébullition, nous savons donc que la combustion secondaire doit avoir lieu car nous pouvons voir la sève bouillir tout en utilisant aussi peu que 4 bâtons de bois. La combustion secondaire générera 550° F supplémentaires, ce qui nous donnera un total de 1100° F de chaleur. (1500° F avec injection d'air)
 - Dans un évaporateur avec un débit d'air suffisant, la combustion secondaire peut commencer à se produire dans la chambre de feu (bien que la combustion secondaire puisse ne pas être complète). Au fur et à mesure que les gaz chauds se déplacent le long de la fournaise, environ 200 à 300 °F de chaleur par pied peuvent être consommés dans la panne à plis d'un évaporateur bien isolé. Ainsi, même si nous commençons avec 1100 pi dans la chambre de feu, au moment où les gaz chauds atteignent le milieu d'une panne à plis de 6 pieds, la majeure partie de cette chaleur peut être consommée via l'ébullition et la perte de chaleur radiante.
 - La présence d'une chambre de combustion secondaire au milieu de la fournaise permet de compléter complètement la combustion secondaire qui rétablit la chaleur perdue en cours, assurant une bonne ébullition sous la seconde moitié de la panne à plis. (Nous discutons de la mise en œuvre d'une chambre de combustion secondaire dans la section suivante.)
 - Puisque nous ne connaissons pas la quantité réelle de perte de chaleur, nous supposons prudemment que seulement 50% de la chaleur fournie est consommée dans l'ébullition. En pratique, probablement plus de la moitié de la chaleur est consommée dans l'ébullition puisque notre arche est bien isolée.
 - Notez que nous n'avons pas besoin d'augmenter la température du feu bien au-delà du point d'allumage initial pour atteindre ce niveau d'efficacité car nous exploitons l'avantage supplémentaire de la combustion secondaire.
- Nous maintenons également un débit d'air de 0,05 pouce/H₂O de pression pour minimiser la perte de gaz de combustion et brûlons principalement du bois sans écorce pour réduire l'accumulation de suie.
- La combustion d'un mélange de feuillus avec du bois résineux réduit également l'accumulation de suie, car le bois résineux est plus susceptible de produire de la suie (et du CO₂) que le bois dur.

N'oubliez pas que toute **température de cheminée au-dessus du minimum nécessaire pour une combustion efficace est la chaleur gaspillée** et la chaleur perdue signifie déchets combustibles ainsi que l'émission de carbone inutile. Paradoxalement, si vous obtenez une efficacité de combustion élevée, vous produirez plus de CO₂ par minute par rapport à un niveau d'efficacité inférieur, car le CO₂ et le

H₂O sont les sous-produits naturels de la combustion. Cependant, votre combustion produira également plus de chaleur à partir de la même quantité de carburant, brûlant ainsi moins de carburant dans l'ensemble pour faire bouillir votre sève. Moins il y a de carburant utilisé, moins vous aurez d'émissions de CO₂ dans l'ensemble.

En résumé, au niveau de l'efficacité de la combustion, votre objectif est de maximiser la combustion de votre source de carburant (qui peut être mesurée par l'augmentation des émissions de CO₂ du processus de combustion). Simultanément, au niveau de l'efficacité de l'évaporateur, votre objectif est de ne pas générer plus de chaleur que nécessaire pour obtenir une combustion secondaire et d'utiliser la chaleur de la combustion primaire et secondaire de la manière la plus optimale possible afin de minimiser la quantité de carburant consommée (minimisant ainsi votre empreinte CO₂). Bien que cela puisse sembler contradictoire, il est inévitable que vous deviez brûler du carburant pour faire bouillir la sève afin que vous puissiez aussi bien que le brûler aussi bien que vous le pouvez pour maximiser la chaleur produite à partir de celui-ci, puis utiliser cette chaleur précieuse aussi efficacement que vous le pouvez.

Maintenir une chaleur continue

Jusqu'à présent, nous avons discuté de la mécanique de la combustion du bois déjà dans la chambre de combustion. Au fur et à mesure que cela brûle, vous devez le remplacer et chaque fois que vous ouvrez la porte coupe-feu de votre évaporateur pour ajouter plus de bois, la température à l'intérieur de votre évaporateur chute à mesure que l'air froid se précipite également, ce qui peut entraîner la perte d'une ébullition vigoureuse jusqu'à ce que la chaleur se renforce.

- Bien que le maintien d'une température plus élevée sous vos casseroles aide à absorber cet air froid qui se précipite, cela ne signifie pas que vous devez maintenir des températures de fusion de soudure pour résister à ces baisses de température. Dans de nombreux cas, la température sous vos casseroles a déjà chuté au moment où vous réalisez que vous devez ajouter plus de carburant -- donc le maintien de températures plus élevées avant ce point n'offre aucun avantage au moment où la porte coupe-feu est ouverte pour ajouter du carburant.
- Vous gaspillez de la chaleur à chaque minute que vos portes coupe-feu sont fermées si votre ébullition est au-dessus de la température minimale nécessaire pour maintenir une combustion efficace. Même si vous ajoutez du carburant toutes les 10 à 15 minutes, vos portes sont fermées plus qu'elles ne sont ouvertes. Mieux vaut maintenir votre température d'ébullition à un niveau modéré afin de ne pas gaspiller cette chaleur dans votre cheminée.

Voici quelques stratégies plus efficaces pour maintenir une chaleur continue que de surchauffer votre ébullition entre les intervalles de ravitaillement.

- Le maintien d'une profondeur plus faible dans vos casseroles vous permet de récupérer de la chaleur perdue plus rapidement car il y a moins de volume de sève à réchauffer.
- L'utilisation d'un mélange de bois dur et de bois tendre pour alimenter votre feu réduit le temps nécessaire pour récupérer la température de l'ébullition après le rechargement. Le bois résineux brûle plus rapidement et plus chaud que le bois dur et réchauffera l'ébullition plus rapidement pendant que la chaleur du bois dur plus durable s'est accumulée. Le bois dur brûle plus longtemps et sa chaleur remplacera la chaleur du bois tendre à mesure qu'il meurt, ce qui réduit la fréquence à laquelle vous devez faire le plein. Le mélange optimal variera probablement en

fonction de la dynamique de chaque évaporateur et mélange de bois mis à la disposition d'acériculteur.

- Dans notre cas, nous utilisons un mélange d'érable, de chêne, de bouleau, et de cèdre blanc et nous expérimentons toujours sur le mélange optimal de chacun.
- De nombreux acériculteurs au Québec utilisent un mélange de 30% de bois résineux et 70% de feuillus, c'est donc le point de départ de notre propre expérimentation ici à l'Ontario.
- La taille de votre bois de chauffage et la fréquence à laquelle vous le chargez sont également importantes pour maintenir un niveau de chaleur continu. Si votre bois de chauffage est trop gros, il faut plus de temps pour commencer à brûler. Bien que cela puisse sembler contre-intuitif, il est plus facile de maintenir un niveau de chaleur continu si vous chargez de plus petites quantités de bois plus souvent que si vous attendez que le feu s'éteigne avant d'ajouter plus de bois. Certains évaporateurs ont une jauge de température qui les aide à décider quand ajouter plus de carburant, cependant, nous avons constaté que vous pouvez également le déterminer en regardant l'intensité de l'ébullition dans votre panne à plis.
- Surcharger la chambre de combustion avec du bois est contre-productif car l'air est l'autre ingrédient actif nécessaire à une combustion efficace. Lors du chargement de la chambre de combustion, il est important de s'assurer qu'il reste suffisamment d'espace dans la chambre de combustion pour permettre l'alimentation en air frais pour alimenter le feu ainsi que la combustion secondaire des gaz de combustion.
- La gestion des cendres est également essentielle pour maintenir un niveau de chaleur continu. L'air devrait circuler facilement autour du bois de feu dans la chambre de combustion et l'accumulation de cendres peut entraver la circulation de l'air. La gestion des cendres est facilement accomplie en s'assurant que les cendres sont éliminées entre les furoncles et, selon votre chambre de combustion, en utilisant un collecteur d'air avec un ventilateur qui force l'air dans la chambre de combustion pour empêcher l'accumulation excessive de cendres pendant l'ébullition.
 - Une technique simple qui peut être utilisée dans les évaporateurs plus anciens et qui ne nécessite pas l'ajout d'un collecteur d'air consiste à pousser les charbons résiduels à l'arrière de la chambre de combustion lors de l'ajout de bois de chauffage et à laisser la porte en cendres légèrement ouverte pour augmenter le flux d'air dans la chambre de combustion. Cela aide à garder les grilles d'air à l'écart des cendres.
 - Dans les grandes opérations qui bouillissent sur de longues périodes, il est nécessaire d'arrêter l'ébullition pour nettoyer l'accumulation de cendres après chaque 24 à 30 heures d'ébullition (selon la composition de votre mélange de bois).
- Quelques techniques pour minimiser le temps d'ouverture des portes coupe-feu sont de pré-mettre en scène le bois que vous prévoyez de charger avant d'ouvrir la porte (de sorte que vous ne laissez la porte ouverte pendant que vous trottez vers le tas de bois pour obtenir plus de bois), et, si votre chambre de combustion a des portes doubles, l'ouverture et le rechargement d'un seul côté à la fois (en attendant que la chaleur s'accumule de nouveau d'un côté avant de charger le de l'autre côté).

Améliorer la gestion de la chaleur

La configuration de la fournaise et de la cheminée de votre évaporateur joue un rôle important dans l'utilisation efficace de la chaleur.

La première étape de la gestion de la chaleur est de s'assurer que le diamètre et la hauteur de votre cheminée sont compatibles avec l'évaporateur pour assurer qu'il y a un flux d'air adéquat, mais pas trop, hors de votre fournaise.

- La superficie de la cheminée (diamètre fois longueur) doit correspondre à la capacité en BTU de la chambre de combustion. Si la capacité de la cheminée est trop petite, la pression s'accumulera à l'intérieur de l'évaporateur, ce qui entraînera une expulsion plus rapide de l'air.
- La hauteur de la cheminée doit être d'au moins 30 po au-dessus du point le plus élevé sur le toit de la cabine. Ceci, avec l'utilisation d'un contrôle de tirage (« draft control » en anglais), permettra une plus grande traction d'air sans risque de back-draft. De nombreux évaporateurs perdent 15 % de leur efficacité (parce qu'il manque d'un contrôle du tirage) lorsque les gaz de combustion chauds sont littéralement aspirés hors de l'évaporateur.

Améliorer la rétention de chaleur à l'intérieur de votre évaporateur est extrêmement important:

- La première étape consiste à éliminer la perte de chaleur via le briquetage, l'isolation avec de la laine céramique et la prévention de toute fuite de chaleur entre votre fournaise et les pannes, ou entre les pannes.
 - Les évaporateurs plus anciens ont tendance à avoir une isolation insuffisante (ou pas) de la porte coupe-feu. S'il fait trop chaud pour vous de vous tenir devant votre porte coupe-feu, envisager d'isoler l'intérieur de celui-ci avec des briques de feu.
 - Les très petits producteurs qui n'ont pas encore leur évaporateur dans une cabane à sucre devraient envisager d'enfermer leur évaporateur pour le protéger de l'effet de refroidissement des vents. Bien que l'air frais soufflant sur le dessus d'un évaporateur accélère l'évaporation, l'air frais frappant les côtés de l'évaporateur dissipent une chaleur précieuse qui, autrement, serait consommée dans l'ébullition.
 - Dans tous les évaporateurs, il est nécessaire de s'assurer que la brique de feu tapisse les murs de fournaise, que la laine céramique tapisse la base de fournaise derrière la chambre de feu (moins coûteuse que de la briqueter) et que les casseroles reposent sur des coussinets isolants pour éviter la perte de chaleur entre les bords de l'arche et le bord des casseroles.
 - Dans les plus grands évaporateurs, l'application d'une peinture céramique (telle que HL-100) à l'intérieur de fournaise peut réduire les pertes de chaleur.
- Ensuite, vous devez réguler le flux d'air à travers le feu, le long de fournaise et jusqu'à votre cheminée. L'installation d'un clapet d'admission d'air sur votre cheminée est particulièrement importante car cela atténue l'effet de la pression du vent externe qui autrement aspirerait littéralement la chaleur de votre évaporateur par une journée venteuse. Vous pouvez également installer un amortisseur que vous pouvez tourner pour diminuer / augmenter la taille de l'ouverture entre votre arche où elle rencontre la cheminée.

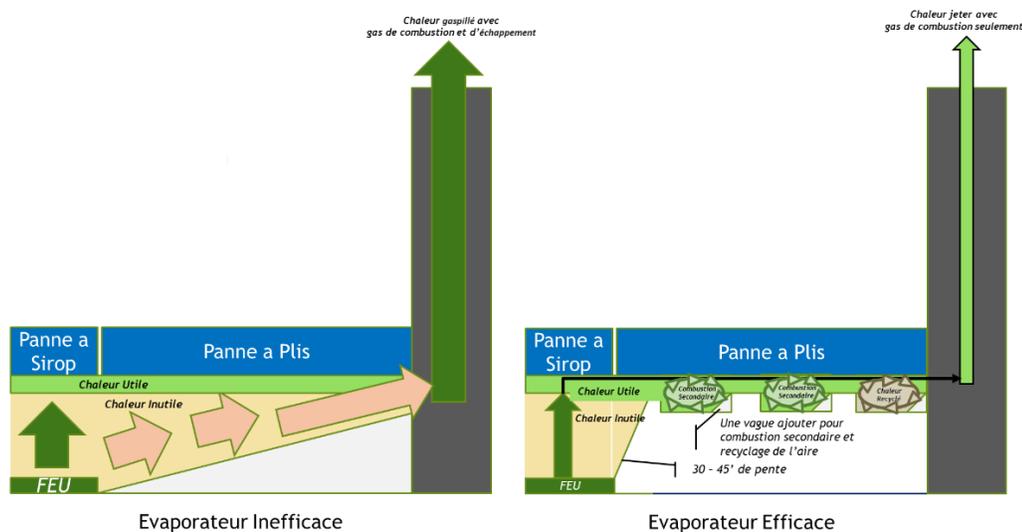
Pour comprendre à quel point tout cela fonctionne bien pour vous pendant que vous faites bouillir, nous vous recommandons d'installer un manomètre à pression d'air (Magnehelic / Dwyer manomètre

analogique) pour s'assurer que la pression de l'air n'est pas trop élevée (ce qui signifie que la chaleur s'écoule plus rapidement de votre évaporateur que vous ne le souhaitez aussi).

- Dans notre exploitation, nous utilisons un Magnehelic pour mesurer notre flux d'air dans l'évaporateur.
- En utilisant le Magnehelic, nous maintenons 0,05 pouces/H₂O de pression équivalente en eau pour assurer un approvisionnement en air adéquat pour permettre la combustion secondaire. Nous l'utilisons pour nous aider à décider quand garder la porte de cendres légèrement ouverte ou non, ou si vous utilisez un ventilateur d'air pour injecter de l'air dans votre chambre de combustion, à quelle vitesse faire fonctionner le ventilateur.

La façon dont l'air circule sous vos casseroles de la chambre de combustion à la cheminée est extrêmement importante. En utilisant des rampes et des ravines à l'intérieur de votre évaporateur, vous pouvez comprimer et élargir l'air au fur et à mesure qu'il circule, créant des vortex d'air circulant ainsi que des possibilités de combustion secondaire des gaz de combustion, pour vous assurer d'optimiser l'utilisation de l'air chaud sous vos casseroles avant qu'ils ne sortent par la cheminée.

- Ceci est illustré conceptuellement dans le diagramme suivant.
 - La zone verte illustre la quantité d'air chaud qui est transférée de manière productive dans le chauffage de la sève dans vos casseroles (illustrée en bleu). Étant donné que seul l'air en contact avec les casseroles peut conduire la chaleur, la zone verte s'étend à moins de 2 pouces sous les casseroles.
 - La zone Orange illustre la chaleur résiduelle à l'intérieur de l'évaporateur. Plus l'espace sous vos casseroles au-delà de quelques pouces est grand, plus la zone orange devient grande.
 - L'évaporateur plus efficace à droite réduit considérablement la quantité de chaleur perdue et crée des cycles de chaleur pour réutiliser la chaleur avant qu'elle ne soit émise par la cheminée.
- Au fur et à mesure que l'air chaud monte sur la rampe, il est comprimé, puis lorsqu'il atteint un ravin dans le chemin avant la cheminée, il se dilate à mesure qu'il s'y écoule, créant un vortex d'air circulaire (une vague) avant d'être comprimé à nouveau lorsqu'il sort vers la cheminée.
- Si suffisamment d'oxygène est présent (via le flux d'air chaud de la chambre de feu), le premier ravin agit également comme une chambre de combustion secondaire assurant une combustion supplémentaire des gaz de combustion. En pratique, il suffit de n'avoir qu'une seule de ces chambres pour la combustion secondaire, les ravins suivantes peuvent être moins profondes car elles ne servent qu'à faire recirculer l'air chaud par effet vortex. Étant donné que les gaz chauds se refroidissent lorsqu'ils se déplacent le long de la fournaise, vous ne voulez pas créer de dissipateurs de chaleur à l'intérieur de l'arc en utilisant des ravins profonds.
- Que vous utilisiez des pannes avec plis tombés ou surélevés, le principe au travail est de s'assurer que seule la chaleur utilisable se déplace le long de votre fournaise jusqu'à la cheminée.



Comment optimiser la configuration d'un évaporateur au bois a été bien documenté par des techniciens des collèges d'agriculture du Québec.

- Il existe une communauté francophone active, en ligne (« LesSucriers.com ») qui échange des conseils et des démonstrations sur la façon d'intégrer les améliorations de la gestion de la chaleur dans une large gamme d'évaporateurs.
- Les vidéos de Goudrelle sur Youtube sont riches en informations pour les francophones et il peut également être employé pour améliorer l'efficacité de votre évaporateur sur une base clé en main.
- M. Vincent Poisson, un ingénieur forestier, a également produit un manuel pour l'optimisation des évaporateurs à bois en décembre 2014 intitulé « L'évaporateur au bois » qui examine aussi cela en profondeur.
- Ces experts ont démontré qu'il est possible d'atteindre une efficacité de 70 à 80% à partir d'un évaporateur à bois et même d'améliorer l'efficacité des évaporateurs commerciaux modernes.

Vous pouvez calculer le niveau d'efficacité de votre évaporateur en calculant le ratio entre la quantité théorique de BTU nécessaire pour faire bouillir une quantité de sève et l'équivalent BTU réel de la quantité et du type de bois que vous avez utilisé pour le faire bouillir. Dans un évaporateur parfaitement efficace, tout le BTU libéré par la combustion du bois correspondrait précisément à la quantité de BTU nécessaire pour faire bouillir votre sève sans perte de chaleur. En pratique, il est difficile de dépasser 85% d'efficacité dans un évaporateur à bois.

- À titre de témoignage, nous étions à 13% d'efficacité avant moderniser notre évaporateur Waterloo vieux de plus de 20 ans. Nous perdions de la chaleur partout et maintenions des températures de feu de bois si élevées que nous avons décoloré le métal de notre cheminée.
- Après la mise en œuvre des rénovations, nous pouvons maintenant faire bouillir 2 000 L de sève par cordon de bois (c.a.d. corde de chauffage, ou corde faciale), ce qui équivaut à un peu plus de 80% d'efficacité pour le mélange de bois que nous employons.
- Par exemple, il faut 180 BTU/livre pour chauffer la sève de 32' F à 212' F et un autre 970 BTU pour l'évaporer une fois qu'il a atteint cette température. Cela équivaut à 2 531 BTU par L de sève froide. Vous pouvez consulter le BTU produit par différents types de bois sur plusieurs sites

Web (Ontario Woodlot Association, et USDA ont des tables pour diverses espèces, aussi le North America Maple Syrup Producer's Manual).

- Dans notre cas, le mélange de bois que nous avons utilisé cette année a fonctionné à 7,6 M BTU par cordon comme indiqué dans le tableau ci-dessous (notre bois a été séché à l'air pendant un an, de sorte que les valeurs de BTU sont légèrement inférieures à ce que nous aurions pu obtenir en séchant le bois plus longtemps):

		2 year Dry Deux ans Sec
Mix / Mixe	Species / Espèce	BTU / Cord
1%	Sugar Maple Erable à sucre	29,000,000
45%	Bur Oak Chêne a gros fruits	26,200,000
9%	Yellow Birch Bouleau jaune	26,200,000
15%	White Birch Bouleau à papier	23,400,000
30%	Eastern White Cedar Cedre blanc (Thuja occidental)	16,300,000
100%	Weighted Average Moyenne Pondérée	22,838,000
	Cord / M BTU Corde / M BTU	0.04
	M BTU / Face Cord M BTU / Cordon	7.61

- Cette année, on a brûlé 3/4 d'un cordon, c'est-à-dire utilisé 5,7 M BTU, pour faire bouillir 1 832 L contre les 2 255 L de sève que le même BTU pourrait bouillir dans un évaporateur parfait, ce qui implique $1\ 832 / 2\ 255 = 78\%$ d'efficacité.

Réduire le besoin de réchauffer

Il est évident que la réduction du nombre de fois que vous devez chauffer votre produit pendant que vous le traitez réduira vos émissions de chauffage. Alors, quelles sont les opportunités dans votre processus de le faire?

De nombreux acériculteurs ont déjà découvert que c'est moins de travail pour retirer leur sirop à une température supérieure à 219 ' F (104 ' C) et le mélanger jusqu'au niveau Brix souhaité pour la mise en bouteille, que d'avoir à réchauffer leur produit plus tard via une ébullition de finition. C'est également plus économe en chaleur car le sirop est déjà proche de température souhaitée lorsque vous retirez et vous n'avez pas besoin de générer de chaleur pour le ramener à cette température dans une étape de finition ultérieure. Nous utilisons cette approche dans notre exploitation en mélangeant de la sève filtrée, ou de l'eau distillée, lorsque nous réchauffons le sirop pour l'emballer à chaud dans des bouteilles.

Certains acériculteurs sont également en mesure d'embotteiller pendant leur processus de prélèvement immédiatement après avoir filtré leur sirop. Cela leur permet d'emballer à chaud leur sirop lorsqu'ils retirent, ce qui est une étape de moins nécessitant une réchauffe.

Dans notre opération, nous ne sommes pas en mesure d'embotteiller car nous tirons en raison de contraintes d'espace dans notre cabane à sucre. L'emballage à chaud nécessite donc une petite quantité de propane à consommer pour réchauffer notre produit dans une étape ultérieure.

Heureusement, les émissions directes du propane sont relativement faibles pour cette étape, mais il reste un domaine d'opportunité pour nous d'améliorer à l'avenir.

Si vous faites l'emballage à chaud dans une étape de réchauffage séparée et utilisez une chaudière double pour chauffer le sève, rappelez-vous que vous n'obtenez aucun avantage d'avoir le brûleur plus chaud sous la veste d'eau manivelle une fois que l'eau a commencé à bouillir. Aucune quantité de chaleur qui lui est appliquée ne le fera pas chauffer le sirop plus rapidement.

Exemple de calcul de la portée 1 pour le chauffage

L'évaporation dans notre exploitation cette année a nécessité 0,75 cordon de bois pour générer 5,3 M BTU tout en produisant des émissions de GES de 116,2 Kg CO₂ par M BTU, pour un total de 616 kg de CO₂.

La finition à l'aide de propane pour réchauffer le sirop nécessitait environ 10 L de propane produisant 1,52 kg de CO₂ par L pour un apport supplémentaire de 15,2 kg de CO₂.

Calcul et réduction des émissions de la portée 1 provenant des activités de soutien

Les émissions provenant d'activités indirectes varient d'un producteur à l'autre et peuvent provenir :

- Couper et fendre le bois utilisé dans votre évaporateur,
- Entailler des arbres,
- Transporter votre sève à la cabane à sucre,
- Nettoyage et lavage des seaux, réservoirs, évaporateurs, bouteilles, chalumeaux, etc.
- Transport et la vente de votre produit fini
- La publicité de votre produit

Dans notre exploitation, nous éliminons les émissions provenant de la coupe du bois en utilisant des scies à chaîne électriques, mais nous brûlons toujours de l'essence dans notre séparateur à bois et un VTT (ATV en anglais) utilisé pour soutenir le taraudage et la collecte de la sève. Nous avons atténué l'utilisation des VTT en concentrant nos activités de taraudage plus près de la cabane à sucre et nous avons l'intention de l'améliorer davantage en achetant un VTT électrique à mesure qu'ils deviendront plus facilement disponibles au cours des prochaines années.

Il s'avère que le volume total d'essence utilisé cette année dans notre exploitation était minime en raison de notre faible consommation de bois: environ 4 L de gaz dans notre séparateur à bois (qui a produit suffisamment de bois fendu pendant plusieurs saisons) et 6 L supplémentaires dans notre VTT en raison d'une saison de récolte de sève plus courte. À 2,3 kg de CO₂ / L d'essence, cela a contribué à 34,5 kg d'émissions de CO₂ supplémentaires.

Notre deuxième plus grande source d'émissions de GES ne provient pas du chauffage, ou du transport, mais du nettoyage et du lavage des seaux. Notre ferme utilise un chauffe-eau à la demande alimenté au propane, ce qui est efficace, mais le lavage utilise néanmoins beaucoup d'eau chaude. Comme la plupart des acériculteurs, nous lavons tous nos seaux / réservoirs / etc. au début et à la fin de la saison et au moins une fois en cours de la saison. Lorsque nous calculons la quantité de propane utilisée pour chauffer l'eau pour le lavage, il émet plus de deux fois plus de CO₂ que notre consommation d'essence.

Cela n'est pas surprenant, car il est courant qu'une fois que vous avez mis en œuvre des améliorations pour atténuer vos émissions primaires, inévitablement vos émissions provenant d'activités secondaires deviennent votre prochain défi majeur. L'objectif est d'apporter des améliorations successives chaque année pour continuer à atténuer vos plus grandes émissions en ordre de priorité, réduisant ainsi votre empreinte chaque année.

Dans le cas des émissions liées au lavage, nous explorons comment nous pouvons capter et condenser la vapeur de notre évaporateur pour stocker l'eau chaude qui peut être réutiliser pour certaines d'activités de lavage. Nous faisons également migrer notre utilisation de seaux vers des lignes alimentées par gravité afin de réduire la quantité totale d'équipement nécessitant un lavage.

Nous sommes un petit producteur, avec la plupart de nos ventes à la ferme, de sorte que nous avons un minimum d'émissions indirectes du transport de notre produit au point de vente. Nous avons un distributeur en ville qui vend également notre produit, et nous atténuons les émissions nécessaires pour transporter notre produit vers eux en ferrant d'autres courses que nous aurions autrement à conduire à. Cela nous permet de répartir le coût de nos émissions de transport déjà modérées. Nous prévoyons d'acheter une camionnette électrique à mesure qu'elle deviendra disponible sur le marché.

Vous pouvez utiliser le volume de carburant consommé lors de ces voyages pour calculer vos émissions de CO₂ pour amener vos marchandises sur le marché. Si vous suivez vos trajets de toute façon à des fins de dépenses fiscales, un moyen rapide de le faire est de multiplier votre distance totale sur ces voyages par le facteur d'économie de carburant de votre véhicule (c'est-à-dire L / 100 km) pour vous fournir le total des litres d'essence ou de diesel consommés. En multipliant ce nombre par 2,3 kg de CO₂/L (pour l'essence à indice d'octane régulier), vous révélez vos émissions de carbone provenant de ce volume de carburant.

Les coûts publicitaires et ses émissions indirectes varient considérablement d'une exploitation à l'autre, mais ont tendance à être minimales. Nous atténuons cela dans nos opérations en utilisant uniquement de la publicité numérique et un seul panneau de ferme réutilisable. Il s'agit donc en fait d'émissions de portée 3 pour notre cas. Cependant, si vous utilisez des dépliants imprimés, des brochures, etc., vous devrez déterminer les émissions directes (qui sont susceptibles d'être principalement dans le transport de fournitures de papier et de publicité vers / depuis votre bureau), en gardant à l'esprit que les émissions utilisées par vos fournisseurs pour fabriquer le papier et l'encre sont également des émissions de portée 3.

Portée 2 Émissions de carbone provenant de la consommation de l'électricité

Selon le Protocole GES, la norme internationale de déclaration des émissions, votre utilisation directe de l'électricité doit être comptée comme une source d'émissions indirectes. Les producteurs de sirop d'érable dans des provinces comme le Québec, où la quasi-totalité de l'électricité provient de sources d'énergie renouvelables non émettrices de GES, ont un avantage évident.

Heureusement, l'Ontario a pris des mesures importantes au cours des dernières années pour réduire les émissions de GES créées pendant la production d'électricité. Selon la Régie de l'énergie du Canada (les dernières données disponibles datent de 2017), l'intensité moyenne des GES en Ontario était de 40 g de CO₂ par kWh. Cela se compare défavorablement à 1,2 g/kWh au Québec et à 3,4 g/kWh au Manitoba,

mais beaucoup mieux que 280 g/kWh au Nouveau-Brunswick. Notez les unités: ce sont des grammes, pas des kilogrammes.

Si vous êtes un petit producteur, il peut être simple de additionner les activités qui utilisent de l'électricité et d'utiliser une estimation de l'utilisation directe pour calculer la consommation totale de kWh. Dans notre cas, par exemple, nous utilisons actuellement une puissance minimale pour recharger les batteries de nos scies à chaîne électriques et de notre perceuse de taraudage ainsi que pour fournir de la lumière dans la cabane à sucre pendant l'ébullition. Nous utilisons également un four électrique pour préchauffer nos bouteilles avant d'emballer à chaud notre sirop.

Par exemple, si la plaque signalétique de votre chargeur de batterie électrique indique qu'il utilise 1,2 ampère, la multiplication par la tension d'entrée du chargeur vous donnera l'équivalent en Watts. En multipliant ces Watts par le(s) temps de charge, on estimera les Watt heures (Wh) consommées. Par exemple, recharger une batterie de 80 V à 1,5 ampère pendant une heure sur un circuit de 120 V AC consomme $120 \times 1,5 / 1000 = 0,18$ kWh, ce qui en Ontario émet indirectement $0,18 \times 0,04 = 0,007$ kg de CO₂ – assez minime. Allumer votre cabane à sucre pendant 40 heures avec deux ampoules LED de 5W consomme 0.4 kWh et émet 0,016 kg de CO₂ – encore une fois minime.

Si vous êtes un grand producteur, en utilisant une variété de pompes et d'autres appareils électriques, vous avez peut-être déjà un compteur séparé qui suit la consommation électrique de votre exploitation de sirop d'érable.

Si aucune de ces approches ne correspond à votre situation, la façon la plus simple de calculer vos émissions de portée 2 est d'utiliser le kWh total de votre facture d'électricité dans les mois où vous avez produit du sirop d'érable et de soustraire votre utilisation électrique personnelle moyenne calculée dans les mois où vous ne produisez pas de sirop. Cela fournira une estimation complète, bien que légèrement inexacte, car elle attrapera évidemment tout ce que vous pourriez manquer si vous essayiez de tout détailler.

Si vos émissions portée 2 sont élevées, une façon de les atténuer est de générer une partie de votre propre énergie à partir de sources renouvelables telles que l'énergie solaire ou éolienne, ou à partir de piles à hydrogène. L'électricité qui vient d'une source solaire est gratuite et n'émet pas de carbone en génération. Dans notre cas, à mesure que nous introduisons plus d'outils électriques, nous pourrions explorer l'utilisation d'un panneau solaire pour charger une banque de batteries (comme un mur Tesla) à partir de laquelle nous pourrions recharger des scies électriques, des VTT, etc.

Vous devez également tenir compte des émissions de carbone du cycle de vie de votre consommation de carburant. Cependant, les facteurs de cycle de vie appropriés sont intégrés au calculateur de GES sur notre site Web, de sorte que tout ce que vous avez à faire est d'identifier la quantité totale d'autres combustibles fossiles consommés.

Considérations relatives à la portée 3

Pour des raisons pratiques, il est actuellement impossible de calculer les émissions de portée 3, jusqu'à ce qu'elles soient divulguées par vos fournisseurs. Selon le Protocole GES, leurs émissions constituent votre « exposition au risque de GES ». Même si nous ne pouvons pas encore les calculer, nous pouvons identifier et classer le risque d'eux (il y a un onglet dans le calculateur de GES disponible sur notre site Web pour cela) et ensuite atténuer cette exposition au risque.

Une analyse de risque provenant des activités de la portée 3 est fait par identifier tous les matériels et activités des autres qui sont liée à votre exploitation et les ratez par leur fréquence chaque année et la probabilité qu'ils peut avoir des hautes émissions. Par exemple (voir aussi le table ci-dessus) :

- Votre inventaire existant d'équipement (évaporateur, pompes, etc.) est un coût irrécupérable du point de vue des émissions. Toutes les émissions de portée 3 qui leur sont associées lorsqu'elles ont été fabriquées ont été rejetées dans le passé et il n'y a rien qui puisse être fait à ce sujet. Dans la mesure où vous pouvez continuer à les réparer, à les réutiliser et à éviter de les remplacer, ils ne contribuent pas beaucoup à votre empreinte portée 3 actuelle. Quand vous les remplacer, vous pouvez amortisse les émissions associées avec leur fabrication à travers leur cycle de vie. A cause de ça, le risque des émissions indirect par année est bas.
- Si vous vendez votre sirop d'érable en gros au baril en tant que produit partiellement fini, vous devez également compter les émissions portée 3 de l'ébullition finale et de l'embouteillage effectués à l'étape de finition (par exemple, par l'agence de vente des Producteurs et productrices acéricole du Québec). Le risque dans ce cas est haut parce que c'est une activité qui se mène chaque année et le finissage est certaine d'avoir des hautes émissions.
- L'emballage utilisé dans votre produit est susceptible d'être la plus grande source d'émissions de portée 3 puisqu'il s'agit d'articles à usage unique, annuels, récurrents et les plus importants de votre exploitation. A cause de ça, le risque des émissions indirect par année est haut.
 - Finalement, les vendeurs de bouteilles devront divulguer l'empreinte carbone exacte de chaque bouteille, mais jusqu'à ce que cela se produise, nous pouvons l'estimer sur la base de diverses études.
 - Selon une étude réalisée en 2010 par le US Glass Packaging Institute, les émissions moyennes de CO₂ à l'échelle de l'industrie sont de 1,25 Kg de CO₂ par kg de verre fabriqué. Étant donné qu'une bouteille typique de 500 ml utilisée pour le sirop d'érable pèse 0,415 kg, cela impliquerait une empreinte carbone d'un peu moins de 1 kg de CO₂ par litre de sirop d'érable emballé.
 - Nous atténuons la pollution secondaire du plastique en n'utilisant pas de bouteilles ou de canettes en plastique à usage unique, et nous offrons à nos clients un remboursement s'ils nous retournent des bouteilles en verre. Nous acceptons toute bouteille qui a déjà été utilisée pour le sirop d'érable par tout autre producteur (en bon état) car elle peut être facilement désinfectée (plus de lavage!). Bien que nous ne puissions pas vendre de sirop dans ces bouteilles, nous pouvons les réutiliser pour des cadeaux de sirop à des amis et à la famille.
 - Les bouchons de bouteilles ne sont jamais réutilisés pour des raisons sanitaires, mais sont heureusement relativement petits et ne sont pas susceptibles d'être une grande source d'émissions de portée 3 en raison de leur petite taille et de leur poids.
 - Le calculateur de GES disponible sur notre site Web peut vous aider à estimer les émissions de portée 3 provenant de l'emballage couramment utilisé pour le sirop d'érable.
- Les tubulures sont réutilisables d'une année à l'autre, de sorte que toutes les émissions de portée 3 provenant de l'achat de lignes neuves ou de remplacement peuvent être amorties sur le nombre d'années d'utilisation que vous prévoyez d'obtenir d'elles.
- Les seaux / couvercles sont également réutilisables d'année en année selon les lignes.

- Les chalumeaux varient selon qu'ils sont réutilisés ou non, mais sont heureusement petits et, par conséquent, leur fabrication n'est pas susceptible d'être une grande source d'émissions de portée 3, même lorsqu'ils sont consommés en vrac.
- Les étiquettes et la publicité imprimée peuvent avoir un impact plus élevé, en fonction de la façon dont elles vous sont livrées, et de la quantité que vous commandez à la fois. Commander un grand lot à la fois atténuera les émissions du transport en vous les livrant plus efficacement.
- La publicité numérique est susceptible d'avoir des émissions de portée 3 extrêmement faibles puisque la plupart des principaux sites web de publicité (Facebook, Google, etc.) compensent déjà entièrement les émissions de leurs centres de données.
- Si vous transportez votre sirop en volume à plusieurs d'entrepôts de vente, vos émissions de portée 3 provenant de la transportation seraient élevées. Et si vous les transportez à grande distance, ces émissions peuvent être plus grandes que vos émissions d'emballage.

Scope 3 Carbon Emission Risk Analysis / Analyse de Risque d'Émissions de Portée 3			
	Quantity Per Yr / Quantité Par An	Emission Risk / Risque d'Émissions	Assessed Risk Rating / Risque Évalué
Upstream Activities / Activités en Amont			
Equipment Purchased (each yr) / Équipement Acheté (chaque année)			
Taps / Chalumeaux	High / Haute	Low / Bas	Medium / Moyen
Lines / Tubulures	Low / Bas	Low / Bas	Low / Bas
Buckets / Seaux	Low / Bas	Low / Bas	Low / Bas
Covers / Couvercles	Low / Bas	Low / Bas	Low / Bas
Tanks / Réservoirs	Low / Bas	Low / Bas	Low / Bas
Filters / Filtres	Low / Bas	Low / Bas	Low / Bas
Extractors, RO / Séparateurs, OI	Low / Bas	Low / Bas	Low / Bas
Cleaning Chemicals / Produits de Nettoyage	Medium / Moyen	Medium / Moyen	Medium / Moyen
Boiling Accessories / Utiles d'emballage	N/A	Medium / Moyen	N/A
	N/A	N/A	N/A
	N/A	N/A	N/A
Packaging Used / Emballage Utilisée			
Bottles / Bouteilles	High / Haute	High / Haute	High / Haute
Labels / Étiquettes	High / Haute	Low / Bas	Medium / Moyen
Candy & Cream Containers / Boîtes pour Bonbons	N/A	Low / Bas	N/A
Caps / Bouchons	High / Haute	Low / Bas	Medium / Moyen
Barrels / Barils	N/A	Low / Bas	N/A
	N/A	N/A	N/A
Downstream Activities / Activités en Aval			
Transportation			
Supplies / Provisions	Low / Bas	High / Haute	Medium / Moyen
Shipping of Finished Products / Expédition des produits	Medium / Moyen	High / Haute	High / Haute
Employee Commuting / Voyages quotidiens des employés	N/A	High / Haute	N/A
Business-related Travel / Voyages d'Affaires	N/A	High / Haute	N/A
	N/A	N/A	N/A
	N/A	N/A	N/A
Waste Generated / Déchets			
During Operations / Pendant Exploitation	N/A	Medium / Moyen	N/A
End-of-Life Equipment Disposal / Au fin de vie d'équipements	N/A	Medium / Moyen	N/A
	N/A	N/A	N/A

Au fur et à mesure que de plus en plus d'entreprises mettent en œuvre leurs propres objectifs de consommation nette nulle, elles atténuent et, en fin de compte, éliminent le risque d'augmentation de votre empreinte portée 3. Préférer favoriser les fournisseurs qui ont un objectif net nul publié est quelque chose que vous pouvez faire pour encourager leur transition ainsi que pour réduire vos émissions héritées de portée 3.

L'établissement de politiques de retour des bouteilles en verre aiderait grandement à atténuer les émissions de portée 3 pour les producteurs de sirop d'érable. En Ontario, la réglementation exige l'utilisation de nouvelles bouteilles uniquement lors de la vente de sirop d'érable, mais la fédération des producteurs acéricole d'Ontario pourrait jouer un rôle actif en changeant les règles pour permettre la

vente dans des bouteilles en verre réutilisaient ainsi qu'en favorisant l'utilisation accrue de verre recyclé.

- De plus, si je peux reprendre vos bouteilles et que vous pouvez reprendre les miennes, nous réduisons tous les deux nos coûts d'achat de nouvelles bouteilles. Même si nous acceptons tous de ne pas facturer de consigne lors de la vente de la bouteille et de payer au consommateur 25 sous la bouteille pour un retour à vide, c'est toujours moins cher que d'en acheter de nouveaux à environ 1 \$ par bouteille (une réduction de 6% du coût des marchandises vendues sur une bouteille de 500 ml vendue pour 12 \$).
- L'établissement de dépôts régionaux pour échanger des bouteilles propres et usagées de différents styles est autre chose que la fédération pourrait organiser, ou (en Ontario bien travailler avec le Beer Store) pour reprendre et redistribuer les bouteilles usagées aux membres qui choisissent de participer.

Étant donné que la meilleure alternative à faire pour réutiliser une bouteille est de la recycler, plus pourrait également être fait pour s'assurer que toutes les bouteilles utilisées pour les boissons sont recyclées:

- Le verre utilisé pour les récipients alimentaires et de boissons est 100% recyclable et, selon la Fédération européenne du verre des conteneurs, chaque augmentation de 10% du contenu recyclé réduit les émissions de CO₂ de 5% lors de la fabrication des bouteilles (en raison de moins de chaleur nécessaire pour faire fondre le chaume recyclé). Pourtant, selon une étude de 2019 en Ontario, moins de 30% du verre est dirigé pour recyclage par les programmes de boîtes bleues existants (comparativement à plus de 60 % au Québec et à plus de 90 % pour les bouteilles d'alcool en Ontario).
- Il n'y a aucune raison pour que le sirop d'érable et d'autres bouteilles de boissons ne puissent pas être facilement récupérés et recyclés comme nous le faisons pour l'alcool en Ontario en augmentant simplement la gamme de bouteilles qui peuvent être retournées par les consommateurs via le Beer Store. Le nouveau régime de responsabilité des producteurs en Ontario pourrait également introduire d'autres possibilités pour nous réduire tous nos émissions de portée 3 provenant de l'emballage.

Résumé

En résumé, les arbres matures de votre érablière établissent votre budget total d'émissions de carbone qui sont décrémentés par vos émissions de portée 1 et 2.

- La quantité de sève à faire bouillir déterminera dans quelle mesure vous devrez faire attention à la gestion de la chaleur et à l'efficacité de la combustion dans votre évaporateur. Cela génère 90% de vos émissions. Si vous utilisez l'osmose inverse, vous pouvez être moins efficace dans la gestion de la chaleur tout en étant neutre en carbone (cependant, vous avez toujours la possibilité de réduire les coûts du carburant et le temps d'ébullition grâce à une plus grande efficacité).
- Si votre budget carbone est toujours positif après avoir soustrait vos émissions de portée 1 et 2, nous proposons que votre exploitation puisse être qualifiée de « respectueuse du climat » puisque vos émissions directes sont compensées par la séquestration du CO₂. Bien joué !!

- Si votre budget est toujours positif après avoir également soustrait une allocation raisonnable pour les émissions de portée 3, votre opération est officiellement « nette nul » conformément au protocole international sur les GES. Félicitations!!

Notre exploitation est la preuve qu'il est possible pour les producteurs acéricoles d'atteindre zéro émission nette de GES. L'obtention de ce statut en tant qu'industrie est une opportunité de marque potentielle qui pourrait être aussi importante qu'une marque « biologique » que de plus en plus de consommateurs sont de plus en plus conscients du climat.

Les grands producteurs pourraient être découragés à la perspective de devenir neutres en carbone en raison de leur échelle, mais ils ont plusieurs avantages que les producteurs de plus petite taille n'ont pas:

- Premièrement, c'est plus économique pour les grands producteurs d'utiliser l'osmose inversée pour réduire la quantité de sève à chauffer. Cela rend effectivement leur empreinte carbone 75 - 83%, ou plus, plus petite que s'ils n'utilisaient pas OI.
- Deuxièmement, les plus gros évaporateurs sont plus susceptibles d'être chauffés avec du propane au lieu du bois qui émet moins de CO₂ par BTU généré. Les évaporateurs au propane sont également plus susceptibles d'être plus efficaces que les évaporateurs à bois plus anciens, de sorte que moins d'amélioration de la gestion de la chaleur peut être nécessaire.
- Enfin, leurs érablières ont 10 fois la taille d'un plus petit producteur, ce qui leur fournit un budget carbone 10 fois plus grands, et donc plus de « marge de manœuvre » par rapport à un plus petit producteur pour répondre à une allocation raisonnable pour les émissions de portée 3.

Même si vous ne réussissez pas immédiatement à atteindre nette nul, et que vous devez atteindre cet objectif par étapes, tout le monde y gagne si nous réduisons tous notre empreinte carbone grâce à des améliorations successives chaque année.