

La Production de sirop d'érable Neutre en carbone a petite échelle

PAUL RENAUD

THE LANIGAN GROUP

www.spiritintheforest.ca

Pure Maple Syrup

Carbon-Negative Emissions



ESPRIT DANS LA FORÊT

Émissions de Carbone Négatif

Sirop d'Erable Pur

www.espritudanslaforet.ca



Contexte 1 sur 2 : Nos recherches sur le changement climatique et l'impact sur le secteur des produits acéricoles

- La groupe de travail sur le changement climatique de l'Association Acéricole d'Ontario a examiner toutes les recherches disponibles sur l'impact des changements climatiques sur le sirop d'érable publiées au Canada et aux États-Unis
- Comme la science évolue toujours, nous avons pris soin de n'inclure que les résultats sur lesquels tous les chercheurs se sont en accords



Contexte 2 sur 2 : Nos recherches sur le changement climatique et l'impact sur le secteur des produits acéricoles

- En excluant la « recherche en cours », nous avons exclu les constatations qui pourraient éventuellement être validées à l'avenir par d'autres chercheurs
- Cependant, nous avons également éliminé toute spéculation ou théorie qui pourrait ne pas être validée en raison de différences régionales ou méthodologiques
- Nos constatations peuvent être considérées comme des renseignements de base sur lesquels les décisions peuvent être prises en toute confiance, car nous avons fait ce travail pour appuyer le processus de planification stratégique de l'Ontario.

L'impact évident : Période et durée de la temps des sucres



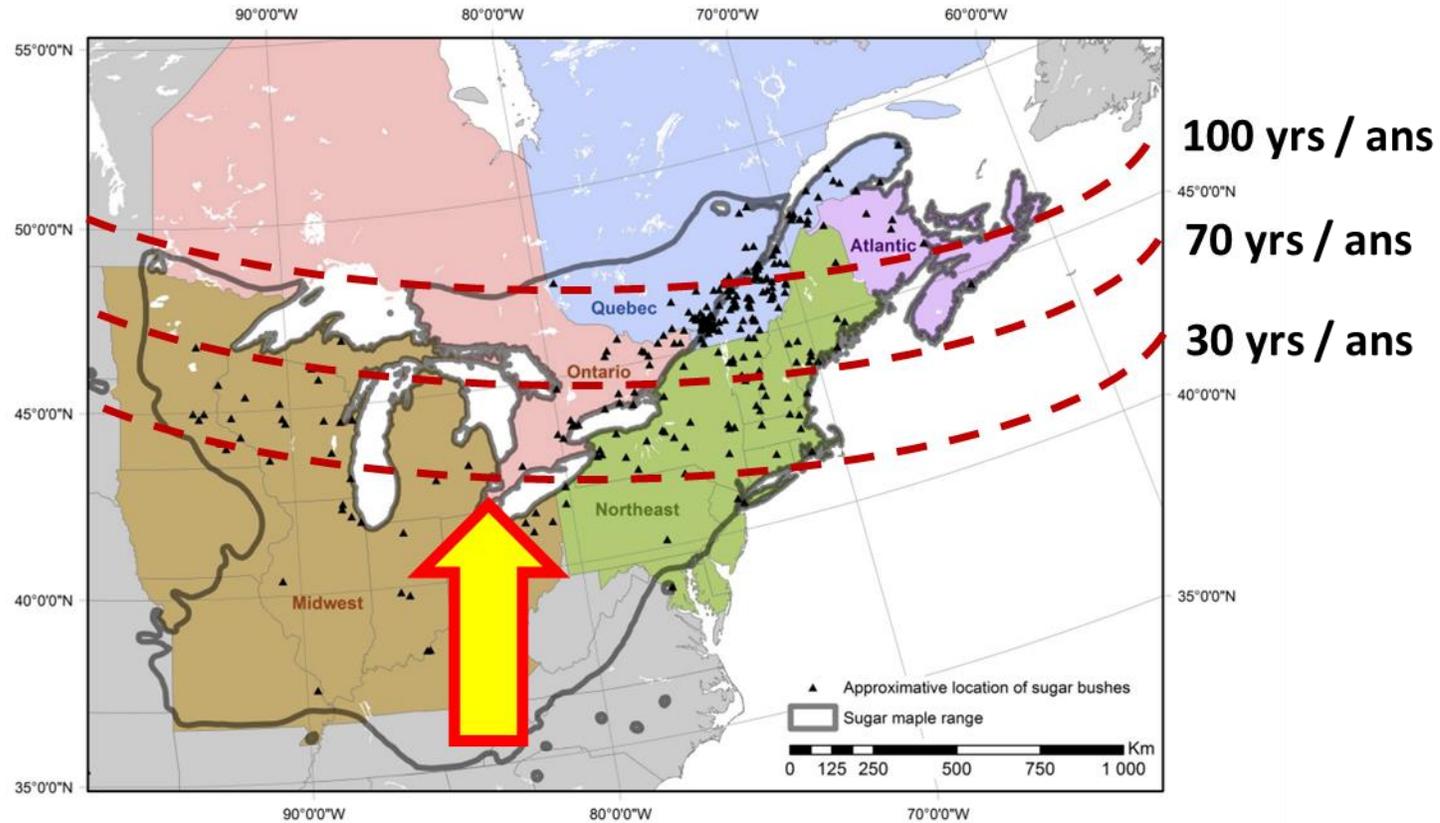
1. Les écoulements printaniers de sève se produisent plus tôt chaque année et de façon plus imprévisible
 - Les écoulements de sève d'automne sont plus tardifs et en futur peuvent fusionner avec les écoulements de printemps
2. L'imprévisibilité augmente le risque de la saison commence avant que nous sommes fini d'entailler
 - La plupart des grands producteurs entaillaient pendant l'hiver pour éviter de manquer le début de la saison
3. Le moment de la fin de saison est plus affecté que le moment du début
 - La sève avec une flaveur mauvaise apparaîtra plus tôt et de façon plus en plus imprévisible
4. Les saisons d'entailage changeantes et imprévisibles ont des répercussions sur la disponibilité de la main-d'œuvre



Les impacts caché – La productivité va continuer de baser lentamente

- Des saisons de croissance plus chaudes et plus longues peuvent potentiellement favoriser la croissance des arbres si ne sont pas trop chaude
- L'augmentation de la fréquence et de la gravité de la sécheresse peut causer une mortalité généralisée des semis et nuire la croissance des racines
- Possibilité de fréquence plus élevée d'éclosions de ravageurs indigènes et d'invasion de ravageurs exotiques
- Des gelées printanières plus fréquentes coïncident avec la période de bris de bourgeons vulnérable, causant la dépérissement des feuilles et retardant le développement du couvert forestier
- Réduction de l'accumulation de neige en hiver et augmentation des précipitations hivernales sous forme de pluie, ce qui entraîne des dommages aux racines

Si nous n'atténuons pas les changements climatiques



La zone viable pour l'érable à sucre change

LA RÉGION VIABLE POUR L'ÉRABLE À SUCRE SE DÉPLACE VERS LE NORD AU RYTHME DE 25 KM/AN



Les impacts imminent :

Tempêtes de vent et de verglas

- La gravité et la fréquence des tempêtes de vent augmentent déjà
- Les tempêtes de verglas sont plus fréquentes au début et à la fin de l'hiver
- La perte d'un érable entaillé entraîne > 40 ans de production perdue
- En 2022:
 - La plupart des producteurs de la Nouvelle-Écosse ont perdu toute leur saison lorsqu'une tempête de verglas les a frappés au début de leur saison, endommageant les arbres et les infrastructures.
 - 3 à 5 % des érables en production ont été perdus en Ontario en raison de la tempête de vent derecho en mai
 - De nombreux producteurs ont également subi d'importants dommages aux infrastructures des pipelines, des pompes, etc.
- Si 3 % des arbres sont perdus chaque année, la tradition n'existera plus après 20 ans.

Quoi faire – 1 : Réduire le risque dans l'érablière

1. Encourage au moins 20 % de biodiversité dans l'érablière
 - ✓ Ralentit les espèces et les maladies envahissantes
 - ✓ Les conifères servent de brise-vent pour protéger les érables du vent
2. Changer les pratiques d'éclaircissage
 - ✓ Cultiver les arbres de remplacement
 - ✓ Laisser les couronnes se soutenir pendant les tempêtes de vent
3. Chercher des occasions d'améliorer la productivité afin de tirer le même revenu de moins d'arbres
4. Planter l'érable rouge pour remplacer l'érable à sucre perdu parce qu'ils sont plus tolérant au réchauffement climatique

Quoi faire – 2 : Maximiser la séquestration et réduire les émissions dans la gestion de votre érablière

1. Maximiser la séquestration du CO₂ par photosynthèse dans vos arbres existants
 - ✓ Un arbre assez grand pour être exploité (> 10" diamètre) a déjà séquestré une tonne métrique de carbone pour atteindre cette taille et séquestre environ 32 kg de CO₂ chaque année
 - ✓ Tous les arbres de cette taille séquestrent aussi autant de carbone (une certaine variation selon les espèces)
 - ✓ Ainsi, récoltez seulement les arbres morts, malades ou tombés
 - ✓ Permettre à tous les arbres sains de continuer à séquestrer le carbone – toutes les espèces
2. Réduire l'utilisation de combustibles fossiles dans les tronçonneuses, les VUTT et les génératrices
 - ✓ De nombreuses tronçonneuses électriques ont la même vitesse de chaîne que les scies Husqvarna ou Stihl
 - ✓ Et utiliser des batteries qui durent aussi longtemps qu'un réservoir d'essence
 - ✓ Des génératrices mobiles à piles sont de plus en plus disponibles si vous avez besoin d'électricité dans votre cabane à sucre
 - ✓ Skidoos électriques, VTT / UTVs sont de plus en plus disponibles

Quoi faire – 3 : Réduire la quantité de sève à faire bouillir

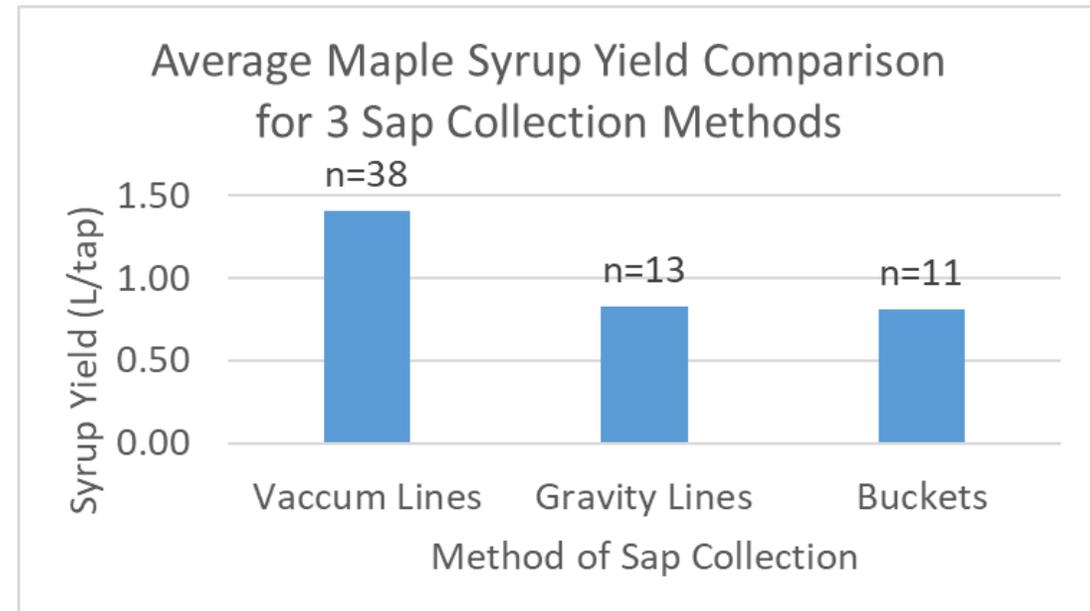
1. Si vous avez < 50 entailles:
 - ✓ Jetez la glace qui pourrait se former dans vos seaux au lieu de la faire bouillir
 - ✓ La glace est presque à 100% d'eau, pratiquement sans sucre
 - ✓ Jeter de la glace peut augmenter le niveau de Brix (c.-à-d. pourcentage de sucre) dans votre sève de < 2 à plus de 3 Brix
 - ✓ Cela réduit la quantité de sève à faire bouillir de 33%, vous faire économiser du temps ainsi que du carburant
- ✓ Si vous avez > 50 entailles :
 - ✓ Envisagez d'acheter une mini-machine à osmose inverse (OI) pour augmenter le sucre dans votre sève à > 6 Brix
 - ✓ Cela réduit la quantité de sève à faire bouillir de 50 % si le concentré de sortie produit par l'OI est de 6 Brix (la concentration à 8 Brix réduit la sève de 75 %)
 - ✓ Les Mini-OI sont disponibles chez les détaillants de sirop d'érable pour environ 1 000 \$
 - ✓ Le mini-OI utilise un faible ampérage et peut être alimenté par une batterie et un onduleur si votre cabane à sucre n'a pas d'électricité



Quoi faire 4 – devenir plus efficaces

- ✓ Si vous utilisez des seaux pour recueillir votre sève, envisagez d'utiliser plutôt des lignes de gravité
- ✓ Les données de terrain des producteurs de sirop d'érable de l'Ontario en 2023 montrent que les lignes de gravité ont un rendement légèrement supérieur à celui des seaux.
 - ✓ Environ 0,8 L de sirop produit par entaille par rapport à 0,7 L de sirop par entaille pour celles avec seau

(la quantité varie en fonction d' hauteur que la ligne de gravité chute du début à la fin)
 - ✓ Les grands producteurs utilisant des lignes de vide atteignent 1,4 L / entaille
- ✓ L'utilisation de lignes de gravité améliore considérablement la qualité de la sève et réduit le risque de contamination par l'eau de pluie, les écureuils, les souris, etc.
 - ✓ Réduit le risque de jeter la sève avariée
- ✓ L'utilisation de lignes de gravité réduit le temps nécessaire pour recueillir la sève puisque vous ne collectez qu'à la fin de la ligne au lieu de chaque seau le long de celle-ci.
 - ✓ 10 entailles par ligne signifient 1/10 de l'effort pour recueillir la sève!



Quoi faire – 5(a) : Moyens de réduire les émissions de propane

1. Switch from propane to an induction-electric burner that is more efficient
 - ✓ Outside propane burners are rarely enclosed due to risk of carbon monoxide poisoning and lose a lot of heat and consume more fuel than necessary due to wind
 - ✓ Inside gas stoves emit CO₂ when propane is burned
 - ✓ An electric induction burner avoids these problems at a cost of \$50 - \$150 and can be faster than using propane if you are boiling outside
 - ✓ All you need is an induction-compatible pot and an electric outlet
 - ✓ If a magnet sticks to the bottom of the pot, it is compatible for induction
2. If you don't have electricity in your sugarshack, you can power the induction burner with a deep cycle battery and inverter.
 - ✓ Consider recharging your battery with a solar panel in-between boils.
3. At minimum, if you decide to use propane to boil outside, at least protect the flame from wind via a half-wall, or other suitable partial enclosure.
 - ✓ This will significantly reduce your propane consumption & emissions as well as speeding up your boil



Quoi faire – 5(b) : Moyens de réduire les émissions des feux de bois

1. Utiliser du bois à haut rendement thermique :
 - ✓ Le chauffage au bois humide produit de la vapeur qui ne devient jamais plus chaude que 212' F
 - ✓ Ce n'est pas assez chaud pour faire bouillir votre sève et occupe un espace précieux sous vos casseroles qui pourrait être plus chaud. Moins de bois humide, plus d'espace pour les gaz d'échappement plus chauds
 - ✓ Séchez votre bois pendant 2 ans, cela réduira le montant dont vous avez besoin de 15 – 20%
 - ✓ Même le séchage du bois pendant une année complète entraîne une réduction de 10 % du bois nécessaire
 - ✓ Le bois dur sec est 20 % plus efficace que le bois tendre sec
2. Si vous faites bouillir une flamme de bois, passez au propane, car il est plus efficace, ou passez à un petit évaporateur avec une cheminée qui contiendra mieux la chaleur
 - ✓ Vous bouillirez beaucoup plus vite
3. Améliorer la gestion de la chaleur dans votre évaporateur – garder la chaleur dans l'évaporateur et NON dans la cheminée
 - ✓ Installer un "draft control" sur la cheminée pour réduire la vitesse de l'air sortant de votre évaporateur 30 - 50%
 - ✓ Installez un clapet à la base de votre cheminée pour réduire le volume d'air qui monte
 - ✓ Installez un thermomètre pour mesurer la chaleur qui s'échappe de votre cheminée.
 - ✓ La température de la cheminée doit être inférieure à 500 pi F dans un petit évaporateur (moins de 2 x 6)



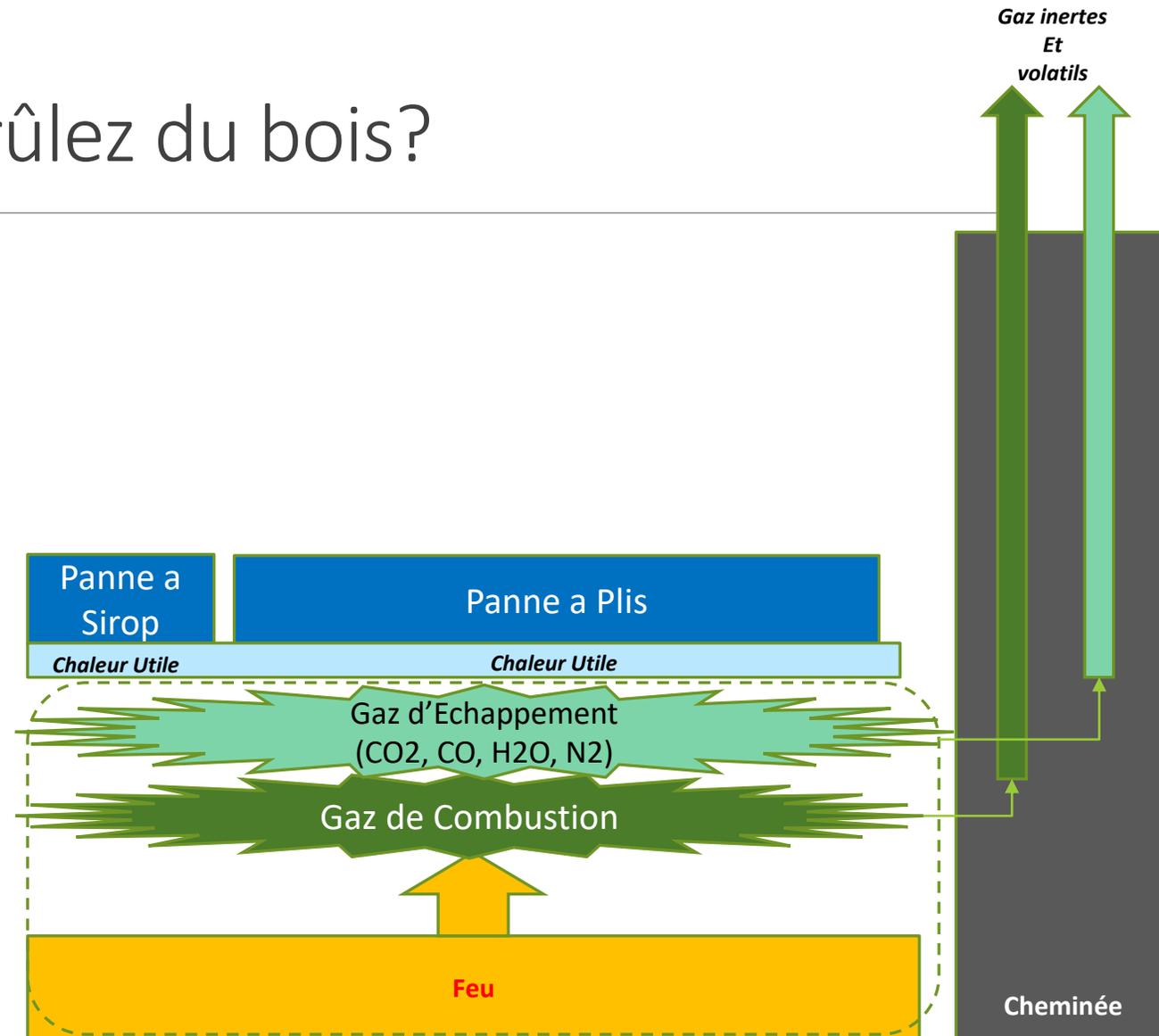
Que passe quands vous brûlez du bois?

1. Combustion **primaire** du bois degages 550 – 700' F (selon la façon dont le bois est sec)

- Le feu dégage :
 - gaz inertes (CO, CO₂, N₂O) ainsi,
 - gaz de combustion volatils qui peuvent être brûlés encore
- Gaz d'échappement dans la cheminée
- Les gaz de cheminée s'échapperont aussi de votre cheminée s'ils ne sont pas brûlés
 - Ne peut pas être brûlé à moins d'être enfermé par l'arche ou la cheminée
 - Dangereux s'ils brûlent dans ta cheminée

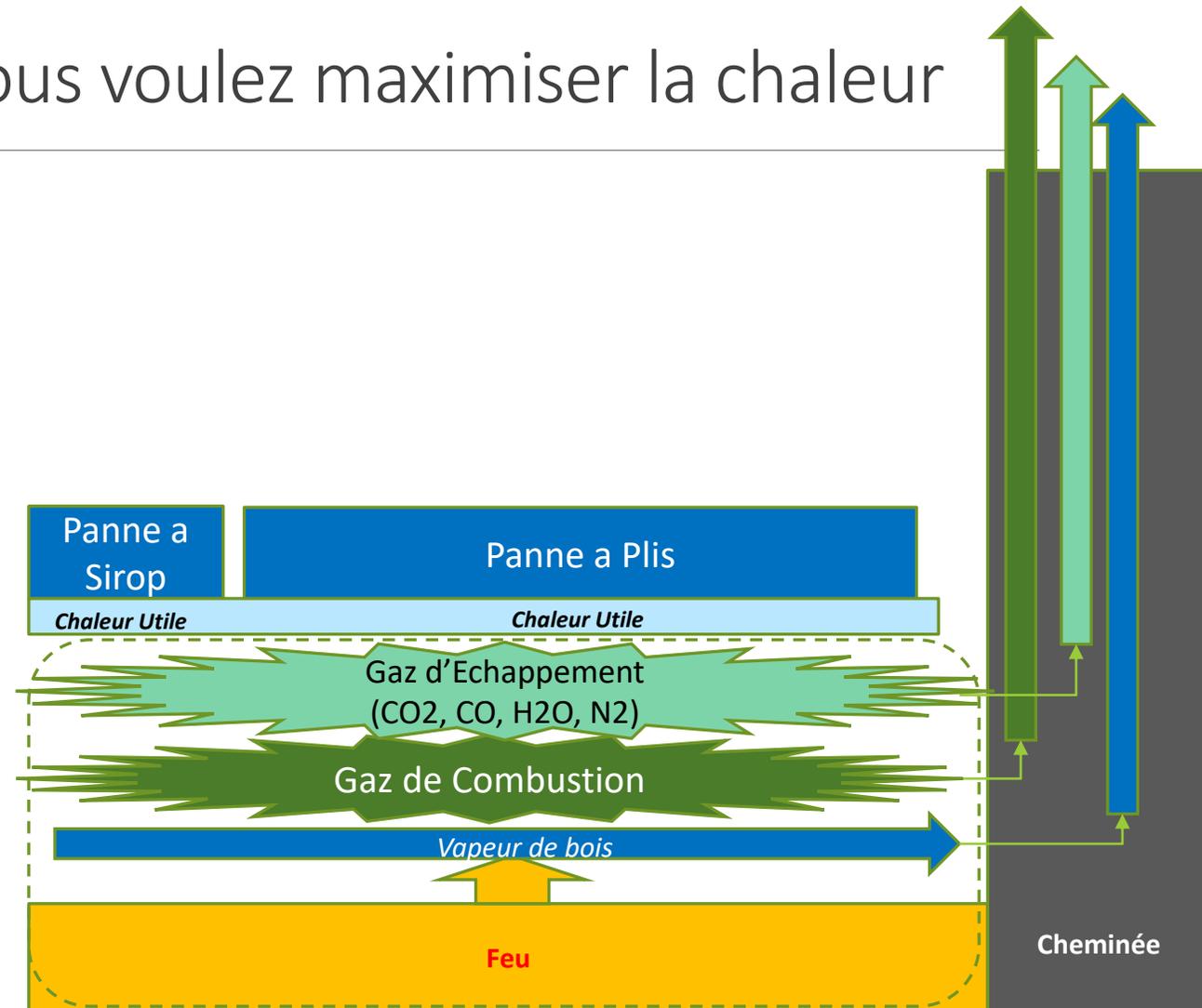
2. Combustion **secondaire** (« gazéification ») de la combustion des gaz volatils libèrent un autre 1000 – 1400' F

- c.-à-d. 2 fois la quantité de chaleur dégagée par la combustion primaire



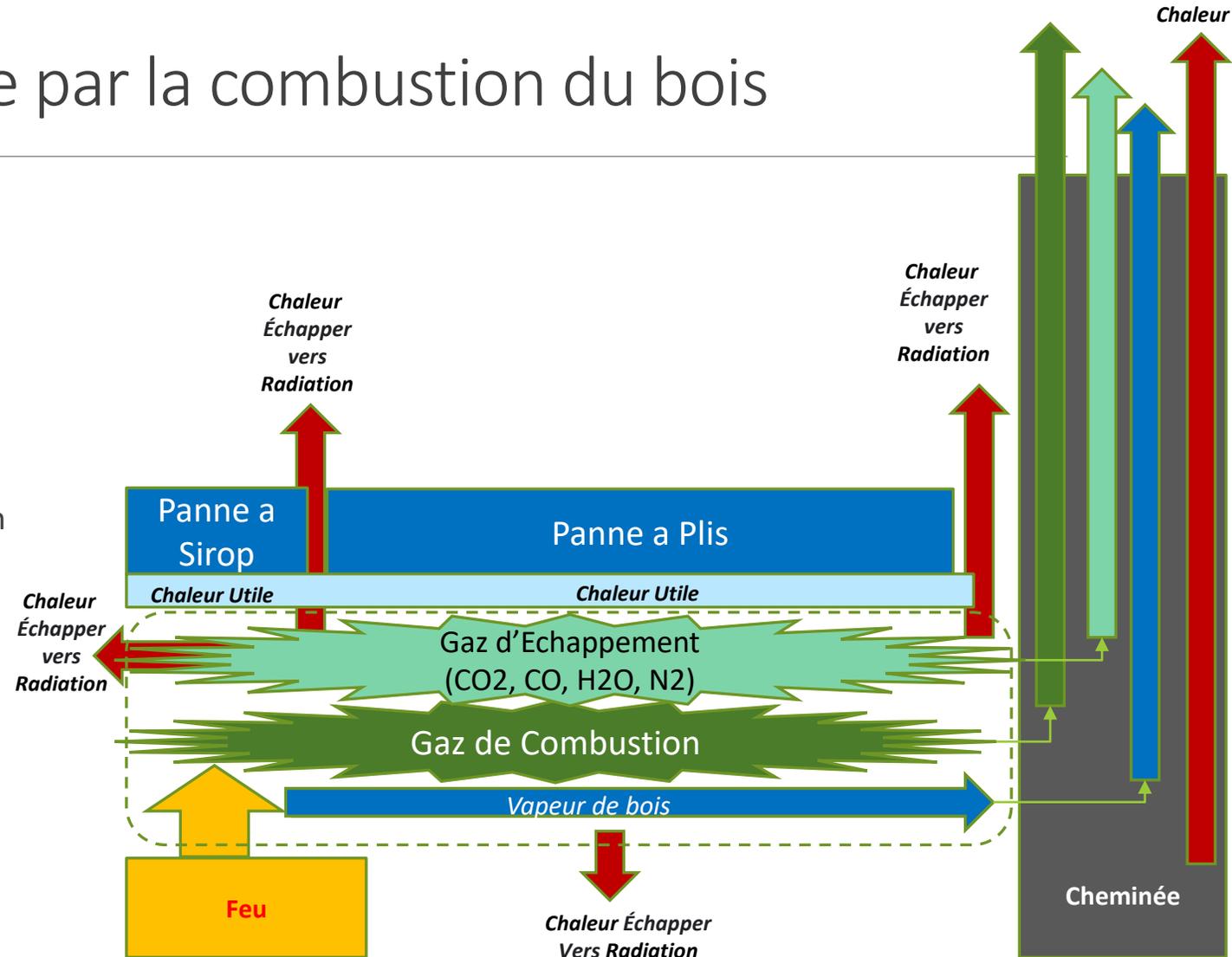
Le bois sec est important si vous voulez maximiser la chaleur

1. Toute humidité dans le bois est convertie en vapeur lorsque le bois est brûlé
 - Comme l'évaporateur n'est pas pressurisé, la vapeur ne devient pas beaucoup plus chaude que 212' F (point d'ébullition d'eau)
 - Mais vous avez besoin de 220 F pour faire bouillir votre sève!
2. La production de vapeur absorbe de la chaleur précieuse qui serait autrement utilisée pour faire bouillir la sève
3. La vapeur occupe également de l'espace dans l'arche de l'évaporateur qui déplace les gaz d'échappement et de combustion plus chauds
 - Résultant en moins de chaleur totale que ce qui pourrait autrement être atteint
4. La crésote se forme souvent lorsque l'humidité est présente pendant la combustion (parce que le bois humide ne peut pas être entièrement brûlé)
 - La crésote est dangereuse (inflammable et toxique) et isolera également vos casseroles de la chaleur
 - P. ex., moins de chaleur peut être absorbée dans vos casseroles



Maximiser la chaleur produite par la combustion du bois

1. Maximiser la combustion primaire (le bois est le combustible):
 - ▶ Utilisez du bois sec de 2 ans pour ne pas gaspiller la chaleur vers le vapeur de bois humide
 - ▶ Il est difficile d'obtenir du bois plus sec, mais le bois sec de 2 ans a 20 % moins d'humidité que le bois séché de la même année
 - ▶ Brûler plus de bois dur que de résineux
2. Maximiser la combustion secondaire (les gaz de combustion sont le combustible)
 - ▶ Le feu de toute nature a besoin de carburant et d'air
 - ▶ Vous avez déjà brûlé le bois pour produire du gaz de combustion, donc, vous avez besoin :
 1. Assurer un débit d'air suffisant pour lui permettre de brûler complètement
 2. Prévoyez suffisamment de temps et d'espace pour qu'il brûle avant de monter dans votre cheminée
 - ▶ Veillez à ne pas fournir trop d'air qui fera sauter la chaleur de votre cheminée (ajoute au tirant d'air naturel)
 - ▶ Ralentir le flux d'air dans la cheminée garde les gaz de combustion plus longtemps sous vos casseroles



Amélioration de la combustion secondaire

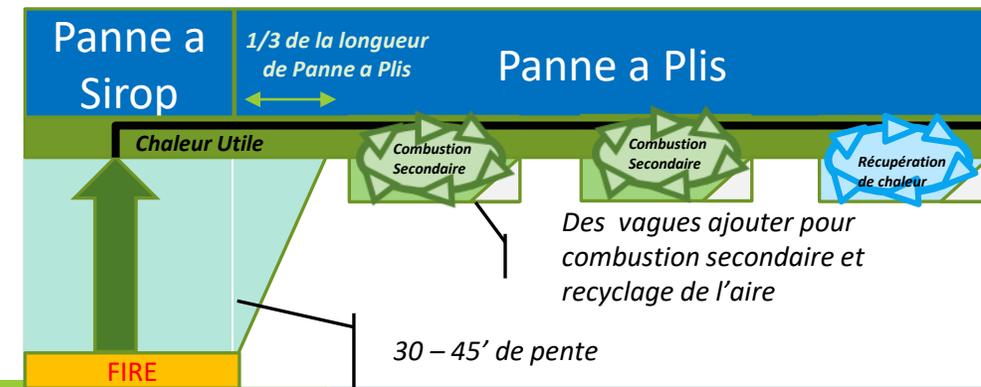
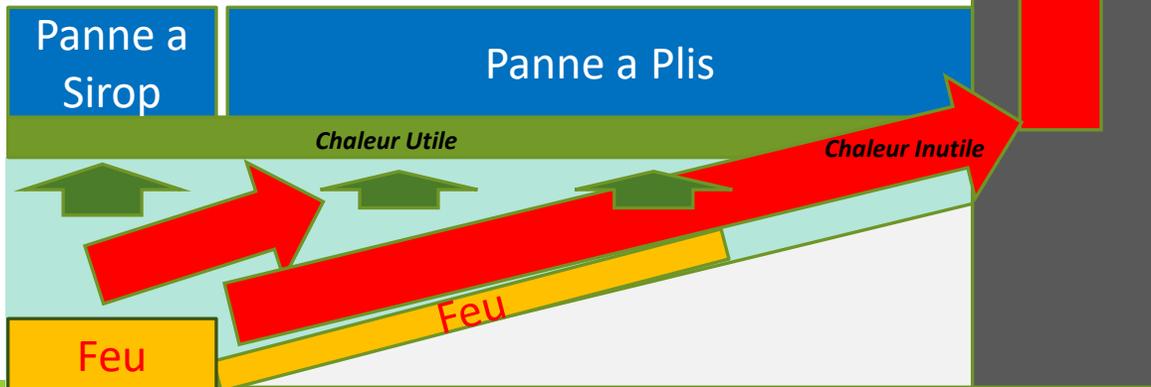
Il y a 2 endroits où la combustion secondaire peut se produire :

1. Au-dessus du foyer (illustré ci-dessous)

- Cette méthode est utilisée dans la plupart des évaporateurs étanches à l'air
- Dépend des ventilateurs pour assurer la combustion et gérer la circulation d'air
- Sans ventilateurs, ou avec des ventilateurs trop élevés, est inefficace

2. Derrière le foyer (illustrée droite)

- Les vagues sont utilisées pour créer des zones de combustion secondaire
- La chaleur est emprisonnée dans chaque ravin au lieu de s'écouler dans la cheminée
- Peut ou peut ne pas avoir besoin de ventilateurs (peu probable si arche est moins de 8 pi en longueur)



1ère Loi de la thermodynamique – Préservation de l'énergie

- ▶ La chaleur produite par la combustion du bois et des gaz de combustion ne peut être consommée que de trois façons :

1) **Absorption** dans la sève bouillante @ ~212' – 220' F, jamais plus chaud parce que c'est la température maximale qui peut être absorbée à tout moment dans le temps

(fournir plus de chaleur accélère l'ébullition mais n'augmente pas la température de ce qui est bouilli au-delà du point d'évaporation)

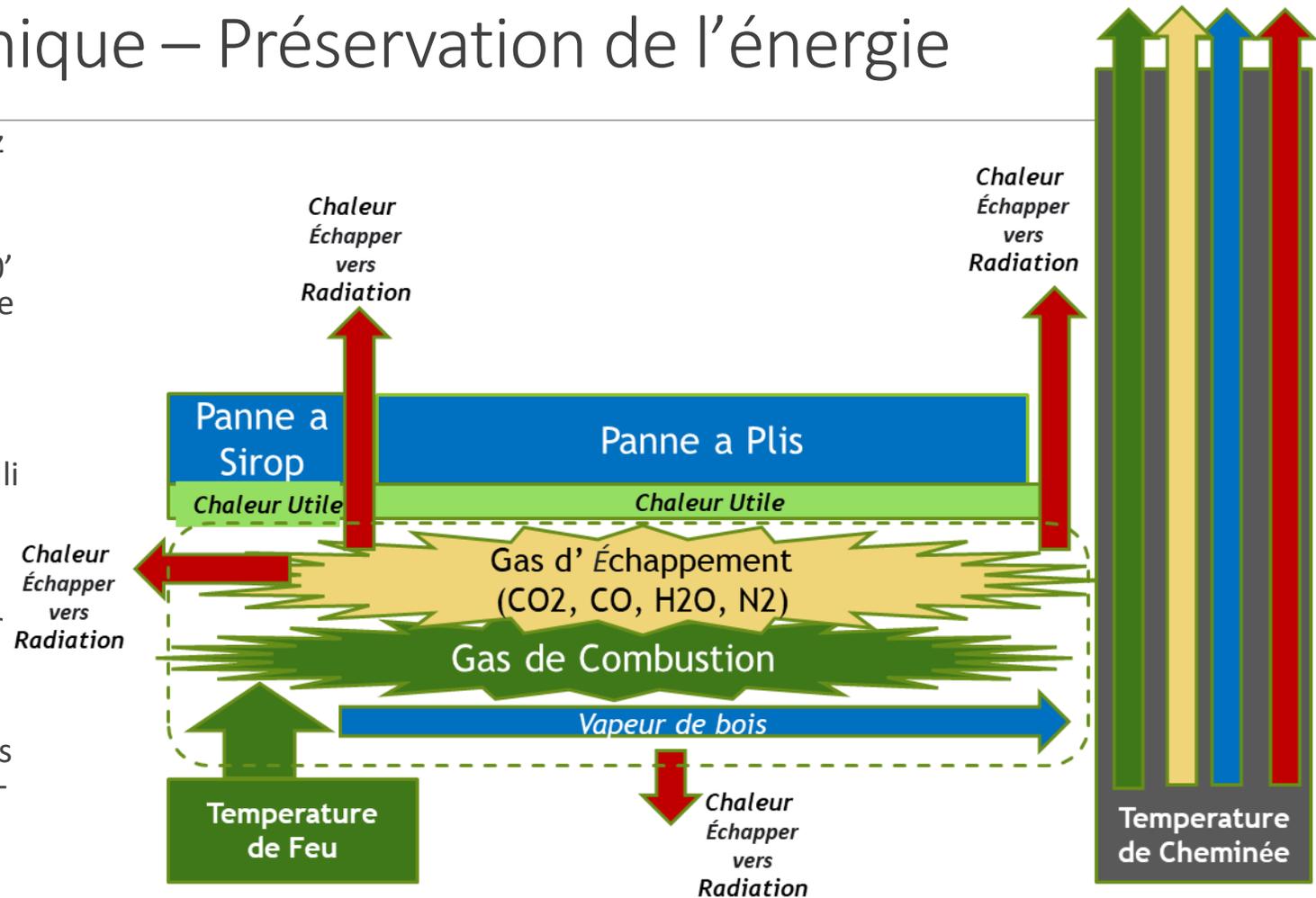
2) **Perdu** vers la cheminée

3) **Rayonnement** provenant de la chaleur perdue par les portes coupe-feu, les arches, les poêles, les espaces

- ▶ Une bonne isolation autour de l'évaporateur et entre vos poêles peut réduire la perte de chaleur rayonnante à 5 – 10%

- ▶ Selon la fréquence d'ouverture des portes de feu

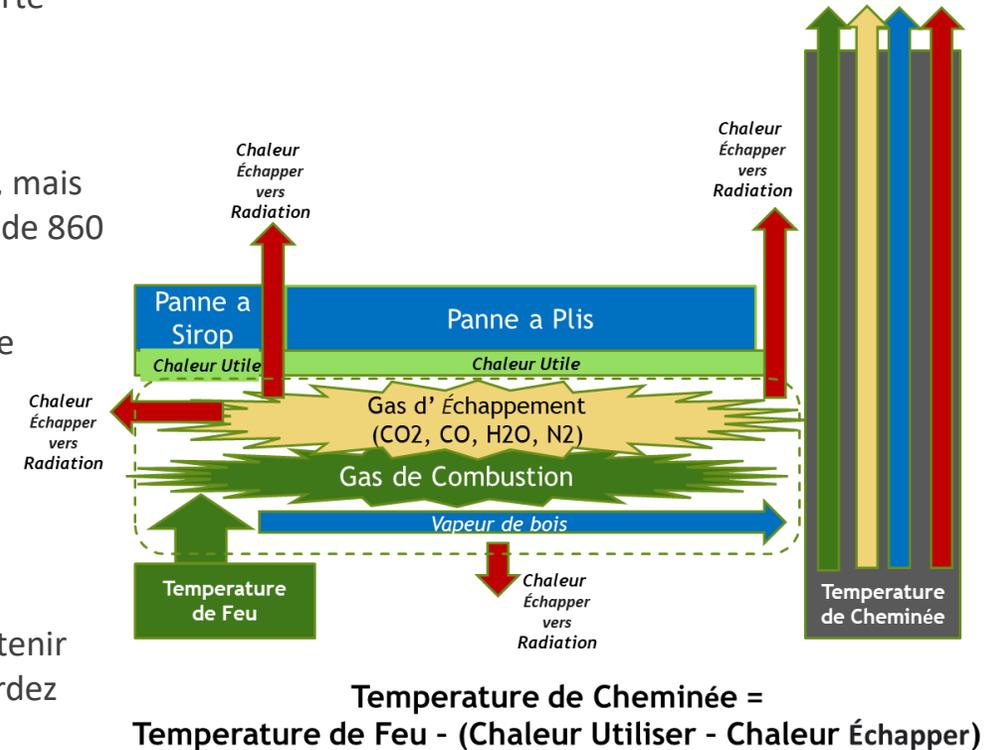
- ▶ La température de votre cheminée vous indique la quantité de chaleur part en fumée



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

Votre température de cheminée vous indique combien de chaleur monte en fumée

- ▶ Ebouillions ne chauffe jamais plus que 220' F, donc, sur un feu ouvert, la chaleur maximale possible est de 550 ' F (la température de combustion du bois) moins au moins 50% de perte radiante pour un net de 225' F,
 - ▶ Au mieux, tu es en ébullition $225 / 220 = 1x$ -- le taux minimum possible
- ▶ Dans un évaporateur où une combustion secondaire est possible, si vous générez 1450 ' F, mais perdre 10 % par perte de chaleur radiante (140 pi), si votre température de cheminée est de 860 pi F, votre ébullition devient :
 - ▶ $1450 - 140 - 860 = 450'$ F chaleur totale qui fait bouillir votre sève à 2x aussi vite que minimum
- ▶ Pour obtenir ces 1450 pi, vous obtiendrez probablement environ 700 pi de la combustion primaire et 750 pi de la combustion secondaire
 - ▶ C.-à-d. perdre la moitié des gaz de combustion avant qu'ils puissent être brûlés
- ▶ Mais si vous maximisez la combustion primaire et secondaire $700' + 1400' F = 2100'$ et obtenir une température de cheminée inférieure à 650 pi; vous produisez 2750 pi F, mais vous perdez 10 % (210 pi) en raison des rayonnements; votre ébullition :
 - ▶ $700 + 1400 - 210 - 650 = 1,240'$ F dont le point d'ébullition est $> 5x$ au minimum, et
 - ▶ Consomme $1240/450 = 2,75x$ moins de bois pour la même quantité de chaleur générée comparativement à une température de cheminée de 860 pi F



Summary: Improving Heat Use in Your Wood-Fuel Evaporator

- ▶ Veuillez noter que toute l'information sur l'évaporateur primaire et secondaire s'applique également aux évaporateurs qui utilisent des granulés ou des copeaux de bois comme combustible.
 - ▶ Les granulés de bois sont souvent beaucoup plus secs que le bois séché pendant deux ans, car ils sont séchés au four
 - ▶ Les granulés et copeaux de bois sont habituellement du bois dur qui a une valeur de chauffage plus élevée que le bois résineux
 - ▶ Plus le bois de chauffage est petit, plus il brûlera (cela s'applique aussi au bois de chauffage)
- ▶ Presque tous les évaporateurs commerciaux sont efficaces à moins de 50 %, les plus anciens à moins de 20 %
 - ▶ Ne croyez pas que les fabricants affirment une efficacité >80 %, ils mesurent l'efficacité de la combustion (à quel point le bois brûle bien) pas l'efficacité de l'évaporation de la sève (à quel point elle fait bouillir la sève)
- ▶ L'amélioration de l'efficacité des évaporateurs réduit considérablement la consommation de carburant et les émissions de CO2
 1. **Ne pas faire bouillir plus que nécessaire** – utiliser un OI avec un brix de sortie de 5 (ou plus) pour réduire le volume de sève de 50 % (ou plus)
 2. **Maximiser la chaleur produite par le bois que vous brûlez** en créant de la chaleur provenant de la combustion primaire et secondaire
 3. **Gardez la chaleur générée à l'intérieur de votre évaporateur** le plus longtemps possible avant de la perdre
- ▶ L'amélioration de l'efficacité de l'évaporation de 25 % à 50 % réduira également de 50 % la consommation de bois.

Quel est le point d'équilibre pour les émissions de gaz d'évaporation?

En supposant 0,7 L de sirop par entaille et 1 entaille par arbre dans un érablière qui ne utilise pas des lignes de vide

Propane	Chaque entaille est un arbre qui séquestre 32,4 kg d'éq. CO2	Si vous produisez > 2 L de sirop par BBQ Réservoir de propane: <ul style="list-style-type: none">• Chaque réservoir émet 33 kg d'éq. CO2 (41 kg par réservoir de taille VR)• 2 L de sirop nécessaire $2 / 0,7 \text{ L} = 3$ entailles ou 3 arbres• 3 arbres séquestrent $3 \times 32,4 \text{ kg d'éq. CO2} = 97 \text{ kg d'éq. CO2}$ par année• Si vous consommez un réservoir de propane pour chaque litre de sirop d'érable produit, vous serez mieux que carboneutre (laissant de la place à votre autre, plus petite, émissions)
Bois	Si vous produisez > 25 L de sirop par cordon de bois <ul style="list-style-type: none">• $25 \text{ L} / 0,7 = 36$ arbres	Les émissions varient selon le type et l'âge du bois, mais une moyenne de 930 kg d'éq. CO2/cordon facial est raisonnable pour le bois séché 1 an <ul style="list-style-type: none">• P. ex., si vous utilisez un demi-cordon facial, les émissions sont de $\frac{1}{2} \times 930 \text{ kg}$ $36 \text{ arbres} \times 32,4 \text{ kg/arbre} = 1\,166 \text{ kg d'éq. CO2}$ séquestrés par année

Ce sont des règles de base, vous pouvez calculer la quantité de sirop par entaille que vous produisez et la quantité de bois que vous utilisez réellement.

Si vous produisez moins de 5 L de sirop au total, envisagez de passer à une méthode d'évaporation par induction.

Quoi faire – 6 : Maximiser l'utilisation de l'énergie électrique pour minimiser les émissions et réduire l'empreinte carbone totale

Pour quoi faire?

<< Je ne suis qu'un petit producteur. En quoi le fait de devenir carboneutre, a-t-il une incidence sur les émissions mondiales? »

Collectivement, nos actions s'additionnent :

Si chaque entaille au Canada était aussi négatif net que les producteurs dans nos études de cas:

- La quantité de séquestration équivaldrait à toutes les émissions liées au transport dans l'une des plus grandes régions de Toronto (p.ex. Burlington/Halton, or York Regions) ou Montreal

Si, avec encouragement (p.ex.,avec des inceptifs), on était capable de mieux:

- La quantité de séquestration équivaldrait à toutes les émissions de Winnipeg ou la ville de Quebec
- Ca veut dire une ville de plus de 500.000 personnes

Trois principales raisons de devenir net-zéro

1. Bon pour l'environnement – la raison morale

- Éthiquement responsable
- Permet d'agir immédiatement pour lutter contre le changement climatique au lieu d'attendre les autres

2. Augmente l'efficacité – la raison paresseuse

- N'aimez pas couper du bois, acheter autant de carburant, ...
- Réduit les coûts

3. Avantages financiers – la raison de l'avidité

- Possibilité d'allègements fiscaux ou de crédits de carbone en aval à l'avenir

www.spiritintheforest.ca

Pure Maple Syrup

Carbon-Negative Emissions



ESPRIT DANS LA FORÊT

Émissions de Carbone Négatif

Sirop d'Erable Pur

www.espritdanslaforet.ca

Questions?

Paul Renaud

paul@espritdanslaforet.ca

613-259-3274 (ligne fixe)

613-277-5898 (cellulaire)

Voir aussi la page Net-Zero sur le site web www.espritdanslaforet.ca