



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

Étude de l'impact de l'injection d'air sur les propriétés du sirop d'érable

Luc Lagacé Ph.D.

Journées acéricoles 2008

Présentation

- Contexte de l'étude
- But et objectifs
- Méthodologie
- Présentation des résultats
 - Volet fondamental
 - Volet saveur
 - Volet conditionnement et entreposage
- Conclusion générale
- Remerciements

Contexte de l'étude

- Avantages anticipés de la technologie
 - Économiques: production d'un sirop de couleur plus claire, valeur commerciale plus grande
 - Technologiques: diminution de l'utilisation d'anti-mousses, nettoyage plus facile de l'évaporateur (non inclus dans cette étude)

Contexte de l'étude

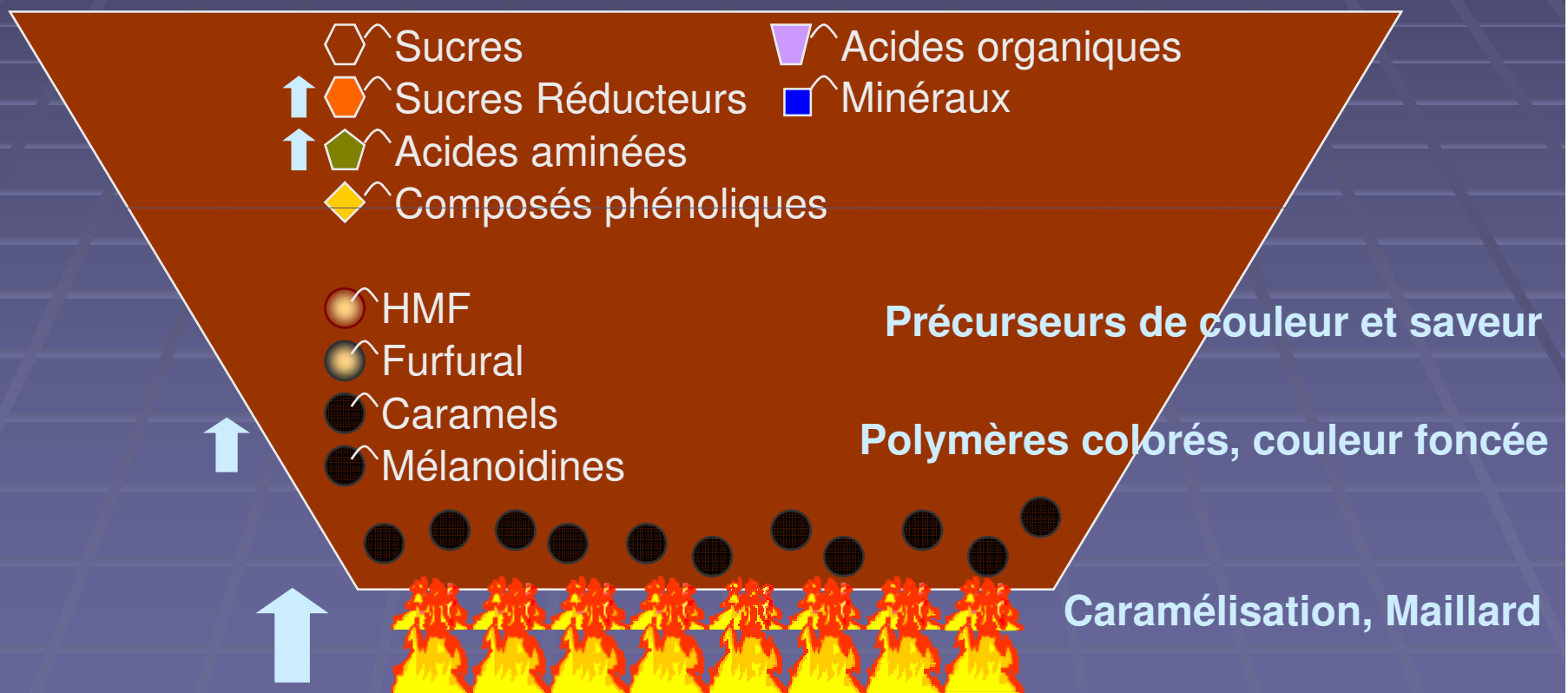
- Préoccupations de l'industrie acéricole
 - Conformité de la technologie en rapport avec le règlement sur les aliments: « La préparation, le conditionnement ou la transformation des produits de l'érable peut se faire en ajoutant de l'eau potable, sans toutefois, utiliser des procédés de décoloration, de blanchiment ou de raffinage. »
 - L'apparition de défauts de goût plus important
 - Instabilité de la couleur lors du conditionnement et de l'entreposage des sirops produits avec injection d'air

Contexte de l'étude

- Étude préliminaire en 2004 (34 producteurs)
 - Amélioration de la couleur du sirop de façon significative au début de la période de production; effet s'estompant graduellement par la suite
 - Abaissement significatif du pH du sirop d'érable tout au long de la période de production
 - L'analyse sensorielle suggère l'apparition de défauts de saveur plus importants
 - La couleur et le pH du sirop d'érable injecté évolue de la même façon au cours de l'entreposage que le sirop non injecté

Contexte de l'étude

- Principes chimiques derrière la fabrication du sirop d'érable



But et objectifs

2006-2007

- Documenter les effets de « l'injection d'air » sur les propriétés du sirop d'érable en évaluant:
 - Les phénomènes à la base des modifications observées (**Volet fondamental**)
 - L'impact sur la saveur du sirop d'érable (**Volet saveur**)
 - L'impact en fonction du type de contenants sur la stabilité de la couleur du sirop reconditionné et entreposé sur une période déterminée (**Volet reconditionnement et entreposage**)

L'équipe de recherche

- Nathalie Martin, Ph.D., chercheure chimiste
- Lamia L'Hocine, Ph.D., chercheure chimiste
- Mélissa Cournoyer, technicienne de laboratoire
- Réjean Gaudy, technicien de laboratoire
- Éric Robert, technicien de laboratoire
- Alfa Arzate, Ph.D., chercheure en procédés alimentaires
- Julien Lavoie, technicien agricole
- Guy Boudreault, technicien forestier

Méthodologie



Système modèle pour la production de sirop d'érable en laboratoire
avec ou sans injection d'air

Méthodologie

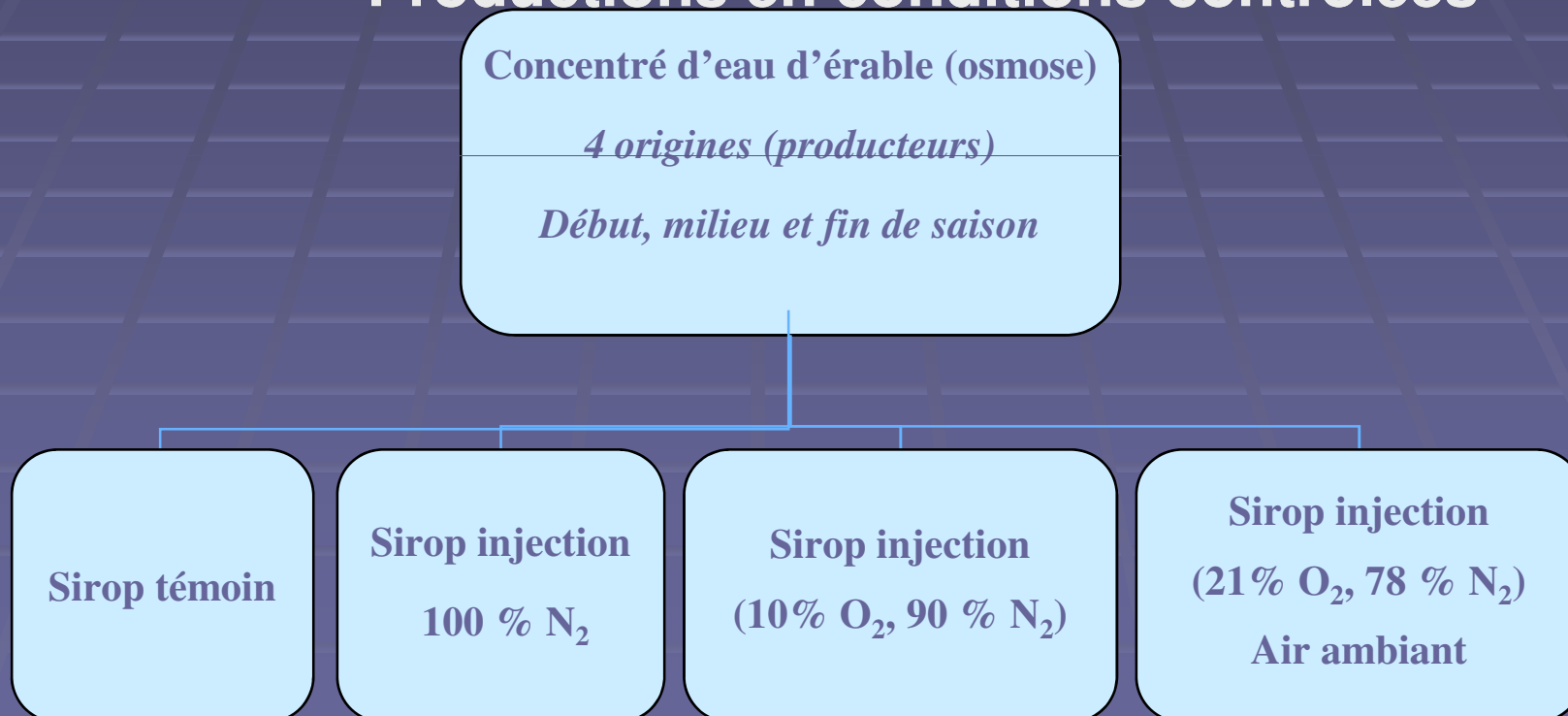


Diffuseurs d'air utilisés

Méthodologie

■ Conditions expérimentales

Productions en conditions contrôlées



Méthodologie

- Analyse des échantillons
 - Concentré d'eau d'érable
 - Analyses microbiologiques
 - Profils des sucres, acides organiques, composés phénoliques
 - pH, °Brix, Températures initiales et en cours de procédé
 - Sirops d'érable finis
 - % Transmission de la lumière à 560nm, pH et °Brix
 - Taux d'oxygène dissout (DO) et potentiel d'oxydoréduction (ORP)
 - Profils des sucres, acides organiques, composés phénoliques et minéraux
 - Spectroscopie UV-Vis

Méthodologie

- Analyses effectuées en cours de procédé pour les sirops témoins et injectés d'air
 - Spectroscopie UV-Vis (Suivi des réactions de caramélisation, de Maillard et d'oxydation des composés phénoliques)
 - Dosage des composés phénoliques solubles totaux
 - Dosage du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2)
 - Mesure du potentiel d'oxydoréduction (ORP)

Résultats

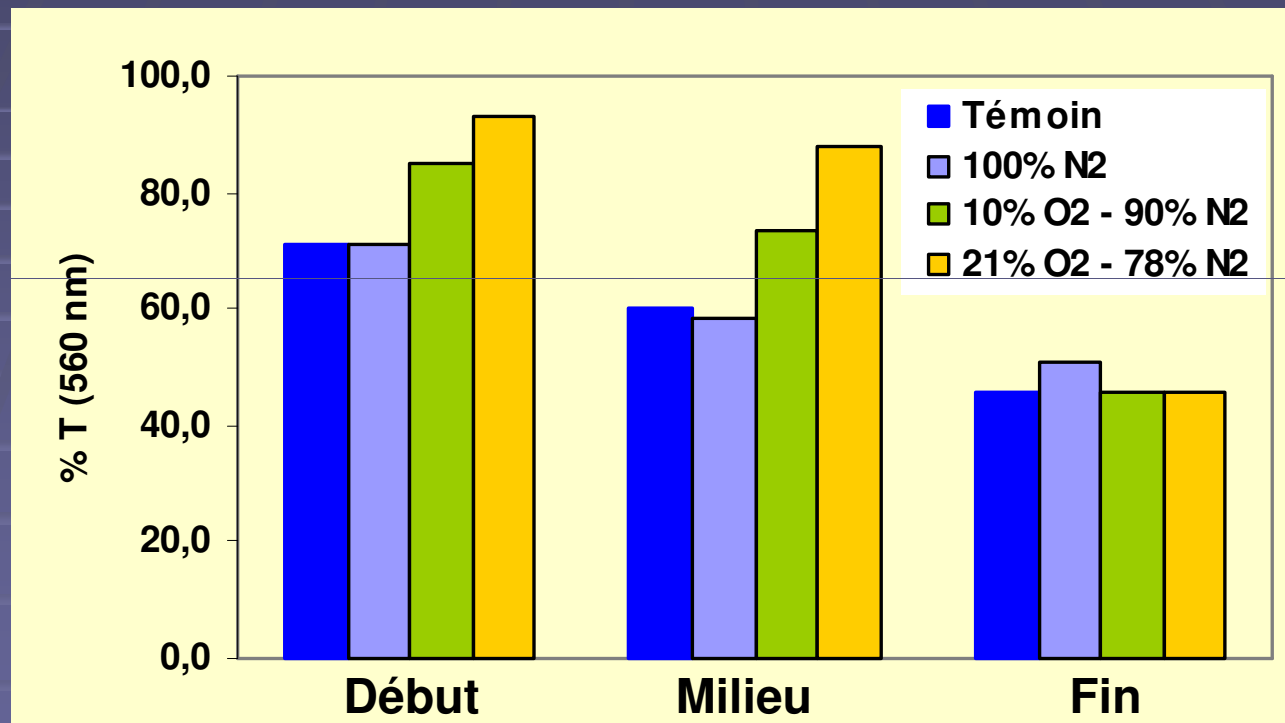
(Volet fondamental)

- Effet de l'injection d'air sur les variables physico-chimiques
 - Couleur
 - Production de sirop plus clair (début et milieu de saison)
 - Effet proportionnel au niveau d'oxygène injecté
 - Ne correspond pas à un effet mécanique (N_2 = témoin) ni à une réduction de la Temp.
 - Effet moindre en fin de saison
 - pH
 - Diminution du pH des sirops (début et milieu de saison)
 - Effet moindre en fin de saison
 - Oxygène dissout (DO)
 - Augmentation du niveau de DO dans le sirop (début et milieu de saison)

Résultats

(Volet fondamental)

- Effet de l'injection d'air sur les variables physico-chimiques



Couleur du sirop en fonction du traitement d'injection et de l'avancement de la saison

Résultats

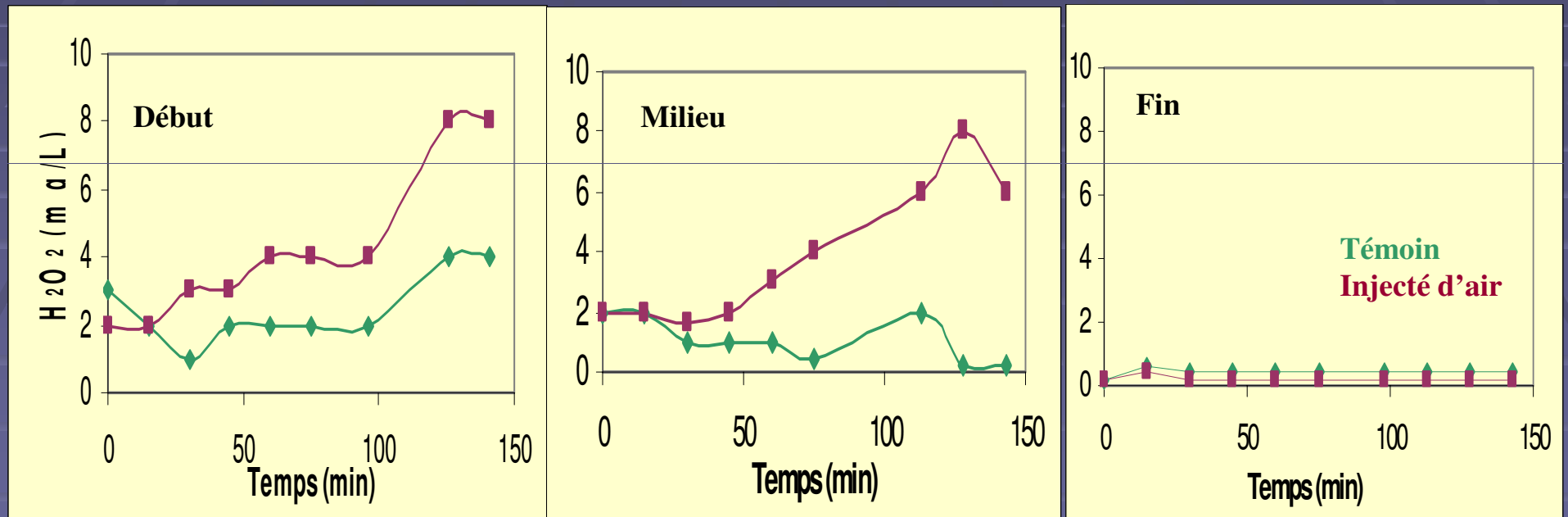
(Volet fondamental)

- Effet sur les variables physico-chimiques
 - Potentiel d'oxydoréduction (ORP)
 - Augmentation du ORP dans le sirop (début et milieu de saison), nuisible à la composition naturelle
 - Peroxyde d'hydrogène (H_2O_2)
 - Augmentation de la concentration en H_2O_2 proportionnelle au niveau d'oxygène injecté
 - Produit par la réaction entre l'oxygène injecté et les différents composés chimiques de la sève (sucres, phénols)

Résultats

(Volet fondamental)

■ Formation de H_2O_2 en cours fabrication



Résultats

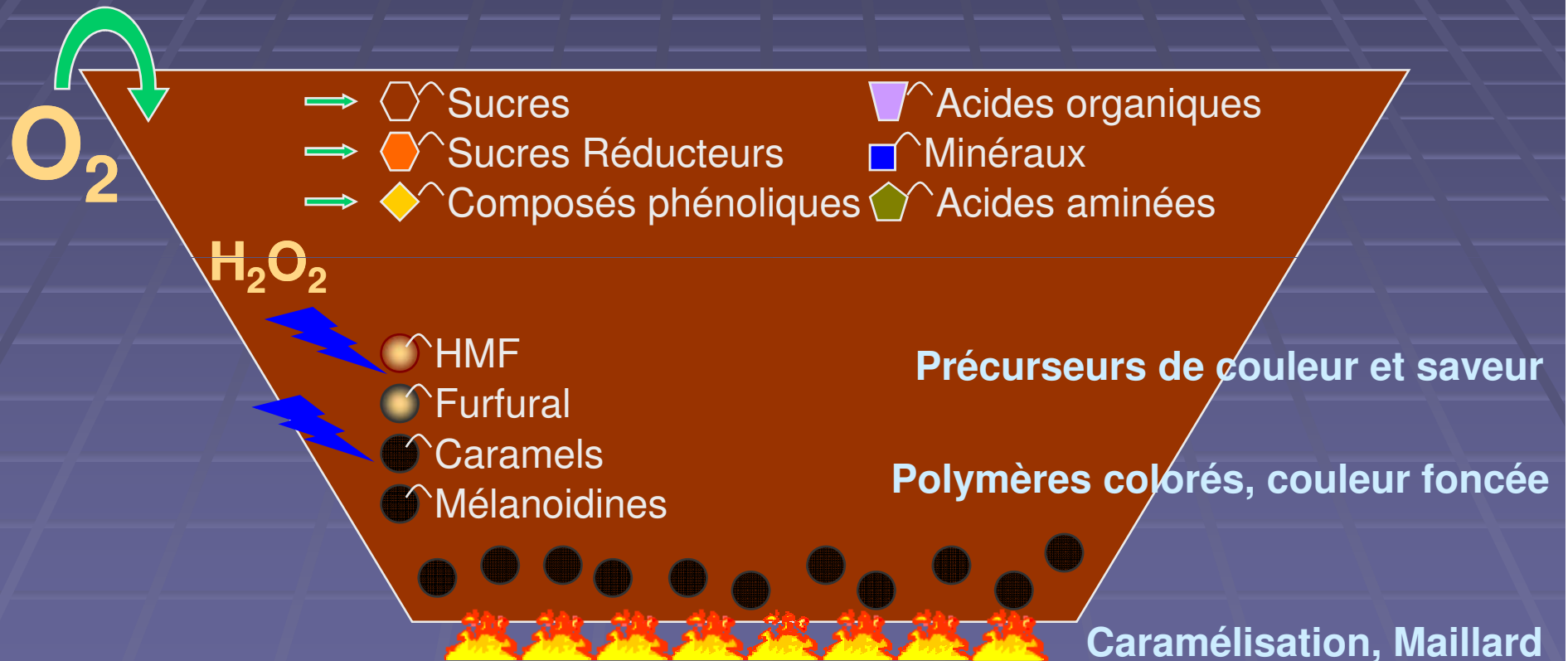
(Volet fondamental)

- Effet sur la composition du sirop
 - Sucres, acides organiques et minéraux
 - Pas d'effet en général sur la concentration de ces composés (traitements d'injection comparables au témoin)
 - Composés phénoliques
 - Diminution de la concentration en composés phénoliques totaux solubles par oxydation
 - Effet proportionnel au niveau d'oxygène injecté
 - Exception pour la vanilline qui a tendance à augmenter (lien avec goût)
 - HMF et Furfural (précurseur de couleur et de saveur)
 - Diminution de la concentration en HMF et Furfural

Résultats

(Volet fondamental)

- Effet d'oxydation des composés par l'injection d'air



Résultats

(Volet fondamental)

- Sommaire des résultats
 - L'injection d'air affecte considérablement les propriétés physico-chimiques du sirop d'érable, particulièrement en début et milieu de saison.
 - Les résultats démontrent une formation importante de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) dans le sirop injecté d'air.
 - Les effets de l'injection d'air s'estompent en fin de saison.

Résultats

(Volet fondamental)

- Le peroxyde d'hydrogène serait en début et milieu de saison responsable de:
 - L'oxydation des précurseurs de couleur (Furfural et HMF) et donc réduction des réactions de caramélisation et de Maillard: Diminution de la formation de la couleur
 - L'oxydation et décoloration des mélanoidines (dépolymérisation): Blanchiment
 - Réduction du pH par production d'acides organiques qui sont des produits de dégradation des mélanoidines : Acidification

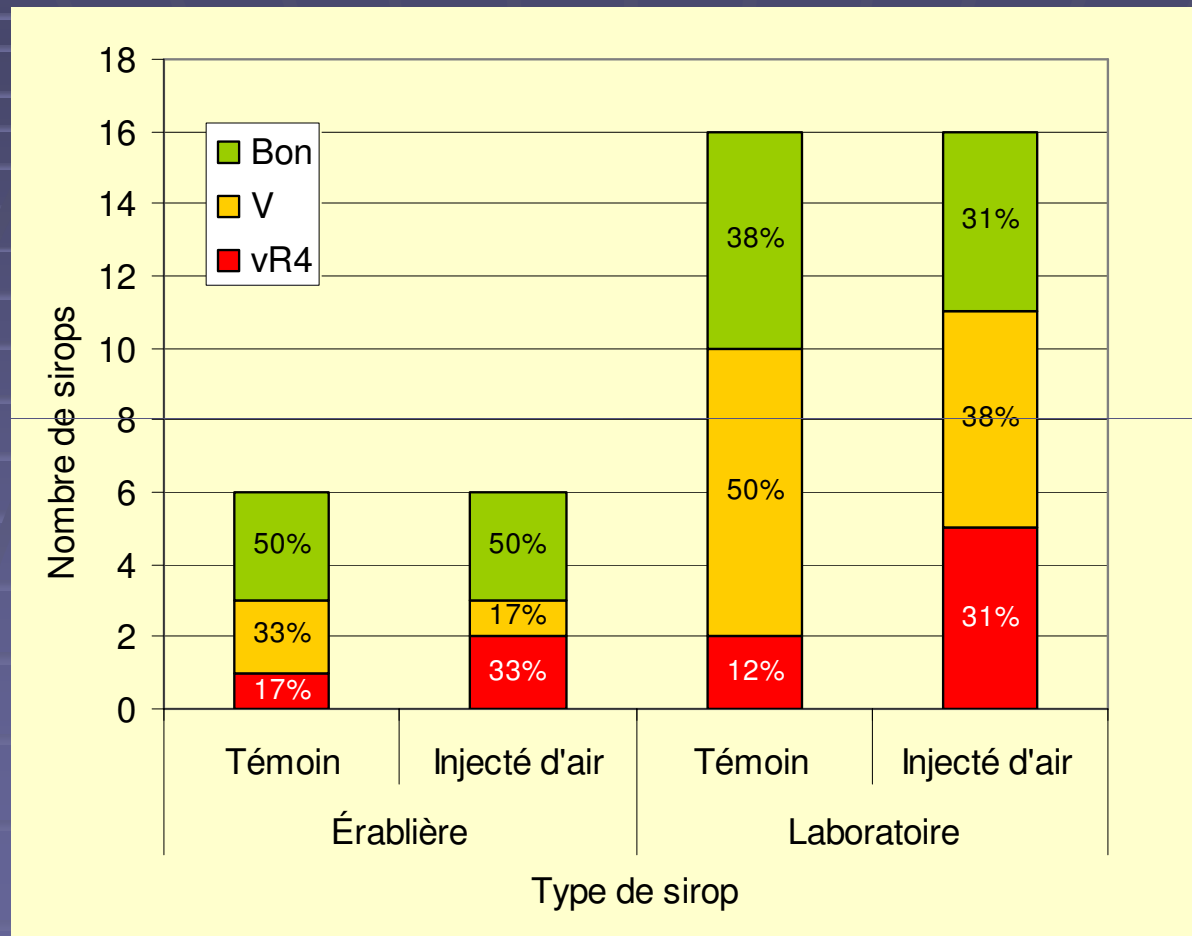
Volet saveur

- Méthodologie
 - Évaluation par les inspecteurs de CINTECH AA (défaut de saveurs)

Défaut	Description
vR1	Défaut d'origine naturelle (bois, caramélisation, brûlé, sève)
vR2	Microbiologique (trace de moisissure, fermentation)
vR3	Chimique (Trace de résidus de produits de lavage ou d'assainissement)
vR4	Non identifié (Ensemble de mauvais goûts ou odeurs non identifiables)
vR5	Bourgeon (trace de goût de bourgeon)
vR6	Filant (retenu)

Résultats

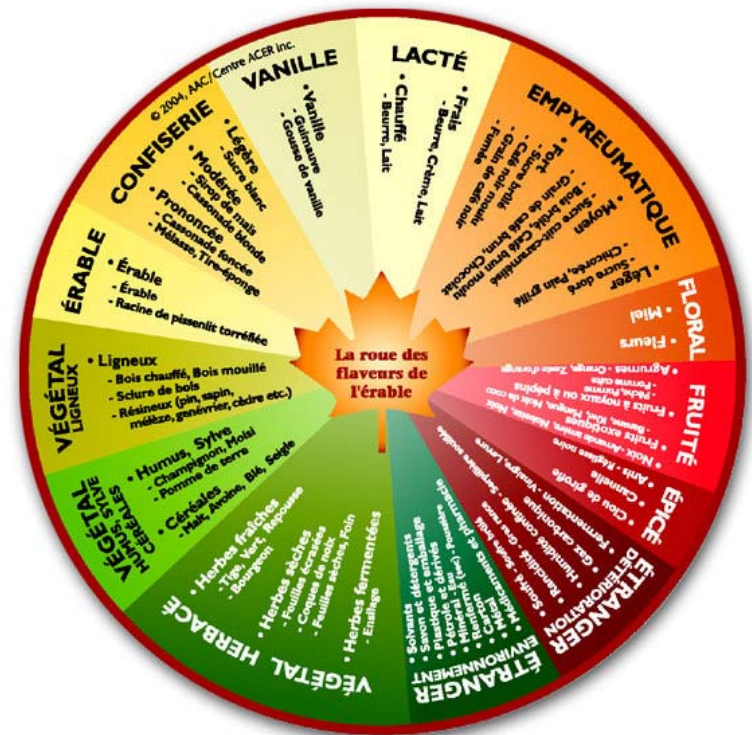
(Volet saveur : inspecteurs CINTECH AA)



- Augmentation des défauts (vR4) des sirops injectés

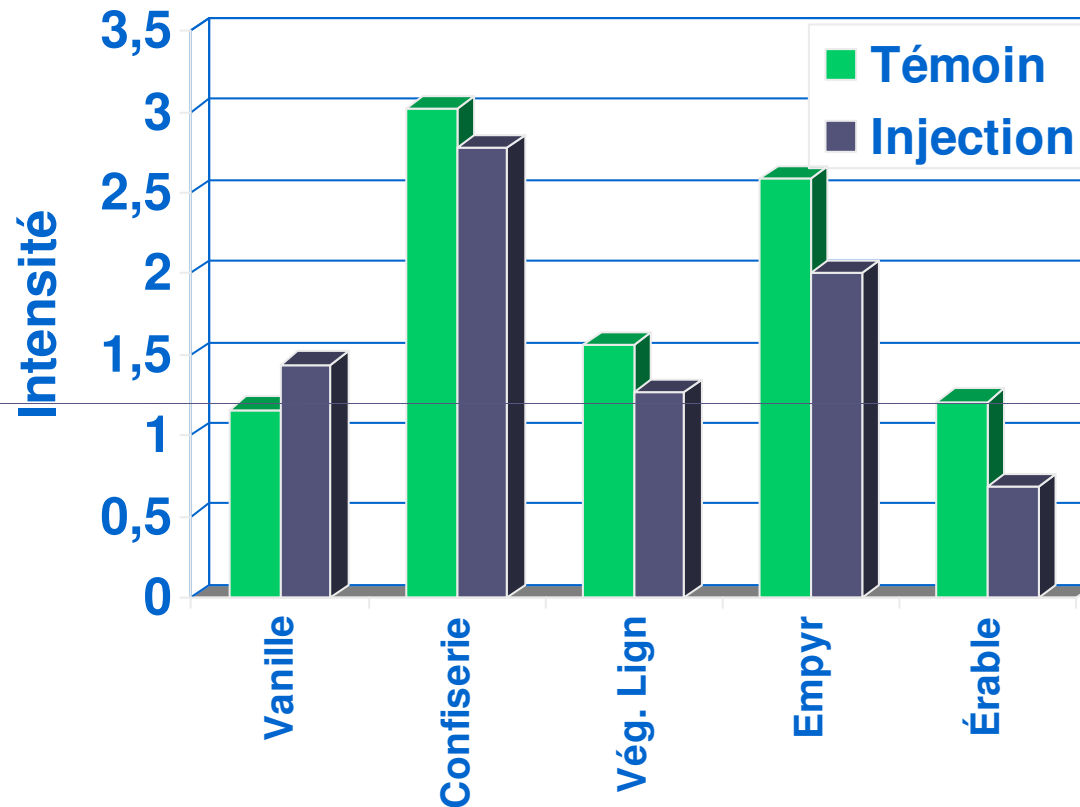
Volet saveur

- Méthodologie (suite)
 - Évaluation par un panel de juges experts du Centre ACER (Familles de la roue des saveurs)
- Sirops témoins et injectés (air ambiant)
 - Laboratoire (système modèle)
 - Érablière



Résultats

(Volet saveur : panel de juges experts)



- Diminution significative ($p < 0.05$) de l'intensité des principales familles de saveurs de la Roue des saveurs (sauf vanille)

Résultats

(Volet saveur)

■ Sommaire

- Apparition plus importante de défauts VR4 selon l'évaluation des inspecteurs
- Diminution de l'intensité des familles sensorielles recherchées de la Roue de saveurs
- Présence plus importante de défauts de saveurs en général
- Impact important de l'injection d'air sur la saveur du sirop
- Valorisation difficile du sirop basée sur la saveur

Volet reconditionnement et entreposage

■ Méthodologie

- Sirops (début, milieu et fin de saison) de 2 producteurs et avec 2 traitements (12 au total)
- Même sève utilisée pour produire sirop témoin et injecté
- Sirops reconditionnés au bain-marie à 85 °C et filtrés sur filtre-presse
- Embouteillage dans 4 types de contenants (verre, cruchon de plastique, bouteille plastique copolymère et métal)
- Entreposage sur 12 mois à T°pièce à la noirceur
- Suivi de la couleur (%T560nm), pH, Brix)

Volet reconditionnement et entreposage

- Contenants utilisés pour l'entreposage



Cruchon de PE
sans barrière aux
gaz



Bouteille de
copolymère
plastique, barrière
aux gaz



Bouteille de verre



Boîte de métal
Avec bouchon

Résultats

(Volet reconditionnement et entreposage)

- Sommaire

- Pas de différence dans les $\Delta\%T_{560nm}$ (environ - 5%) et pH mesurés au reconditionnement entre sirops témoin et injecté
- Pas de différence dans les $\Delta\%T_{560nm}$ (environ - 10%), du pH et du °Brix mesurés à l'entreposage entre sirops témoin et injecté
- Pas d'effet de l'injection d'air mesuré au reconditionnement et entreposage

Conclusion générale

- L'injection d'air a un impact sur la composition et les propriétés physico-chimiques du sirop
- Les modifications étudiées s'apparentent à du blanchiment
- Elles se reflètent sur la saveur du sirop en apportant plus de défauts et en diminuant les saveurs recherchées
- Ces changements se produisent lors de la fabrication du sirop en érablière et ne semblent pas être influencés par le reconditionnement et l'entreposage
- Rend difficile la valorisation
 - Pureté (procédé de blanchiment)
 - Saveur (diminution des bonnes saveurs)
 - Propriétés bénéfiques (diminution des composés phénoliques ayant un pouvoir anti-oxydant)

Remerciements

- Ces travaux ont été financés par le programme de recherche technologique en bio-alimentaire du MAPAQ
- Partenaires de l'industrie:
 - Fédération des producteurs acéricoles du Québec
 - Dominion & Grimm Inc.
 - Decacer
 - Industrie Bernard et fils Ltée
 - Citadelle, Coopérative des producteurs de sirop d'érable
 - LB maple treat Inc.
- Acériculteurs (sève et sirops)
- Équipe du centre ACER (Aspects expérimentaux de l'étude)
- Creascience (consultation statistique)
- Cintech AA et M. Dominique Gauthier du MAPAQ (évaluation sensorielle)