



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

Siège social et station expérimentale
142, rang Lainesse
Saint-Norbert d'Arthabaska, QC
G0P 1B0
Tél. 819 369-4000
Fax. 819 369-9589

RAPPORT FINAL

OPTIMISATION DU CONTRÔLE DU MOUSSAGE DANS LES CASSEROLES DE L'ÉVAPORATEUR EN PRODUCTION ACÉRICOLE

Antimousses biologiques

Par : Nathalie Martin, Ph.D. chimiste
Centre ACER
3600 boul. Casavant Ouest
Saint-Hyacinthe, Québec, J2S 8E3

Présenté à : Raymond Bernier, Expert de références en acériculture
Ministère de l'Agriculture, Pêcheries et de l'Alimentation
Centre de services agricoles de Gatineau
Galeries de Buckingham, 999 rue Dollard
Gatineau (Québec) J8L 3E6

Québec 

Ce projet a été réalisé pour le compte de la Table sectorielle acéricole du Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'Alimentation du Québec

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	4
MISE EN CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE	5
ÉQUIPE DE RECHERCHE	6
BUT ET OBJECTIFS GENERAUX	7
PRODUCTIONS PILOTES	8
CONCLUSIONS	22
REMERCIEMENTS	23
DOCUMENTS DE REFERENCE	24

RÉSUMÉ

Le but de ces travaux, complémentaires à ceux présentés dans le Rapport 4010117-FIN-1102 V.2., était de vérifier l'efficacité de deux nouveaux antimousses biologiques et d'évaluer leur impact sur la qualité du sirop produit. Les performances des antimousses Magrabar® Organic 3000 et Magrabar® Organic 3300, des produits biologiques de grade alimentaire spécifiquement conçus et vendus pour le contrôle de la mousse; ont donc été comparées à celles du Foam Blast ORG 40 et de l'huile de canola biologique. Les productions de sirop d'érable ont été réalisées à l'aide de l'évaporateur pilote du Centre ACER dans les mêmes conditions d'opération que pour les travaux précédents. Seule la condition FE(Pr) a été testée ici, puisque c'est celle qui a mené à la production d'un défaut de saveur de type $\sqrt{R4}$ dans le sirop d'érable produit avec le Foam Blast ORG 40, un antimousse biologique. Les résultats obtenus ont démontré que les quatre antimousses testés se sont comportés de façon similaire, i.e. que le nombre d'interventions dans la section des casseroles à fond plat a été approximativement le même. On a encore une fois pu vérifier que l'efficacité des antimousses biologiques est généralement moins bonne que les produits non biologiques (Atmos 300K ou J-305 IP Sans OGM). La composition des produits antimoussants certifiés biologiques est assez proche de celle des huiles végétales ce qui peut expliquer la similitude des comportements antimoussants. À l'instar des autres produits testés, aucun effet particulier n'a été observé sur les propriétés physicochimiques du sirop d'érable produit lors des essais avec les antimousses Organic 3000 et Organic 3300. La saveur du sirop produit n'a pas été affectée de façon particulière suite à l'utilisation de ces deux antimousses contrairement au Foam Blast ORG 40. Lorsqu'utilisé dans la condition de production FE(Pr), où la chaleur est plus intense sur les plats, cet antimousse a causé l'apparition d'un défaut de saveur de type $\sqrt{R4}$ (goût d'antimousse détecté par deux vérificateurs de qualité sur les trois consultés). Les résultats obtenus ont donc permis de démontrer qu'il est possible de contrôler le niveau de la mousse en utilisant un produit antimoussant biologique tel que le Magrabar® Organic 3000 et le Magrabar® Organic 3300 sans causer de problème au niveau de la qualité du sirop produit dans les conditions des tests. Ces deux antimousses pourraient donc être des alternatives intéressantes pour le secteur de la production acéricole biologique.

MISE EN CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

L'utilisation des antimousses en tant qu'agents technologiques alimentaires est présentement tolérée par l'ACIA et Santé Canada en acériculture. Comme cette pratique n'est pas véritablement encadrée à l'heure actuelle dans l'industrie, elle peut entraîner certains problèmes de qualité et par conséquent, une perte de la valeur commerciale du sirop d'érable produit. C'est dans ce contexte que le Centre ACER a réalisé récemment un projet de recherche visant à optimiser le contrôle du moussage dans les casseroles de l'évaporateur en production acéricole à l'aide d'agents antimoussants plus performants et/ou de méthodes alternatives (Martin et al., 2017). Parmi les produits antimoussants testés en laboratoire, le Foam Blast ORG 40 (biologique) et le J-305 IP Sans OGM avaient été identifiés comme antimousses potentiels étant donné leur bonne performance lors de ces essais. Ces antimousses ont ensuite été testés dans l'évaporateur pilote du Centre ACER sous deux conditions de traitement, pour valider leur efficacité en production et vérifier leur impact sur la qualité du sirop produit. Ils ont alors été comparés aux produits traditionnellement utilisés en acériculture et ayant présenté la meilleure efficacité antimoussante de leur catégorie respective soit, l'huile de canola biologique et le Atmos 300K. Les résultats obtenus ont permis de voir que les antimousses à l'essai se sont comportés de façon similaire à leur produit de référence et que l'efficacité des antimousses biologiques (huile de canola et Foam Blast ORG 40) est en général moins bonne. Aucun effet particulier n'a été observé sur les propriétés physicochimiques du sirop d'érable produit lors des essais. La saveur n'a pas été affectée de façon particulière suite à l'utilisation des différents antimousses sauf dans le cas du Foam Blast ORG 40. Lorsqu'utilisé dans une condition particulière de production, cet antimousse a causé l'apparition d'un défaut de saveur de type $\sqrt{R4}$ (goût d'antimousse détecté par deux vérificateurs de qualité sur les trois consultés).

Les antimousses Magrabar® Organic 3000 et Magrabar® Organic 3300, dérivés de l'huile de soya, ont donc été identifiés comme alternatives intéressantes au Foam Blast ORG 40 pour le secteur acéricole biologique. En effet, ces antimousses avaient bien performé lors des essais réalisés en laboratoire. Ils doivent maintenant être testés en production dans les mêmes conditions expérimentales que les autres produits antimoussants afin d'en comparer l'efficacité et de mesurer l'impact sur la qualité du sirop produit. Les travaux présentés ici complètent donc ceux présentés dans le Rapport 4010117-FIN-1102 V.2.

ÉQUIPE DE RECHERCHE

La responsabilité scientifique des projets de recherche sur les antimousses a été confiée au Centre ACER dont l'un de ses chercheurs a été désigné pour la direction des travaux de recherche, soit Nathalie Martin. Ce chercheur a été principalement assisté de Carmen Charron et de Mélissa Cournoyer, assistantes de recherche, pour les travaux exécutés en laboratoire, ainsi que de Jessica Houde, assistante de recherche, et Stéphane Corriveau, technicien, pour les travaux réalisés en usine pilote. Par ailleurs, l'équipe des Services analytiques du Centre ACER, dirigée par Mustapha Sadiki, a procédé à l'analyse du profil des arômes volatils des sirops pilotes produits. Le projet a également mis à contribution l'équipe d'ACER Division Inspection inc. dont les vérificateurs de qualité ont procédé à l'évaluation de la qualité organoleptique des sirops pilotes produits. Les travaux ont été exécutés avec l'appui et l'expertise des conseillers acéricoles du MAPAQ, sous la supervision de Raymond Bernier, Ingénieur, Expert de référence en acériculture du MAPAQ.

BUT ET OBJECTIFS GENERAUX

Le but de ces travaux, complémentaires à ceux présentés dans le Rapport 4010117-FIN-1102 V.2. était de vérifier l'efficacité de deux nouveaux antimousses biologiques et d'évaluer leur impact sur la qualité du sirop produit, en :

- Réalisant des productions de sirop d'érable à l'aide de l'évaporateur pilote du Centre ACER dans les mêmes conditions d'opération que pour les travaux présentés dans le Rapport 4010117-FIN-1102 V.2;
- Utilisant les antimousses Magrabar® Organic 3000 et Magrabar® Organic 3300 pour contrôler le niveau de la mousse;
- Comparant l'efficacité de ces antimousses à celle du Foam Blast ORG 40 et de l'huile de canola biologique.

PRODUCTIONS PILOTES

Les deux antimousses biologiques proposés sont le Magrabar® Organic 3000 et le Magrabar® Organic 3300 (Magrabar, LLC A Münzing Company). Ces deux antimousses liquides sont des agents antimoussants/destructeurs de mousse dérivés de l'huile de soya biologique et particulièrement adaptés pour une utilisation dans la production d'aliments biologiques riches en sucre et en protéines. À l'instar des agents antimoussants modernes, ces produits sont des formulations de plusieurs ingrédients dont chacun joue un rôle important dans la destruction de la mousse (Pelton, 2002). Le Magrabar® Organic 3000 (OR30) et le Magrabar® Organic 3300 (OR33) font partie de la liste des produits acceptés par le Washington State Department of Agriculture (National Organic Program) pour utilisation dans la préparation des aliments biologiques. Bien que produits à partir d'huile de soya, une source d'allergène alimentaire prioritaire, ces agents antimoussants sont considérés sans allergènes. En effet, les huiles hautement raffinées sont débarrassées des protéines allergènes et ne sont donc plus susceptibles de comporter un risque pour la santé des personnes allergiques au soya (Santé Canada, 2013).

Les antimousses OR30 et OR33 ont été utilisés pour le contrôle de la mousse dans l'évaporateur pilote du Centre ACER et ont été comparés au Foam Blast ORG 40 (Emerald Performance Materials) et à l'huile de canola biologique (première pression à froid, vierge; La Maison d'Orphée). Le but de ce travail était de valider la performance de ces produits antimoussants en situation réelle de production de sirop d'érable et de vérifier leur effet sur la qualité du produit fini. L'utilisation de l'évaporateur pilote du Centre ACER présente différents avantages. L'équipement permet de traiter de petits volumes, ce qui permet de faire tous les essais à partir d'un même lot de sève. Les conditions de production (température de chauffage appliquée sur les casseroles, hauteur de liquide dans les casseroles, etc.) sont modulables et bien régulées, ce qui permet de s'assurer que tous les essais sont réalisés dans des conditions similaires. L'appareil est équipé d'un système d'acquisition de données, qui permet de récolter une multitude d'informations utiles et précises pour chaque production.

1. Concentré de sève utilisé

La sève utilisée pour ces essais provient du même lot que celle utilisée pour les travaux présentés dans le Rapport 4010117-FIN-1102 V.2. soit YP ou Matrice 1 (Martin, 2017). Celle-ci avait cependant été concentrée à environ 20 °Brix avant d'être congelée. Cette sève concentrée a été récoltée à la fin de la saison de production 2010 chez une entreprise acéricole située près de Saint-Norbert d'Arthabaska. Elle a été conservée à -18°C jusqu'au moment des productions pilotes. Le volume de concentré de sève nécessaire à chaque production a été décongelé (~ 15 à 20 litres) et dilué à 8 °Brix avec l'eau du puits de Saint-Norbert préalablement aux essais, afin de pouvoir comparer les résultats obtenus à ceux des productions présentés dans le Rapport 4010117-FIN-1102 V.2. Des productions réalisées à l'aide du Foam Blast ORG 40 et de l'huile de canola biologique ont été reprises ici afin de valider qu'il n'y a pas eu d'impact lié à la concentration/dilution de l'eau d'érable YP.

2. Méthode de production du sirop d'érable

2.1 Unité de décongélation

La décongélation du concentré de sève à 20 °Brix destiné à la production à l'échelle pilote, a été effectuée dans un système de décongélation pilote développé au Centre ACER (Figure 1). Le protocole de décongélation en vigueur au Centre ACER a été suivi. Ce système est composé d'un bassin d'eau froide, d'un serpentin de refroidissement et d'une pompe de recirculation d'eau.



Figure 1. *Système de décongélation à l'échelle pilote*

Pendant la durée de la décongélation (24 heures), un système de contrôle a assuré une température moyenne de l'eau froide du bassin entre 4 et 8 °C, ce qui a permis de maintenir, en tout temps, le concentré de sève en décongélation à une température inférieure à 8 °C. Une fois décongelé, le concentré de sève a été dilué à 8 °Brix et pré-filtré à l'aide d'un bonnet de filtration en polyester # 8 à 5 microns. Ce type de filtre est couramment utilisé dans les érablières pour filtrer la sève et le concentré de sève.

2.2 Unité d'évaporation à l'échelle pilote

Les essais d'évaporation du concentré de sève YP ont été réalisés dans l'évaporateur électrique à l'échelle pilote EP-2 qui a été développé au Centre ACER (Figure 2). Cet équipement possédant une surface d'évaporation totale de 2,70 pi², permet de traiter jusqu'à 40 litres de concentré par lot de production. Il est composé de trois casseroles à plis et trois casseroles à fond plat et fonctionne sur le même principe physique que les évaporateurs industriels, soit par différence de niveaux. Un système de contrôle et d'acquisition des données assure le suivi des paramètres de procédé tels que la température dans les chambres de chauffage et les niveaux de liquide à différents emplacements dans l'équipement. L'acquisition de la température d'ébullition dans chacune des casseroles est aussi faite par ce système.

Le sirop d'érable a été produit en suivant la procédure d'utilisation de l'évaporateur EP-2. La hauteur du liquide a été fixée à 50 mm dans la section des plis et des plats. Une seule répétition a été réalisée par type de traitement (type d'antimousse x condition d'évaporation). Pour tous les

sirops produits un intervalle pour la teneur en extraits secs solubles de 66,0 à 67,5 °Brix à 20 °C a été ciblé (BNQ, 2001). À des fins de contrôle de procédé, le suivi de certains paramètres de production a été effectué afin de caractériser la nature de la matière première à traiter et les propriétés du produit fini. Ces analyses ont été réalisées en suivant les méthodes en vigueur au Centre ACER pour ce suivi particulier.



Figure 2. Évaporateur électrique pilote EP-2 utilisé pour la production du sirop d'érable

2.3 Unité de filtration à l'échelle pilote

La filtration du sirop d'érable a été réalisée dans un filtre à plaque vertical à l'échelle pilote qui a été développé au Centre ACER (Figure 3). Cet équipement est composé d'un cylindre vertical et d'une plaque ayant une surface de filtration de 0,18 pied². Un papier support et de la terre de diatomée sont utilisés pour former le lit de filtration. Le sirop est filtré grâce à l'action de la pression de l'azote qui est exercée à l'alimentation de la plaque de filtration. Le sirop filtré est collecté à la base de la plaque. Le sirop d'érable a été filtré en suivant la procédure d'utilisation de l'unité de filtration.



Figure 3 : *Unité de filtration à l'échelle pilote utilisée pour la production du sirop d'érable*

2.4 Paramètres de production

Les données du sondage réalisé par le Centre ACER en 2008-2009 (Martin, 2011) indiquaient que 42 % des entreprises avaient des problèmes de moussage au niveau des casseroles à fond plat et 58% a niveau des casseroles à plis. Afin de simuler ces situations, deux conditions de traitement, EF(Pr) et FE(Pr), ont été appliquées dans l'évaporateur pilote dans le cas des travaux présentés dans le Rapport 4010117-FIN-1102 V.2. Seule la condition FE(Pr) a été testée ici puisque c'est celle qui a mené à la production d'un défaut de saveur de type $\sqrt{R4}$ dans le sirop d'érable produit avec le Foam Blast ORG 40 (Martin, 2017).

- FE(Pr) : Préchauffage à 80 °C (Pr), température de traitement faible (F) dans les plis (taux d'évaporation à l'eau potable de 0,18 gal. imp./pi²h) et température de traitement élevée (E) dans les plats (taux d'évaporation à l'eau potable de 1,59 gal. imp./pi²h) pour favoriser le moussage dans les plats.

La mousse devait atteindre une hauteur cible maximale prédéterminée de 100 mm au dessus du plis dans les casseroles à plis et de 80 mm à partir du fond de la casserole dans les casseroles à fond plat avant que l'antimousse ne soit ajouté. Un total de 4 productions ont ainsi été réalisées entre le 8 et le 13 décembre 2016.

En plus des paramètres de procédé habituels, un suivi de l'ajout d'antimousse (nombre d'interventions) et de la hauteur de la mousse dans les casseroles de l'évaporateur a été réalisé

lors des essais. L'antimousse était ajouté à l'aide d'une pipette de transfert à la sortie de la casserole lorsque le volume de celle-ci atteignait la hauteur cible pour chaque type de casserole. La qualité sensorielle (odeur) des produits antimoussants a été évaluée à l'ouverture des contenants et un suivi a été effectué au dessus des casseroles de l'évaporateur tout au long de la production. La qualité de l'interaction entre les produits testés et la mousse a été appréciée visuellement tout au long du procédé.

3. Analyse des échantillons

L'analyse des propriétés physicochimiques des échantillons de sirop d'érable produits a été réalisée selon les méthodes en vigueur au Centre ACER (Tableau 1). L'évaluation de la qualité organoleptique a été réalisée par ACER Division Inspection inc. Pour ce faire, les échantillons ont été soumis à un panel de trois vérificateurs de qualité experts en évaluation organoleptique du sirop d'érable et habilités à dépister les défauts de saveur selon les standards et modalités de l'industrie acéricole québécoise (FPAQ, 2017). L'analyse a été effectuée à l'aveugle, en mode individuel dans un premier temps et une cote consensuelle a été attribuée par la suite, après discussion.

Tableau 1 – Analyses effectuées sur les échantillons de sirop d'érable produits

Paramètre mesuré	Méthode d'analyse
pH (unité de pH)	pH mètre Exttech, modèle Extik pH 100
Concentration solides solubles totaux (degré Brix)	Réfractomètre ATAGO, Modèle Pal-maple 0-85%
Conductivité électrique (25 °C, $\mu\text{S}/\text{cm}$)	Conductimètre Hannah, Modèle HI 98311
Transmission de la lumière à 560 nm (%)	Spectrophotomètre Unico W/RS 232, Modèle 1100RS

4. Evaluation de l'efficacité des antimousses

Pour des fins de comparaison, certains résultats obtenus dans les travaux précédents (Martin, 2017) ont été rapportés dans cette section du rapport. La Figure 4 (a et b) illustre le comportement de la mousse dans chaque casserole de l'évaporateur pilote durant les pré-tests. L'intensité de chauffage élevée favorise le moussage, selon l'endroit où elle est appliquée. En effet, l'intensité de chauffage plus élevée sur les plis favorise le moussage dans les casseroles à plis (EF; Figure 4a), tandis que le moussage est plus important dans les plats lorsque le chauffage y est plus intense (FE; Figure 4b). Ces essais nous ont permis de voir que la sève

avait un potentiel «moussant» et que les conditions de traitement sélectionnées étaient adéquates pour les essais visés.

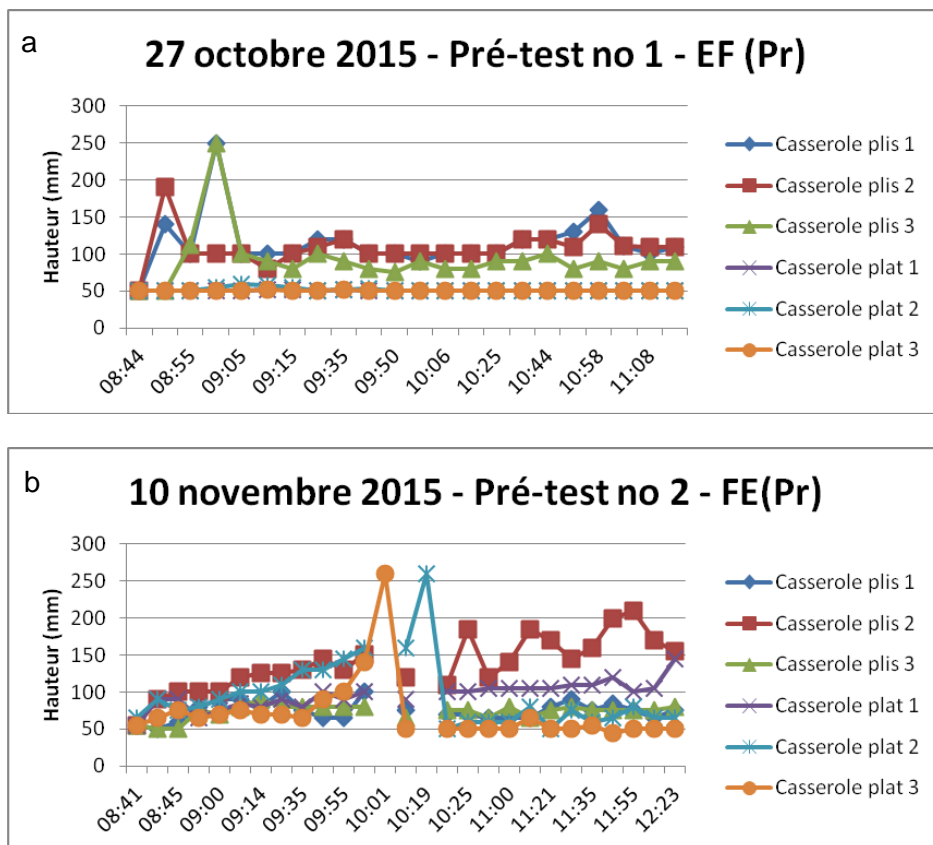


Figure 4. Suivi de la montée de la mousse dans les casseroles de l'évaporateur pilote en fonction du temps et des conditions de traitements de la sève a) Pré-test 1 EF(Pr) et b) Pré-test 2 FE (Pr)

Pour faciliter le suivi des résultats présentés dans cette section du rapport, le Tableau 2 rappelle les acronymes utilisés pour les différents antimousses testés. On peut voir à la Figure 5 que les essais réalisés avec la condition FE présentent un taux global de traitement plus faible en général que ceux réalisés sous la condition EF. Cet effet se fait évidemment ressentir au niveau du débit de sirop qui est plus faible avec la condition FE (Figure 6). Ces conditions auront un impact sur le moussage qui risque alors d'être plus élevé là où le chauffage de la sève est le plus intense. Le type d'antimousse utilisé lors des essais ne semble pas avoir d'impact particulier sur ces deux paramètres.

Tableau 2 Acronyme des différents antimousses utilisés pour les essais

Acronyme ¹	Antimousse correspondant
CR	Conventionnel de référence (Atmos 300K)
C	Conventionnel (J-305 IP Sans GMO)
BR et CA (même antimousse)	Biologique de référence (Canola biologique)
B et FB (même antimousse)	Biologique (Foam Blast ORG 40)
OR30	Biologique (Organic 3000)
OR33	Biologique (Organic 3300)

1. Les codes identifiés en rouge sont ceux des productions supplémentaires présentées dans ce rapport

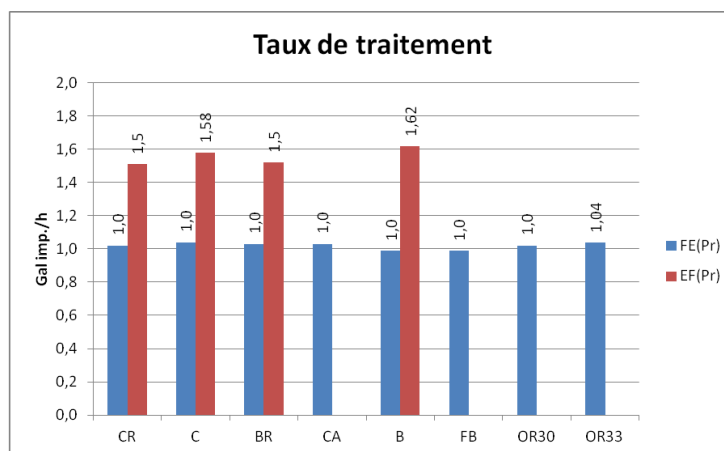


Figure 5 Suivi du taux de traitement global de la sève dans l'évaporateur pilote en fonction du type d'antimousse utilisé et des conditions de traitements de la sève

Le Tableau 3 présente le portrait d'utilisation des antimousses lors des essais. L'ajout d'antimousse y est présenté selon le nombre d'interventions dans les casseroles à plis et les casseroles à fond plat pour chaque essai. On peut voir d'abord que l'ajout d'antimousse était nécessaire seulement dans les sections de l'évaporateur où l'intensité de chauffage était élevée (E). On remarque également que lorsque la condition appliquée à la sève était celle dont le taux de traitement global est le plus élevé, soit EF(Pr), le nombre d'interventions était également plus important. Le nombre d'interventions plus élevé dans les conditions élevées sur les plis semble indiquer que la sève mousse plus facilement lorsque la concentration dans la zone de transfert est plus élevée : 29,2 °Brix EF(Pr) comparativement à 14,1 °Brix FE(Pr).

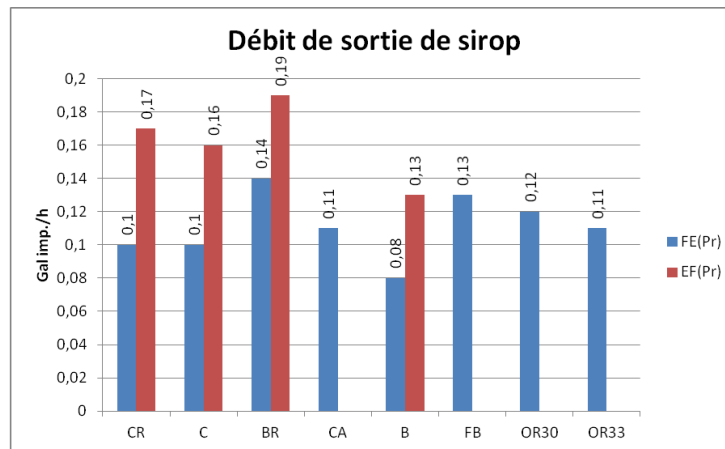


Figure 6. Suivi du débit de sortie du sirop d'érable dans l'évaporateur pilote en fonction du type d'antimousse utilisé et des conditions de traitements de la sève

Le chauffage plus intense au démarrage a permis au degré Brix d'évoluer plus rapidement, et donc d'engendrer un moussage plus intense dans les plis dans la condition EF(Pr).

De façon générale, les antimousses à l'essai se sont comportés de façon similaire au produit de référence de leur catégorie respective. On peut voir au Tableau 3 que le J-305 IP Sans GMO (C) permet un contrôle efficace de la mousse. La mousse descend rapidement et le nombre d'interventions est relativement limité. Des résultats très similaires ont été obtenus avec l'Atmos 300K qui est l'antimousse conventionnel de référence (CR) dans cette étude. Lorsqu'on observe le comportement des antimousses biologiques, on remarque que leur efficacité est généralement moins bonne. Le contrôle du moussage avec le Foam Blast ORG 40 (B) a été plus difficile à faire surtout pour la condition EF où le nombre et la fréquence des interventions (23) ont été plus importants. Le comportement du Foam Blast ORG 40 a été très similaire à celui de l'huile de canola biologique (BR) qui était l'antimousse biologique de référence dans cette étude. Les antimousses Organic 3000 et 3300 se sont également comportés de façon similaire aux autres antimousses biologiques dans la condition FE.

La Figure 7 présente les propriétés physicochimiques du sirop produit à la suite des essais. Aucune tendance particulière sur la teneur en solides solubles totaux, le pH, la conductivité électrique et la transmittance à 560 nm ne semble se démarquer en fonction du type d'antimousse utilisé.

Tableau 3 – Utilisation des antimousses selon l'intensité de chauffage lors des productions pilotes

Antimousse utilisé ¹		Nbre d'interventions dans les plis	Nbre d'interventions dans les plats	Commentaires particuliers
Intensité de chauffage (Plis-Plat) : EF(Pr)				
CR	Atmos 300K	7	0	Mousse descend assez rapidement
C	J-305 IP	6	0	La mousse descend très rapidement au contact de l'antimousse
BR	Huile de canola	26	0	Ajout d'anti-mousse environ aux 15 minutes, mais 1 goutte à la fois suffit
B	Foam Blast ORG 40	23	0	Ajout d'antimousse environ aux 20-30 minutes, mais il faut en ajouter plus à la fois. La mousse ne descend pas avec seulement une goutte. En général, il faut mettre minimum 2 gouttes pour que ça commence à diminuer
Intensité de chauffage (Plis-Plat) : FE(Pr)				
CR	Atmos 300K	0	2	Mousse descend assez rapidement
C	J-305 IP	0	3	La mousse descend très rapidement au contact de l'antimousse
BR	Huile de canola	0	6	1 goutte d'antimousse est suffisante pour faire diminuer la mousse
CA	Huile de canola	0	6	-
B	Foam Blast ORG 40	0	9	La mousse ne descend pas avec seulement une goutte. En général, il faut mettre minimum 2 gouttes pour que ça commence à diminuer
FB	Foam Blast ORG 40	0	8	-
OR30	Organic 3000	0	8	La casserole no. 6 est plus difficile à contrôler. Mousse beaucoup et souvent.
OR33	Organic 3300	0	9	La casserole no. 6 est plus difficile à contrôler. Mousse beaucoup et souvent. Coulées de sirop plus petites vers la fin.

1. Les codes identifiés en rouge sont ceux des productions supplémentaires présentées dans ce rapport

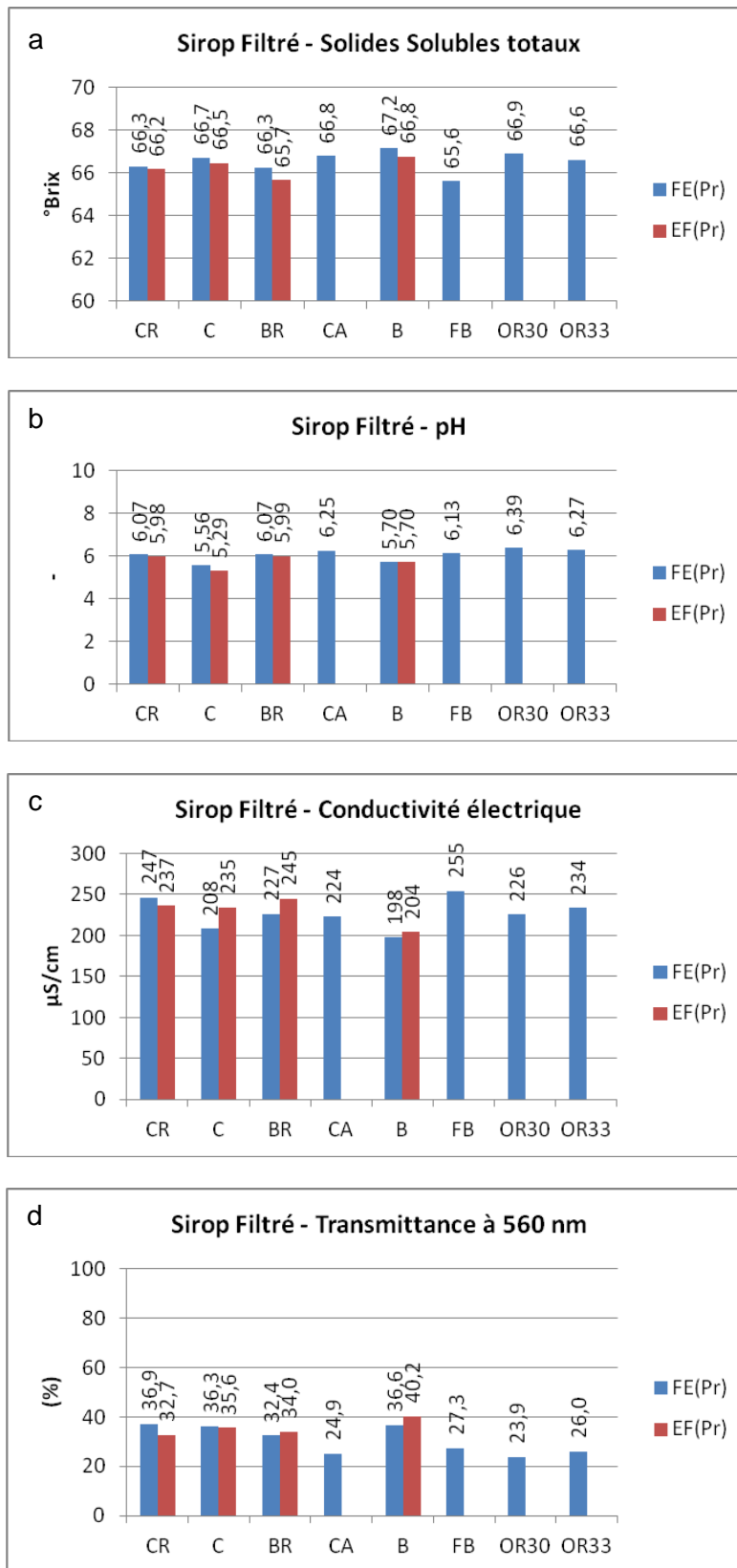


Figure 7. Propriétés physicochimiques des échantillons de sirop d'érable a) Solides solubles totaux b) pH c) Conductivité électrique et d) Transmittance à 560 nm

Le Tableau 4 présente les résultats de l'évaluation organoleptique des échantillons de sirop d'érable produits lors des essais. On remarque que la cote principalement utilisée par les vérificateurs de qualité pour catégoriser le goût des échantillons de sirop a été $\sqrt{R1}$. Cette cote signifie qu'une saveur et une odeur désagréables d'origine naturelle ont été détectées (sève). Ce type de défaut de saveur est fréquemment rencontré dans le sirop d'érable produit à partir de la sève récoltée vers la fin de la saison de production. On remarque au Tableau 4, que la saveur du sirop d'érable produit lors des essais n'a pas été affectée de façon particulière suite à l'utilisation des différents antimousses sauf dans le cas du Foam Blast ORG 40. En effet, lorsqu'utilisé dans la condition de production FE(Pr), et ce à deux reprises (B et FB), celui-ci a causé l'apparition d'un défaut de saveur de type $\sqrt{R4}$ (goût d'antimousse détecté par deux vérificateurs de qualité sur les trois consultés). Cet antimousse a, à l'origine, une forte odeur associée à celle de huile de lin et le fait que les interventions aient été presque toutes réalisées juste avant la sortie du sirop explique peut-être cet effet (Tableau 5).

Tableau 4. Résultats de l'évaluation organoleptique des échantillons de sirop produits

Antimousse utilisé ¹		Vérificateur 1	Vérificateur 2	Vérificateur 3	Consensus
Intensité de chauffage (Plis-Plat) : EF(Pr)					
CR	Atmos 300K	$\sqrt{}$ (sève)	$\sqrt{R1}$ (sève, métal)	$\sqrt{R1}$ (sève)	$\sqrt{R1}$
C	J-305 IP	$\sqrt{R1}$ (acide)	$\sqrt{}$ (sève)	$\sqrt{}$ (caramel)	$\sqrt{}$
BR	Huile de canola	$\sqrt{R1}$	$\sqrt{R1}$ (sève, caramélisé)	$\sqrt{R1}$ (sève)	$\sqrt{R1}$
B	Foam Blast ORG 40	$\sqrt{R1}$	$\sqrt{R1}$ (caramélisé)	$\sqrt{R1}$ (sève)	$\sqrt{R1}$
Intensité de chauffage (Plis-Plat) : FE(Pr)					
	Pré-test	$\sqrt{R1}$	$\sqrt{R1}$ (métal)	$\sqrt{R1}$ (sève)	$\sqrt{R1}$
CR	Atmos 300K	$\sqrt{R4}$ (métal)	$\sqrt{R1}$ (sève, un peu métal)	$\sqrt{R1}$ (sève début)	$\sqrt{R1}$
C	J-305 IP	$\sqrt{}$	$\sqrt{R1}$ (sève)	$\sqrt{}$ (caramel)	$\sqrt{}$
BR	Huile de canola	OK	$\sqrt{}$ (sève)	$\sqrt{}$ (caramel)	$\sqrt{}$
CA	Huile de canola	$\sqrt{}$ (sève brûlée)	$\sqrt{R1}$ (sève)	$\sqrt{}$ (caramel)	$\sqrt{}$
B	Foam Blast ORG 40	$\sqrt{}$	$\sqrt{R4}$ (antimousse)	$\sqrt{R4}$ (antimousse)	$\sqrt{R4}$
FB	Foam Blast ORG 40	$\sqrt{R1}$ (brûlé)	$\sqrt{}$ (caramel, antimousse?)	$\sqrt{R4}$ (antimousse, huile, brûlé)	$\sqrt{R1}$ (sève, léger antimousse)
OR30	Organic 3000	$\sqrt{R1}$ (sève, brûlé)	$\sqrt{}$ (caramel)	$\sqrt{}$ (caramel)	$\sqrt{}$ (caramel)
OR33	Organic 3300	$\sqrt{R1}$ (sève, brûlé)	$\sqrt{}$ (caramel, métal)	$\sqrt{R1}$ (sève)	$\sqrt{R1}$ (sève)

1. Les codes identifiés en rouge sont ceux des productions supplémentaires présentées dans ce rapport

Tableau 5. Nombre d'interventions dans les casseroles à fond plat

		Nombre d'interventions		
		Casserole 4	Casserole 5	Casserole 6
BR (FE)	Huile de canola	0	1	5
CA	Huile de canola	2	1	3
B(FE)	Foam Blast ORG 40	1	3	5
FB(FE)	Foam Blast ORG 40	3	1	4
OR30 (FE)	Organic 3000	2	1	5
OR33 (FE)	Organic 3300	2	1	6

1. Les codes identifiés en rouge sont ceux des productions supplémentaires présentées dans ce rapport

Malgré le fait que les interventions réalisées avec l'huile de canola (CA et BR) et les antimousses Organic 3000 (OR30) et 3300 (OR33) aient aussi été faites juste avant la sortie, on remarque que la saveur du sirop d'érable produit n'a pas été affectée de la même façon que lors de l'utilisation du Foam Blast ORG 40. L'huile de canola biologique vierge a donc fait bonne figure lors de ces tests pilotes et ce, malgré son arôme et son goût qui rappelle légèrement ceux du navet. Le fait d'avoir utilisé une huile fraîche et non oxydée et ce, en très petite quantité, a probablement permis d'éviter l'apparition de défauts de goût dans le sirop produit dans ces conditions particulières. Considérées comme des ingrédients, les huiles végétales entrent habituellement dans les préparations alimentaires et plus elles sont vierges, plus elles sont fragiles¹. Malgré le fait qu'elle peuvent avoir un effet sur la mousse, ces huiles ne sont pas aussi efficace qu'un véritable antimousse. Elles sont riches en acides gras mono- et polyinsaturés et, de ce fait, sont susceptibles au rancissement en présence d'oxygène. Elles se dégradent rapidement lorsqu'exposées à la chaleur, à la lumière et à l'air, et peuvent développer un goût âcre et une odeur désagréable (Cuvelier et al., 2012). Les essais réalisés en entreprises au printemps 2016 (Martin, 2016), avaient d'ailleurs démontré que l'huile de canola biologique pouvait parfois engendrer des problèmes de qualité dans le sirop produit. Son efficacité semblait diminuer au fur et à mesure du déroulement des tests et la mousse a même submergé les gobelets dans certaines conditions. Une odeur désagréable au dessus des casseroles a également été observée par certaines entreprises (végétal à l'odeur et au goût dans le réduit).

Selon leur fiche technique respective, les antimousses OR30 et OR33 présentent une odeur douce ou «*Mild Organic*» s'apparentant à l'huile végétale. Leur formulation à plusieurs ingrédients

¹ Point de fumée de l'huile de canola biologique vierge (La Maison d'Orphée) : 225F / 107°C

les rend plus efficaces et plus stables que l'huile végétale pure, lorsqu'utilisés en très petite quantité en production industrielle (Magrabar, LLC A Münzing Company). Ces deux antimousses pourraient donc être des alternatives intéressantes pour le secteur de la production acéricole biologique.

CONCLUSIONS

Les deux antimousses biologiques, le Magrabar® Organic 3000 et le Magrabar® Organic 3300, ont été testés dans l'évaporateur pilote du Centre ACER en condition FE(Pr) pour valider leur potentiel en production et vérifier leur impact sur le goût du sirop produit. Ils ont été comparés à l'huile de canola biologique, un produit de référence, ainsi qu'au Foam Blast ORG 40, un antimousse biologique ayant causé des défauts de goût dans le sirop produit. Les mêmes conditions de production que lors des tests précédents ont été utilisées à des fins de comparaison. Les résultats obtenus ont démontré que ces différents antimousses se sont comportés de façon similaire, i.e. que le nombre d'interventions dans la section des casseroles à fond plat a été approximativement le même. On a pu encore un fois vérifier que l'efficacité des antimousses biologiques est généralement moins bonne que les produits non biologiques (Atmos 300K ou J-305 IP Sans OGM). La composition des produits antimoussants certifiés biologiques est assez proche de celle des huiles végétales ce qui peut expliquer la similitude des comportements antimoussants. À l'instar des autres produits testés, aucun effet particulier n'a été observé sur les propriétés physicochimiques du sirop d'érable produit lors des essais avec les antimousses Magrabar® Organic 3000 et Magrabar® Organic 3300. La saveur du sirop produit n'a pas été affectée de façon particulière suite à l'utilisation de ces deux antimousses contrairement au Foam Blast ORG 40. Lorsqu'utilisé dans la condition de production FE(Pr), où la chaleur est plus intense sur les plats, cet antimousse a causé l'apparition d'un défaut de saveur de type $\sqrt{R4}$ (goût d'antimousse détecté par deux vérificateurs de qualité sur les trois consultés). Les résultats obtenus ont donc permis de démontrer qu'il est possible de contrôler le niveau de la mousse en utilisant un produit antimoussant biologique tel que le Magrabar® Organic 3000 et le Magrabar® Organic 3300 sans causer de problème au niveau de la qualité du sirop produit dans les conditions des tests. Ces deux antimousses pourraient donc être des alternatives intéressantes pour le secteur de la production acéricole biologique.

REMERCIEMENTS

Nos sincères remerciements aux équipes du Centre ACER et d'ACER Division Inspection inc. qui, comme toujours, ont fait un travail assidu et de qualité. Un merci spécial à Raymond Bernier, conseiller acéricole du MAPAQ, pour sa contribution en temps et en expertise au projet.

Le Centre ACER tient à souligner le soutien financier du Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation du Québec à ces travaux.

DOCUMENTS DE REFERENCE

- Bureau de Normalisation du Québec. 2001. Norme Sirop d'érable – Caractéristiques et méthodes d'essais. 8280-005/2001. 35 p.
- Cuvelier, M.E. et Maillard, M.N. 2012. Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. OCL, 19(2), p.125-132. (DOI 10.1684/OCL.2012.0440).
- Fédération des producteurs acéricoles du Québec. 2017. Vérification de la qualité du sirop d'érable en vrac :
http://fpaq.ca/wp-content/uploads/2016/03/FPAQ_DepliantACER_Infographics_EPR02.pdf
- Martin, N. 2011. Ce qu'il faut savoir sur le contrôle du gonflement dans les casseroles par les antimousses. Fédération des producteurs acéricoles du Québec, Info-Sirop Hiver 2011, p.6-7.
- Martin, N. 2016. Essais et validation de deux nouveaux produits antimousses en production acéricole. Centre ACER, Rapport 4010170-FIN-300916.
- Martin, N. 2017. Optimisation du contrôle du moussage dans les casseroles de l'évaporateur en production acéricole. Centre ACER, Rapport 4010117-FIN-1102 V.2.
- Pelton, R. 2002. A review of antifoam mechanisms in fermentation. J. Ind. Microb. & Biotechnol., 29, 149–154.
- Santé Canada. 2013. Position de Santé Canada sur les huiles hautement raffinées dérivées de sources d'allergènes alimentaires, Bureau d'innocuité des produits chimiques. 9 pages.