



Centre de recherche de développement et de transfert technologique en acériculture

**Siège social**

3600, boul Casavant Ouest  
Saint-Hyacinthe, Qc, J2S 8E3  
Tel : (450) 773-1105  
Fax : (450) 773-8461

**Bureau de Québec**

1140, rue Taillon  
Québec, Qc, G1N 3T9  
Tel : (418) 643-8903  
Fax : (418) 643-8350

## **Projet de recherche: Rapport final**

### **Caractéristiques chimiques et nutritives du sirop d'érable.**

#### **Les arômes du sirop d'érable.**

Par: Johanne Dumont, chimiste

Colloaborateurs : Liliane Lacroix  
Luc Desbiens



## Résumé

Soixante-dix-neuf échantillons de sirop d'érable provenant de 5 érablières différentes du Québec et récoltés lors des saisons de coulée 1992 et 1993, ont été analysés par chromatographie gazeuse afin de déterminer leur profil d'arômes volatils. Quatorze composés ont été détectés, dont des composés issus de la dégradation thermique des sucres et des composés phénoliques issus de la lignine. Ces mêmes sirops ont été soumis à une évaluation sensorielle pour attribuer un terme descriptif au goût dominant perçu et pour leur accorder une cote de préférence.

Une analyse des résultats a permis de constater que les sirops contenant le moins de composés issus de la dégradation des sucres et dont les teneurs en composés phénoliques détectés (vanilline, syringaldéhyde et coniférol) sont moyennes, sont les favoris. Des composés tels que le méthylcyclopenténolone ("maple lactone") sont cependant appréciés dans les sirops que l'on désire relevés pour les utiliser comme ingrédient, par exemple. Par contre, la présence de gáiacol, de 2-(5H)-furanone et de 4H-pyranone ne seraient pas souhaitables. La formation de ces derniers étant catalysé par la présence d'acides aminés et favoriser par un traitement thermique intense, des recherches futures pourraient porter sur l'amélioration des propriétés gustatives des sirops, dans ce sens.

De plus, sachant que les composés phénoliques libres sont en partie, libérés de l'hydrolyse de la lignine, il serait intéressant de développer un moyen de favoriser cette hydrolyse tout en évitant les caramélisations trop intenses.



Introduction .....	1
Objectifs du projet .....	2
Matériel et méthode .....	2
Échantillons de sirop .....	2
Méthodes d'analyses .....	2
Chromatographie gazeuse des arômes volatils .....	2
Mesures du pH et du taux de transmission de lumière .....	3
Évaluation sensorielle .....	3
Résultats et discussion .....	4
Conclusion .....	7
Remerciements .....	8
Bibliographie .....	8
Annexe 1 .....	14
Annexe 2 .....	15

# Caractéristiques chimiques et nutritives du sirop d'érable.

## Les arômes du sirop d'érable.



### Introduction

L'intérêt d'identifier les composés responsables de la saveur du sirop d'érable a grandi avec le développement de la commercialisation de ce produit. C'est grâce à l'apparition de nouvelles techniques analytiques comme la chromatographie gazeuse, que Underwood et Filipic (1963) ont pu identifier la vanilline, la syringaldéhyde et le dihydroconiférol dans le sirop d'érable.

Ces mêmes composés ont aussi été identifiés dans la sève d'érable (Filipic et Underwood, 1964). Leurs travaux progressant, ils identifient l'acétol (hydroxy-2-acétone), l'acétoïne et le méthylcyclopenténolone ("maple lactone"). Ces trois derniers produits n'étant pas présents dans la sève, leur présence est attribuée à la dégradation thermique des sucres. Jusqu'alors les travaux avaient permis l'identification de plusieurs composés mais leur teneur ou la variation de leur teneur d'un échantillon à l'autre n'avait pas fait l'objet d'étude. La faible sensibilité des appareils analytiques de l'époque obligeait ces équipes de recherche à utiliser des quantités importantes de sirop (3 gallons pour une seule analyse) et de procéder à des extractions en continu amenant de nombreux artefacts provenant du solvant et de la technique d'extraction (Filipic et coll., 1969). A ce moment, on associe le goût du sirop d'érable au traitement thermique et à la dégradation alcaline de la lignine et des sucres qui se produisent au cours de l'évaporation. Underwood (1971) rapporte alors une étude préliminaire sur l'effet du traitement thermique sur le profil chromatographique des composés volatils d'un sirop. On y démontre que les composés provenant de la lignine, telle que la vanilline, augmentent légèrement avec un traitement thermique doux, mais sont ensuite décomposés si on poursuit le traitement thermique plus intensément. L'acétol, l'isomaltol (3-hydroxy-2-furyl-méthyl-cétone) et le méthylcyclopenténolone, produits provenant de la dégradation des sucres, augmentent avec le traitement thermique et leur formation est favorisée par un pH alcalin. Lorsque le pH s'acidifie, l'augmentation de la teneur en ces composés ralentit pour faire place à des furfurals et hydroxyméthylfurfural (I-IMF) associés à des saveurs fortes et à tendances désagréables.

Dans une étude comparative entre le sirop de bouleau et le sirop d'érable (Kallio, 1988), les principaux composés identifiés dans le sirop d'érable ont été un peu différents de ceux que les équipes précédentes avaient identifiés. Par exemple, l'acétol et l'isomalt ne sont plus présents alors que le méthylcyclopenténolone n'est plus majoritaire. D'autres produits ont cependant été identifiés, tels que l'hydroxy-3-méthyl-2-cyclopentén-1-one, le catéchol (1,2-dihydroxybenzène) et des dihydroxyméthylbenzène. Dans ce cas, comme dans les études précédentes, seulement quelques échantillons (un seul, le plus souvent) ont été analysés. Les différences entre les profils chromatographiques obtenus si elles peuvent être attribuables aux différences entre les techniques d'extraction, pourraient aussi être liées aux variations d'un échantillon à l'autre.

D'autre part, jusque-là, on ne connaît pas vraiment l'importance relative qu'aurait chacun de ces composés sur le goût du sirop d'érable, ni si leur présence est souhaitable ou pas. En d'autres termes, les profils d'arômes n'ont pas été liés à la qualité sensorielle des sirops. Récemment, une contribution à la connaissance de l'arôme du sirop d'érable a cependant été apportée (Belford et coll., 1991). On y a étudié l'importance relative des méthylcyclopenténolone, furanéol, 4,5-diméthyl-3-hydroxy-2(5H)furanone ("sugar furanone"), gaiacol et vanilline, identifiés dans 6 échantillons de sirops différents comme composés responsables du goût d'érable. Le gaiacol est sensoriellement détecté à aussi peu que

0.005 ppm, le furanéol à 0.1 ppm, le “sugar furanone” à 0.5 ppm, la vanilline à 1.5 ppm et le méthylcyclopenténolone à 5.0 ppm. Le gaïacol y est associé à un goût de médicament ou de fumée, le furanéol à un goût de caramel ou de barbe-à-papa, le “sugar furanone” à un goût de sucre brûlé ou un goût riche, le méthylcyclopenténolone à un goût d’érable ou à un goût riche et la vanilline à la vanille, bien connue. Notons que ces évaluations sensorielles ont été menées dans le Wisconsin avec des panélistes déclarant être des consommateurs réguliers ou occasionnels de sirop d’érable, incluant les sirops de table à saveur artificielle d’érable. Ces panélistes ne peuvent donc être considérés comme étant des experts du sirop d’érable.



## Objectifs du projet

Ce travail se veut une étude plus complète du profil d’arômes des sirops d’érable, par un échantillonnage important (79 sirops provenant de 5 producteurs, sur 2 saisons) et de leur relation avec les qualités sensorielles de ces mêmes sirops. Ainsi, les échantillons ont d’abord été analysés par chromatographie gazeuse pour déterminer leur composition en arômes volatils. Ces mêmes échantillons ont aussi été soumis à une analyse sensorielle pour leur attribuer un qualificatif descriptif et une cote de préférence. Les résultats sont ensuite analysés pour établir la correspondance entre la composition en arômes volatils, le qualificatif descriptif et la cote de préférence. Ce travail devrait apporter des précisions quant à la diversité des qualités gustatives des sirops d’érable pour en mieux comprendre les origines et pour tirer un meilleur parti de cette diversité.



## Matériel et méthode

### Échantillons de sirop

Les échantillons de sirop proviennent de 5 producteurs différents du Québec. Ils furent récoltés durant la saison 1992 (2 producteurs) et la saison 1993 (3 producteurs). L’étalement de l’échantillonnage sur 2 saisons et provenant de plusieurs producteurs nous permet une diversité de type de sirop et limite les biais liés aux méthodes de production et à la variation météorologique d’une année à l’autre. Les échantillons sont mis en conserve à chaud (85%) à l’érablière, et entreposés à 4 °C au laboratoire, jusqu’à l’analyse.

Pour les diverses analyses, ces échantillons sont sélectionnés de façon aléatoire à l’intérieur d’une même saison. Pour chaque échantillon, les analyses chimiques sont faites en triplicata.

### Méthodes d’analyses

*Chromatographie gazeuse des arômes volatils.*

Pour l’analyse des arômes volatils par chromatographie gazeuse, les échantillons doivent d’abord subir une extraction des volatils selon une méthode décrite par Kallio (1987 et 1989), adaptée comme suit: 30 g de sirop est agité quatre fois avec 25 ml d’éther-pentane (2:1) “Accusolv” (Anachemia Canada Inc.). Chaque agitation est de 10 minutes à 175 RPM (Orbit shaker lab-line) à température de la pièce. Cinquante µl de laurate de méthyle 1000 ppm (Cl2 méthylé, Aldrich chemical Company Inc.) est ajouté à chacune des fioles (250 ml) comme étalon interne.

Les extraits sont versés dans une ampoule à décanter (125 ml). La phase aqueuse est décantée et la phase étherée est asséchée avec 1 g de sulfate de magnésium (MgSO<sub>4</sub>) anhydre. L'extrait est ensuite évaporé sous pression réduite à 1 ml (environ) à une température de 34 °C et 100 RPM sur l'évaporateur rotatif (Rotovapor EL 131, Brinkmann). Le ballon (125 ml) est rincé pour obtenir un volume final de 5 ml (fiolle volumétrique 5 ml). Les ballons sont gardés sur la glace tout au long de l'expérience. L'extrait est transféré dans une bouteille et sera congelé à - 40 °C jusqu'à l'analyse chromatographique. Une liste de 20 composés volatils a été établie à partir de la littérature. La courbe étalon avait des concentrations variant de 0,030mg/ml à 0,070 mg/ml pour le furanéol, le catéchol et coniférol et de 0,010 mg/ml à 0,030 mg/ml pour les autres étalons. Les échantillons sont injectés dans le chromatographe en phase gazeuse (Hewlett Packard #5890) muni d'un détecteur de type FID ("flame ionisation detector") et d'un intégrateur (HP 5890 A). Une colonne capillaire (fused silica capillary column, J&W Scientific) DB-210 de 30 mètre de long (0,5 micron diamètre) est branchée en mode splitless ("purge delay: 30 sec").

La température à l'injecteur est de 170 °C, et de 300 °C pour le détecteur. Le débit d'hélium total est de 20 ml/min alors que la pression de tête de la colonne est à 60 kPa ou 8,5 psi. Le programme de température pour le four s'effectue comme suit:

40 °C (6 min) ----- 90 °C (0,5 min) à 1,5 °C/min  
90 °C ----- 180 °C (0,5 min) à 4,0 °C/min  
180 °C-----220 °C (1 0 min) à 20,0 °C/min

Un µl est injecté pour chaque analyse.

On retrouve un exemple de chromatogramme à l'Annexe 2.

A partir des résultats de chromatographie, on calcule un taux de "caramel total" en additionnant les teneurs en acétol, acétoïne, "maple lactone", furanéol, gaïacol, catéchol, 2(5H)-furanone et 4(H)-pyranone.

#### *Mesures du pH et du taux de transmission de lumière.*

Les lectures de pH sont prises à l'aide d'un pH-mètre ( Radiometer Copenhagen, #PHM82) calibré avec des solutions de référence à pH 4 et 7. Le taux de transmission de lumière du sirop à 560 nm (%T560) est mesuré à l'aide d'un spectrophotomètre (Reckman, Du-7 spectrophotometer) à une longueur d'onde de 560 nm et le glycérol (Mallinckrodt, qualité analytique) est utilisé comme référence.

Tous les échantillons de sirop sont laissés à la température de la pièce, au moins une heure, et agités avant l'analyse.

#### *Évaluation sensorielle.*

Les 79 échantillons de sirop ont été soumis à une évaluation sensorielle en 7 séances, à raison de 10 à 13 échantillons par séance. Six personnes travaillant dans le secteur acéricole depuis plusieurs années formaient le panel d'experts. Chaque panéliste goûtait les sirops individuellement, décrivant le caractère du goût dominant qu'il perçoit pour chaque échantillon. Les panélistes devaient aussi classer les sirops selon leur préférence, le 1 correspondant à l'échantillon le plus apprécié. En table ronde, chaque description donnée est recueillie et un consensus permet l'attribution d'une étiquette. Un glossaire décrivant ces étiquettes a donc été élaboré lors de ces séances de dégustation (Annexe 3).

Les ordres de préférence étaient aussi compilés pour établir une cote à chaque échantillon de sirop. La cote normalisée se calcule comme suit:  
somme des cotes/nombre de panelistes/nombre de sirop pour cette séance.

Par exemple, un sirop parfait aurait une cote de:

$$1+1+1+1+1+1/6/12=0.083;$$

et le pire des échantillons aurait une cote de

$$12+12+12+12+12+12/6/12=1.$$



## Résultats et discussion

Des 20 composés aromatiques retenus au départ, 8 se retrouvent dans tous les échantillons des différents producteurs (saison 92 et 93). Les composés tels l'acétol, l'acétoïne, le 2-furfuryl-alcool, le "maple lactone" (méthylcyclopentenolone), le 5-hydroxyméthyl-furfural (HMF), la vanilline, le coniférol et la syringaldehyde, sont détectés à des concentrations variant de 0,1 mg / kg sirop à 16,0 mg / kg sirop. De plus, dans certains échantillons, nous avons détecté la présence de gâïacol, de catéchol, de 2(5H)-furanone et 4H-pyran-4one. Ces composés sont à des concentrations variant de 0,1 mg à 8,0 mg / kg sirop. Trois autres composés, le 2-éthyl-1-hexanol, le furanéol et le 4-hydroxy-benzaldéhyde sont observés dans certains autres échantillons. La méthode d'analyse utilisée permet donc de détecter ces composés à des concentrations de l'ordre du ppm (mg/Kg) avec une limite de détection de l'ordre du centième de ppm. Ainsi, 14 composés volatils ont été identifiés dans les échantillons analysés. La liste de ces composés et de leur origine probable sont présentées au tableau 1.

**Tableau 1.** Arômes volatils identifiés

	<b>Identité</b>	<b>Origine</b>
P1	acétol	caramélisation
P2	acétoïne	fermentation
p3	2-furfuryl-alcool	caramélisation
P4	2-éthyl-hexanol	non déterminé
P5	maple lactone	caramélisation
P6	furanéol	caramélisation
P7	guaiacol	caramélisation
P8	2-(SH)-furanone	caramélisation
P9	4H-pyranone	caramélisation
p10	HMF	dégradation acide
P11	4-hydroxy-benzaldéhy	lignine
P12	vanilline	lignine
P13	coniférol	lignine
P14	syringaldéhyde	lignine

Les résultats sommaires concernant l'évaluation sensorielle des sirops sont présentés au tableau 2, les différents échantillons étant classés selon leur étiquette et en ordre décroissant de préférence, c'est-à-dire

en ordre croissant de cote. Pour faciliter l'interprétation et la compréhension, les résultats des analyses d'arômes volatils sont présents aux figures 1 à 4, par catégorie (étiquette) de sirop. Les valeurs rapportées représentent la moyenne des échantillons de chaque catégorie. Afin de ne pas alourdir la représentation graphique des résultats, les écarts types de chaque valeur n'ont pas été inscrits.

**Tableau 2.** Résultats sommaires

	Nombre de sirops	Cote moyenne
Sirop nouveau	4	0,138
Érable doux	4	0,192
Érable standard	10	0,298
Lég. Caramélisé	6	0,310
Érable prononcé	3	0,438
Caramélisé	4	0,488
Caramélisé + sève	2	0,535
Boisé	9	0,436
Alcalin	1	0,569
Glucose	1	0,582
Sucre cuit	5	0,605
Gras rance	3	0,622
Produit chimique	1	0,650
Écorce + sève	1	0,603
Sève	4	0,652
Sucre brûlé	2	0,743
Bourgeon	10	0,835
Écorce	6	0,842
Sève à bourgeon	1	0,861
S. brûlé + bourgeon	1	0,909
S. brûlé + sève	1	0,950

Les échantillons étiquetés “sirop nouveau” ont été les préférés, suivis des sirops de type “érable doux”. Les chromatogrammes de ces deux types de sirop ont la particularité de ne comporter qu'un taux très faible d'arômes volatils de la famille des caramels (acétol, acétoine, etc.). On y détecte surtout l'hydroxyméthylfurfural (HMF), produit de dégradation acide des sucres, et la vanilline, le coniférol et la syringaldéhyde, composés phénoliques provenant de la lignine. Bien que les “sirops nouveaux” soient évalués comme étant meilleurs aux sirops de type “érable doux”, leurs chromatogrammes ne semblent pas significativement différents. D'autres familles de composés pourraient être investiguées pour connaître ce qui donne le parfum et la longueur en bouche des sirops dits “nouveaux”. Belford (1991) a suggéré que la richesse du goût d'érable peut être attribuée à un composé du type 5'-ribonucléotide (cytokinines). Des composés de ce type, ont par ailleurs été identifiés dans la sève d'érable (Waseem et coll. 1991). On en retrouve aussi dans certains rehausseurs de saveurs commerciales (Kuninaka A., 1981). Le profil des acides carboxyliques serait une autre voie à vérifier, compte tenu qu'il peut y avoir des variations de ces composés d'un échantillon à l'autre (Mollica et Morselli, 1984). D'autre part, le pH moyen de ces deux groupes de sirops est semblable ( $7.11 \pm 0.54$  et  $7.02 \pm 0.47$  pour les sirops nouveaux et de type érable doux, respectivement) alors que les sirops nouveaux ont tendance à être un peu plus foncés que les sirops de type érable doux ( $69.0 \pm 3.2$  %T560 et  $78.4 \pm 3.9$  %T560 respectivement).

Dans les sirops de type “érable standard” tous les arômes volatils détectés ont tendance à être plus concentrés et le pH légèrement plus alcalin ( $7.42 \pm 0.44$ ) que dans les deux types de sirops précédents. Tel



que mentionné dans une étude précédente (Dumont et coll., 1993), un pH alcalin favorise le développement de la couleur du sirop au moment de l'évaporation. Cette dégradation alcaline serait aussi liée à la formation de composés tels que l'acétol (Lento et coll., 1960). La présence de composés de type caramel peut être liée dans ce cas à un pH alcalin amenant une baisse du taux de transmission de la lumière moyen ( $53.1 \pm 8.3 \%T_{560}$ ). D'autre part, la principale différence que l'on peut noter entre les sirops de type "érable standard" et "légèrement caramélisé" est la teneur en "maple lactone" qui n'est pas détectée dans les sirops "légèrement caramélisés". Les taux de transmission de lumière moyens sont du même ordre quoiqu'il ait une plus grande variabilité pour les sirops "légèrement caramélisés".

Les pH de ces deux types d'échantillons sont du même ordre, soit  $7.42 \pm 0.44$  pour "érable standard" et  $7.33 \pm 0.72$  pour les "légèrement caramélisés".

Toujours par ordre décroissant de préférence, viennent ensuite les sirops de type "érable prononcé". Ceux-ci ont tendance à avoir des taux d'acétol, d'acétoïne, et d'éthyl-hexanol et de syringaldéhyde plus élevés que le groupe précédent, un taux de HMF légèrement plus faible et des taux de vanilline et de coniférol comparables. Leur pH est aussi plus alcalin ( $7.74 \pm 0.11$ ) et leur taux de transmission plus faible ( $38.7 \pm 6.3\%$ ) que ceux des types précédemment discutés. Les sirops "caramélisés" ont une teneur en arômes de type caramel total (4.425 ppm) semblable aux sirops de type "érable prononcé" (4.715 ppm) mais le profil est différent avec la présence de furanéol et gaïacol. Les taux de HMF sont semblables à ceux des sirops "érable standard". Les sirops au goût de sucre cuit ont des teneurs en composés phénoliques semblables aux sirops "érable standard", avec des teneurs en arômes de type caramel plus élevées (7.716 ppm), un pH moins alcalin ( $7.26 \pm 0.64$ ) et un taux de transmission plus faible ( $26.5 \pm 7.5$ ). Ce pH moins alcalin et cette caramélisation peuvent être liés à un traitement thermique prolongé ou plus intense (Underwood, 1971).

Les échantillons caractérisés comme ayant un goût de sucre brûlé, ont des teneurs en acérol, acétoïne, HMF et syringaldéhyde se rapprochant de ceux des échantillons "sucre cuit". La caractéristique de ces sirops est la teneur importante en furanéol et "maple lactone", mais surtout la présence de forte teneur en gaïacol. Comme mentionné en introduction, ce composé est associé à un goût de médicament ou de fumée et a un seuil de détection très faible (0.005 ppm) (belford et coll., 1991). On peut associer le goût désagréable de ce sirop à la présence de ce composé. Ces échantillons présentent aussi des pH encore moins alcalins ( $7.04 \pm 0.10$ ) et des taux de transmission encore plus faibles ( $7.1 \pm 3.1$ ).

Les sirops boisés ont des taux d'arômes de type caramel total (1.891 ppm) se rapprochant des sirops légèrement caramélisés mais leurs teneurs en vanilline, coniférol et syringaldéhyde sont plus faibles. Leur pH est plus alcalin ( $7.75 \pm 0.23$ ) mais leur taux de transmission de lumière est plus élevé ( $63.4 \pm 10.7$ ).

Le sirop alcalin tout en étant semblable au sirop boisé en ce qui concerne les vanilline, coniférol et syringaldéhyde et le pH, se rapproche davantage des sirops caramélisés pour ce qui est de certains arômes de type caramel (acétol, acétoïne et éthyl-hexanol). Les goûts d'écorce, comme les goûts boisés pourraient ne peuvent être liés à des composés volatils détectés par la méthode d'analyse utilisée dans le présent projet. Ils pourraient être liés à la présence de composés phénoliques liés ou de lignine non-hydrolysée. Cette hypothèse serait à vérifier par l'identification des composés phénoliques liés détectés dans la sève dans un autre volet du présent projet. Par ailleurs, on remarque que les sirops au goût d'écorce sont tous des sirops de début de saison.

Les sirops pour lesquels un goût de gras rance a été détecté ont les pH les plus alcalins ( $8.18 \pm 0.69$ ) ce qui peut être un indice d'adultération du sirop par des produits anti-mousse, par exemple. Leur profil d'arômes se rapproche de celui des sirops boisés. L'échantillon étiqueté "glucose" (résultats non-rapportés) et pour lequel certains des panélistes avaient perçu un goût d' "oxydé" avait un chromatogramme où on ne détectait que les HMF, vanilline, coniférol et syringaldéhyde. Il est possible

que des produits d'oxydation des sucres masquent alors les composés phénoliques. En effet, le pH de cet échantillon est assez acide (6.65) ce qui peut être un indice d'oxydation et qui d'autre part a pu freiner la caramélisation. L'échantillon au goût de produit chimique (résultats non-rapportés) a un profil chromatographique semblable au sirop au goût de glucose, la technique d'extraction utilisée ne permettant pas de détecter la présence de résidus de produit de lavage auquel est habituellement associé le goût de produit chimique.

En ce qui concerne les goûts de sève et de bourgeon, ils sont généralement associés à la présence d'acides aminés (Underwood, 1963), lesquels réagissent avec les sucres lors du traitement thermique pour donner les pyrazines (Weenen and Tjan, 1992) et catalyser la formation de produits de réactions de Maillard (Daheny, 1986). La présence d'acides aminés sera discutée dans le cadre d'un autre volet de ce projet. On peut cependant noter que les sirops "bourgeon" sont des sirops de fin de saison à l'exception d'un échantillon (MD0414) qui est un sirop produit suivant un arrêt de coulée.

Quant aux pyrazines formées en présence d'acides aminés, on ne peut les détecter ici, ces composés nécessitant une méthode d'extraction différente. On sait qu'en plus d'avoir un lien avec la présence d'acides aminés, ils ont un lien avec le traitement thermique et ont d'ailleurs déjà été identifiés dans le sirop d'érable (Alli et coll., 1990). <

Les autres échantillons ont des caractéristiques mixtes (sucre brûlé et sève, sucre brûlé et bourgeon). Comme les sirops "sucre brûlé", ils ont aussi des teneurs importantes en composés provenant de la décomposition thermique des sucres ou des réactions de Maillard (éthyl-hexanol, maple lactone, gaïacol, dans les 2 types, et furanone, pyranone, en plus dans le second). La présence de composés aminés pouvant catalyser les réactions de Maillard (Danehy, 1986) ou amener la formation de pyrazines (Weenen and Tjan, 1992), ces sirops ont des goûts tellement accentués qu'ils en sont désagréables.



## Conclusion

En général, les échantillons de cotes variant de 0 à 0.5 peuvent être qualifiés d'agréables. Autour de 0.5, leur qualité est souvent discutable, certains membres du panel n'appréciant pas le goût boisé, par exemple. De 0.5 à 0.8, on retrouve des sirops comportant des défauts et de 0.8 à 0.950, les sirops sont jugés non-comestibles. Ainsi, les sirops favoris sont ceux qui contiennent des teneurs en composés phénoliques libres moyennes et dont les arômes sont peu masqués par des composés issus de la dégradation thermique des sucres. La présence de composés tels que le gaïacol, les furanones et pyranones ne semblent pas souhaitable. Par contre, un autre composé du type caramel, le "maple lactone" serait fort apprécié dans les sirops que l'on désire plus relevés et qui seraient utilisés comme ingrédient. Sachant que les composés phénoliques libres sont en partie libérés de l'hydrolyse de la lignine, il serait intéressant de développer un moyen de favoriser cette hydrolyse tout en évitant les caramélisations trop intenses.

Les goûts boisés et d'écorce n'ayant pas été reliés à des arômes volatils, il serait essentiel Pour pouvoir les éviter, les améliorer ou les éliminer de caractériser les composés responsables de ces goûts. Quant au goût de bourgeon, ils peuvent être évité par de bonnes pratiques de production comme l'assainissement des équipements (C.P.V.Q., 1984) et en évitant de prolonger inutilement la période de coulée.



## Remerciements

Nous désirons d'abord souligner la contribution financière du programme de développement des marchés des produits d'érable d'Agriculture Canada à ce projet. Nous tenons à remercier M. Jacques Lapointe (Agriculture Canada, CRDA St-Hyacinthe) et M. François Brunet (Agriculture Canada, CRDA St-Hyacinthe) pour leur support technique ainsi que pour le prêt de certaines pièces d'équipement, ainsi que tous les participants au panel de dégustation (employés du Service des technologies alimentaires du MAPAQ, et de la Coopérative Les producteurs de sucre d'érable du Québec) sans lesquels ce travail n'aurait pu être complété.



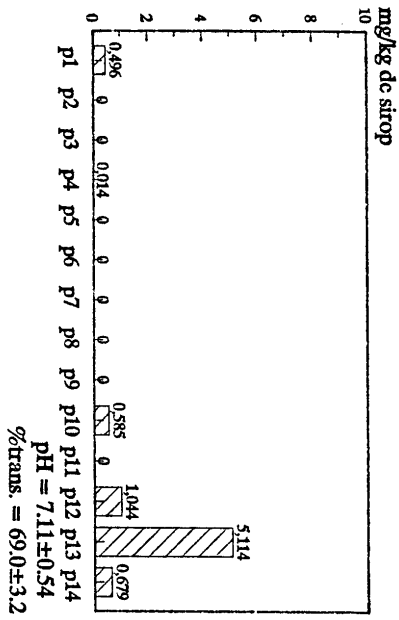
## Bibliographie

- Alli, I., Bourque, J., Metussin, R., Lang, R. et Yaylayan, V. (1990) Identification of pyrazines in maple syrup. *Journal of Agric. Food Chem.* 38(5), 1242-1244
- Belford, A.L., Lindsay, R.C. et Ridley, S.C. (1991) Contributions of selected flavor compounds to the sensory properties of maple syrup. *Journal of sensory studies*, 6, 101-108.
- Belford, A.L., Lindsay R.C. and Ridley S.C. (1992) Bound vanillin in maple sap. *Flavor and fragrance Journal*, 7, 9-13. Conseil des productions végétales du Québec. (1984). Érablière. Lavage et assainissement du système de collecte de l'eau d'érable. Gouvernement du Québec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.
- Danehy J.P. (1986) Maillard reactions ; non-enzymatic browning in food systems with special reference to the development of flavor. *Advances in food research*, 30, 77-137.
- Dumont J., Allard G.B., Riendeau L. (1993) Étude des facteurs les plus susceptibles de contrôler le développement de la qualité (saveur et couleur) du sirop d'érable. Rapport de projet #lai-21360090-121. Entente auxiliaire Canada-Québec sur le développement agro-alimentaire.
- Filipic, V.J. et Underwood, J.C. (1964) Composition of maple sap and sirup some aromatic compounds in sap. *Journal of food science*, 29(4), 464-468.
- Filipic, V.J., Underwood, J.C. et Willits, C.O. (1965) The identification of methylcyclopentenolone and other compounds in maple sirup flavor extract. *Journal of food science*, 30, 1008-1015.
- Filipic, J.C., Underwood, J.C., et Dooley, C.J. (1969) Trace components of the flavor fraction of maple syrup. *Journal of food science*, 34, 105-110.
- Kallio, H.(1988) Comparison and characteristics of aroma compounds from maple and birch syrups. In *Frontiers of flavor, proceeding of the 5th international flavor conference*, edited by G. Charalambous). *Development in food Science*, 17, 241-248.
- Kallio, H.(1987) Effect of heating on the headspace volatiles of finnish birch syrup. *Food chemistry*, 24, 287-299.
- Kallio, H. (1989) Aroma of birch syrup. *J. agric. food chemistry*, 37(5), 1367-1371.
- Kuninaka A. (1981) Taste and flavor enhancers. In *Flavor Research* (R. Flath and R. Teranishi, eds.) p.305,
- Marcel Edkker, New York. Lento H.G., Underwood J.C. and Willits CO. (1960) Browning of sugar solutions. V. Effect of pH on the browning of trioses. *Food Research*, 25, 757-763.
- Mollica, J.N. and Morselli, M.F. (1984) Gas chromatographic determination of nonvolatile organic acids. *J. assoc. off. chemistry*, 67(6), 1125-1129.
- Underwood J.C. (1963) Quick test for "buddy" flavor in maple sirup. *Agricultural research service, U.S. department of Agriculture. ARS 73-42.*

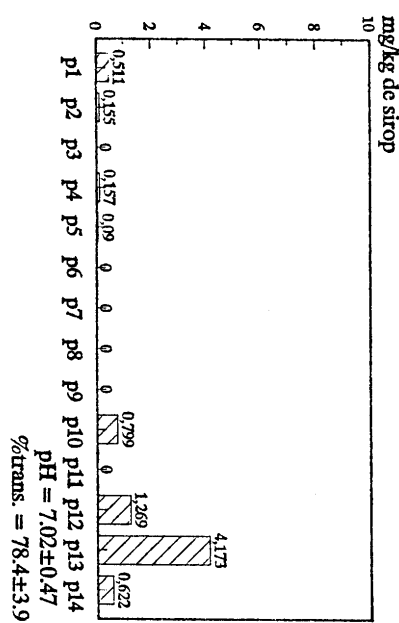
- Underwood J.C. and Filipic V.J. (1963). Gas chromatographic identification of components in maple flavor extract. *J. Assoc. Offic. Agr. Chemists* 46, 334-337.
- Underwood, J.C. (1969) GLC flavor profile of maple sirup. *Journal assoc. off. anal. chemistry*, 52(4), 717-719.
- Underwood, J.C. (1971) Effect of heat on the flavoring components of maple sirup: a preliminary study by gas chromatography. *Journal of food science*, 36, 228-230.
- Waseem M., Phipps J., Carbonneau R. and Simmonds J. (1991). Plant growth substances in sugar maple (*acer saccharum* marsh) spring sap. Identification of cytokinins, abscisic acid and indolic compound. *J. Plant Physiol.*, 138, 489-493.
- Weenen H., S.B. Tjan (1992). Analysis, Structure, and Reactivity of 3-Deoxyglucosone. -Flavors Precursors. Thermal and enzymatic conversions. Chap. 17. R. Teranishi, G.R. Takeoka, M. Giintert, editors. American Chemical Society, Washington DC.

Figure 1.

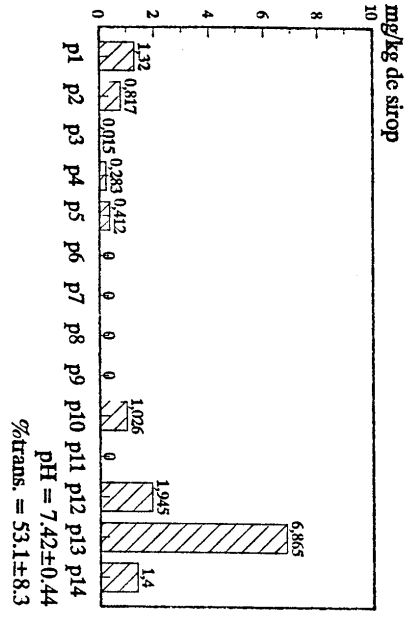
**Sirop nouveau**



**Erable doux**



**Erable standard**



**Légèrement caramélisé**

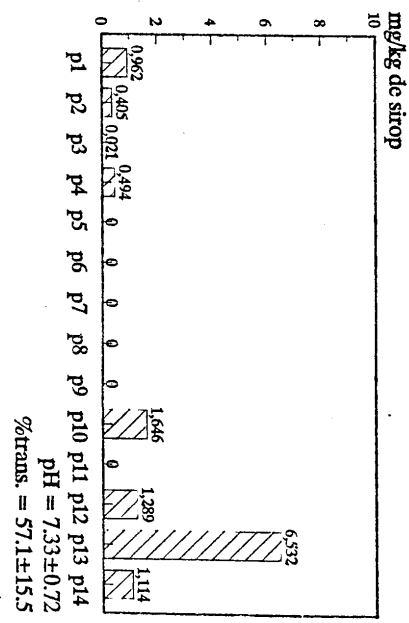
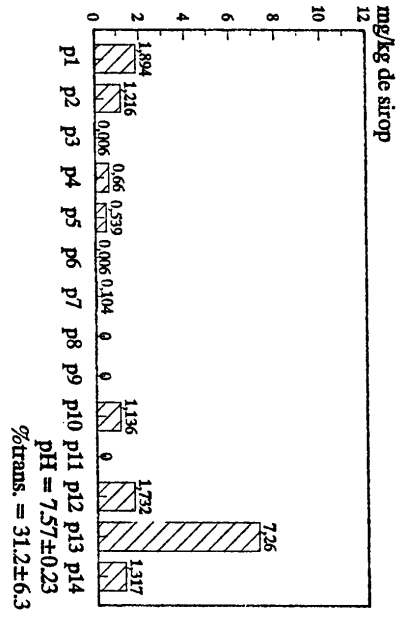
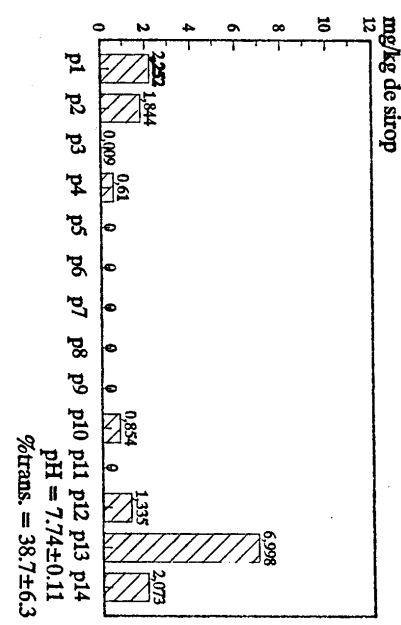


Figure 2.

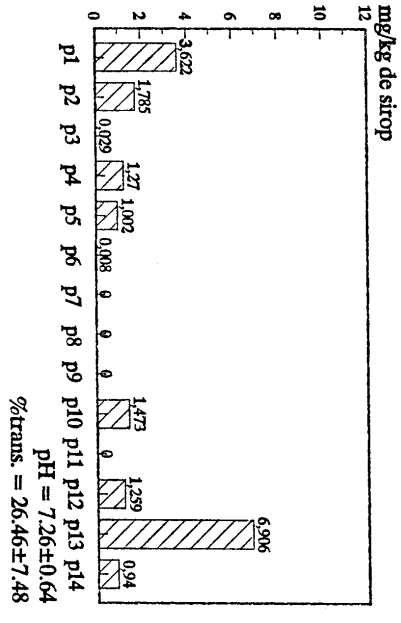
**Caramélisé**



**Erable prononcé**



**Sucre cuit**



**Sucre brûlé**

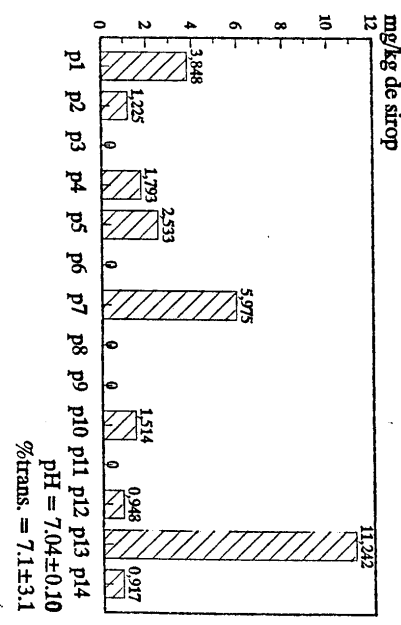


Figure 3.

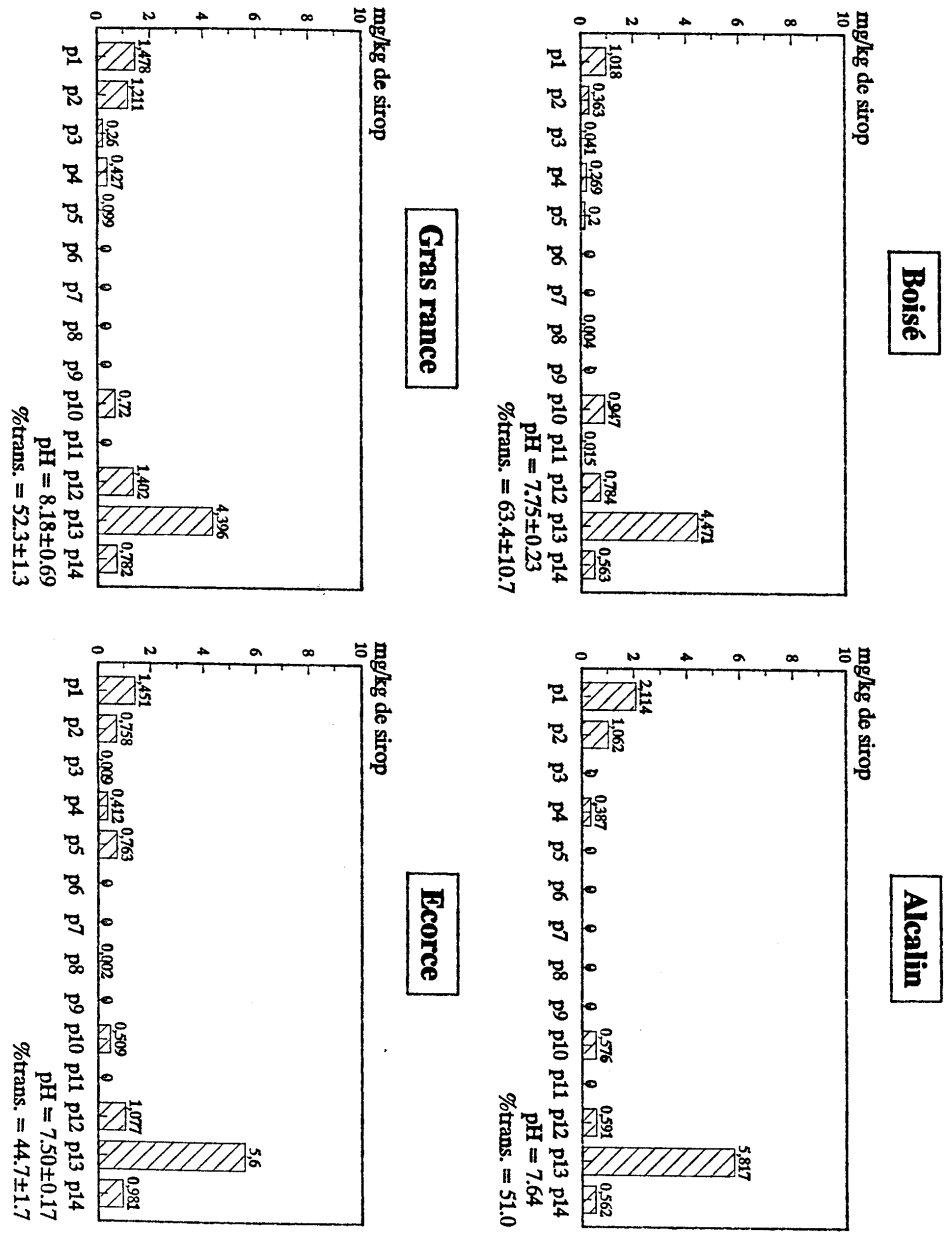
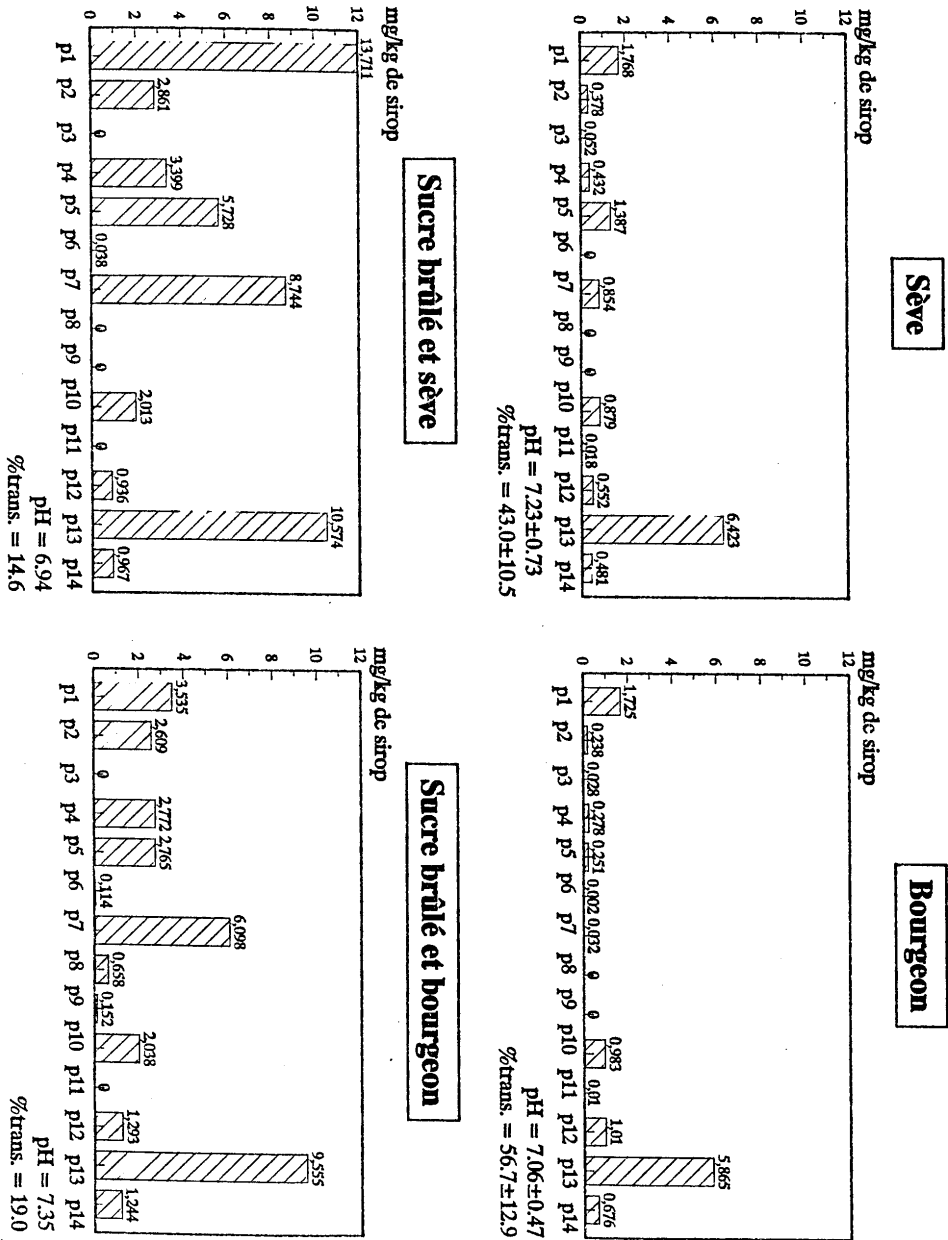


Figure 4.





## Annexe 1

### Évaluation sensorielle du sirop d'érable.

<b>TERMES</b>	<b>Description</b>
érable doux	agréable, léger, doux, non-piquant
sirop nouveau	agréable et parfumé, odeur de réduit, fraîchement bouilli
érable standard	légèrement boisé avec un accent de caramel, équilibré
Érable boisé	goût rappelant l'écorce (dominant), avec un bon accent de caramel
Sirop alcalin	effet tapissant la bouche comme le fait le lait de magnésie
Érable prononcé	accent de caramel soutenu, parfum boisé
Érable légèrement caramélisé	rappelle les noix, très léger accent de sucre cuit
Érable caramélisé	goût de tire sur la neige
Sucre cuit	rappelle la tire Ste-Catherine ou le flan au caramel, effet piquant
sucre brûlé	piquant, mélasse de mauvaise qualité, réglisse noire
écorce	Rappelle la charpie de taille-crayon
sève	rappelle le bourgeon sans être aussi désagréable
bourgeon	goût étrange: "chausson", "carton", "vieux", "vadrouille mal rincée", etc.... désagréable au goût et à l'odeur
gras rance	goût étranger à l'érable provenant probablement de l'usage inadéquat d'anti-mousse
produit chimique	goût étranger provenant probablement de l'usage inadéquat de produits de lavage.

## Annexe 2

1: Sig. 1 of LILI20.0

### ANNEXE 2 Chromatogramme de standards (0,020 mg/ml ou 20 ppm)

