

**Siège social**

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

Bureau de Québec

1665, boul Hamel edifice 2
Local 1.06 Québec, Qc, G1N 3Y7
Tel : (418) 643-8903
Fax : (418) 643-8350

Journée d'information sur la technique de l'osmose inversée

Comparaison des sirops d'érable produits par osmose et par évaporation conventionnelle sur la base de leurs propriétés physiques, chimiques et organoleptiques

Par: Gaston Allard, ing. & agr.



De façon théorique, l'utilisation d'une membrane d'osmose inversée pour la concentration partielle de l'eau d'érable respecte l'esprit et la lettre de la réglementation concernant les produits de l'érable puisque cette technique ne peut être assimilée à du raffinage. En effet, cette technologie permet de concentrer les éléments solubles dans l'eau d'érable et à ce titre, elle peut donc être un substitue valable à l'évaporation.

Il est cependant important de vérifier si l'osmose inversée, en modifiant les conditions générales de fabrication du sirop d'érable (réduction du temps d'évaporation) ne modifie pas les caractéristiques organo-sensorielles des sirops d'érable. Sur la base des résultats obtenus dans le cadre de nos travaux, on peut affirmer que la technique d'osmose inversée n'altère pas de façon mesurable l'appréciation des propriétés de saveur du sirop d'érable puisque ni un panel d'experts ni un panel de consommateurs n'ont été à même de différencier les sirops fabriqués à partir de la même eau d'érable par les deux modes de concentration.



Table des matières

Introduction	1
Description et objectif du projet.....	1
Protocole expérimental.....	2
Dispositif de collecte de la sève	2
Entreposage de la sève	3
Concentrateur O.I.	4
Description	4
Mesures effectuées	4
Entreposage du concentré.....	4
Évaporation	5
Évaporation de la sève.....	5
Évaporation du concentré.....	5
Résultats	6
Échantillonnage.....	6
Propriétés physiques.....	6
La couleur des sirops.....	6
La conductivité.....	7
Les propriétés chimiques.....	8
Les éléments minéraux dans le sirop.....	8
Éléments minéraux dans la sève et le filtrat.....	11
Propriétés organoleptiques	12
Fonctionnement général du concentrateur O.I.	13
Discussion	14
Conclusion.....	15
Bibliographie.....	16
Annexe A	17

Comparaison des sirops d'érable produits par osmose et par évaporation conventionnelle sur la base de leurs propriétés physiques, chimiques et organoleptiques



Introduction

L'avènement des techniques mécanisées de collecte de la sève d'érable avait déjà souligné des problèmes au niveau de la taille et de l'efficacité des évaporateurs. Les hausses vertigineuses des coûts de l'énergie sont venues compliquer la situation en augmentant les coûts de production à un niveau tel que l'on peut déjà prévoir l'impossibilité de fabriquer un sirop d'érable à un prix de revient qui permettrait sa mise en marché.

Dans un tel contexte, la concentration partielle de la sève par osmose inversée devient une des solutions possibles. Cette technique connaît déjà plusieurs applications dans l'industrie (1, 2, 5, 6, 7, 11). Au cours des 20 dernières années, plusieurs chercheurs ont tenté, avec un succès relatif, d'appliquer cette technique à l'érable (3, 4, 8, 9, 10). La difficulté de maintenir les membranes opérationnelles pendant plusieurs saisons ainsi que le coût d'achat des appareils en rendaient cependant l'utilisation de cette technique parfaitement théorique. Les études qui se sont succédées ont toujours montré qu'il était possible de fabriquer du sirop de qualité, mais aucune ne précise exactement l'importance et la nature d'éventuels éléments minéraux et/ou organiques, initialement dans la sève, et qui seraient perdus dans le filtrat.

Le sirop d'érable et ses dérivés sont des produits dont le principal véhicule commercial est l'aspect naturel, la pureté. De plus, leur définition même dans l'esprit de plusieurs consommateurs est liée à une technique d'évaporation lente en casseroles ouvertes. Toute innovation technologique se doit donc, non seulement de diminuer les coûts et de rentabiliser le travail, mais aussi de conserver le plus intact possible le goût et les caractéristiques qui font des produits de l'érable un sucre particulier.



Description et objectif du projet

L'objectif général du projet consiste à évaluer dans son ensemble la technique de l'osmose inversée appliquée à la sève d'érable. Ce rapport d'étape porte sur l'un des objectifs spécifiques du projet, soit l'évaluation des sirops fabriqués à partir d'un concentré produit par osmose inversée comparativement aux sirops produits à partir de la sève en utilisant les méthodes conventionnelles d'évaporation. Les autres sujets abordés au cours de cette étude, et notamment les techniques d'assainissement des membranes, la pasteurisation et le stockage de la sève et du concentré, feront l'objet de communications ultérieures.

Ce rapport décrit les travaux réalisés au cours de la saison de production 1981 au centre acéricole du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec situé à Victoriaville. La plupart des travaux d'analyses ont été exécutés par le laboratoire d'expertises et d'analyses alimentaires du MAPAQ. L'évaluation organoleptique des sirops a été confiée au département de diététique de la faculté des Sciences de l'agriculture et de l'alimentation de l'Université Laval.

AVERTISSEMENT

L'emploi dans ce texte de noms commerciaux (produits et/ou compagnies) vise uniquement à fournir une information spécifique. Par conséquent, la mention de noms commerciaux ne constitue, en aucune façon, une garantie ou une appréciation quelconque de la part du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec concernant ces produits.



Protocole expérimental

Dispositif de collecte de la sève

Le boisé du centre acéricole totalise 2 922 entailles. La sève d'une érablière satellite de 928 entailles a été transportée quotidiennement à la sucrerie principale par camion-citerne. L'ensemble du dispositif de collecte a été maintenu sous un vide partiel de 65 kPa. Les entailles ont été traitées à l'entaillage avec un comprimé de 250 mg de paraformaldéhyde et le dispositif de collecte a été assaini à trois reprises pendant la saison avec une solution à 0,25% d'hypochlorite de sodium. De l'air sous pression a été ajouté pour faciliter les opérations de lavage et de rinçage des tubes collecteurs.

La coulée a débuté le 19 février pour se terminer le 4 avril. La figure 1 illustre les coulées quotidiennes exprimées en litres par entaille.

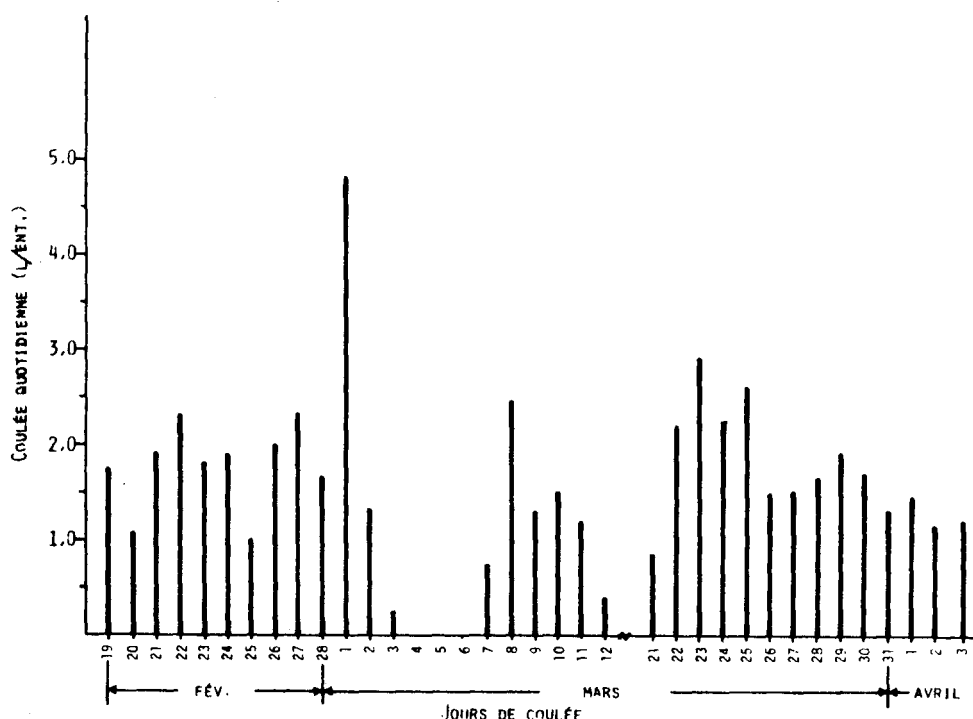


Figure 1: Coulée quotidienne observée au centre acéricole de Victoriaville en 1981.

Entreposage de la sève

Aussitôt extraite du réseau de tubulure, la sève est entreposée temporairement aux stations de pompage. Périodiquement, elle est pompée vers la sucrerie où elle est pasteurisée avant son entreposage dans deux réservoirs ayant -chacun une capacité de 4 500 litres.

Pour maintenir la sève la plus froide possible, ces réservoirs sont remblayés de sable et la sève est refroidie grâce à un échangeur fait de 10 mètres de tuyau de cuivre de 2,5 cm de diamètre immergé dans chaque réservoir. L'eau de refroidissement (2 à 4 °C) coule dans chaque échangeur monté en parallèle à un débit d'environ 8 l/min..

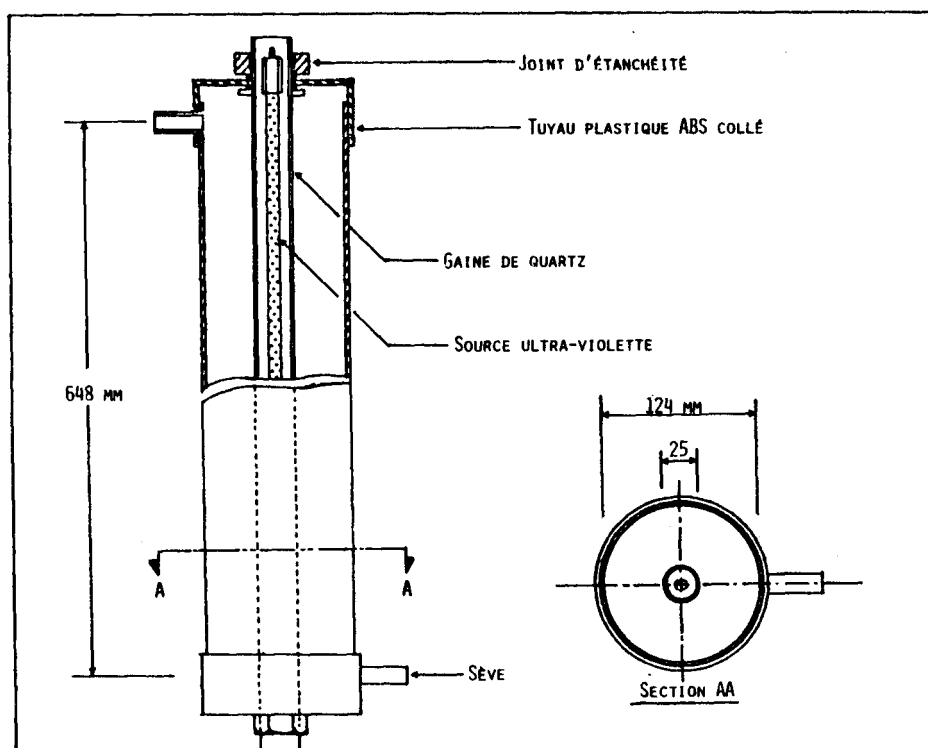


Figure 2: Pasteurisation à rayonnement ultraviolet: prototype expérimental.

La pasteurisation est assurée par deux sources de 40 W (ERIE-G36T6L) émettant dans une bande comprise entre 250 et 310 nm (2 500 à 3 100 Å) montée en série (figure 2). L'espace annulaire de pasteurisation pour chaque élément est de 5 litres, ce qui assure un temps d'irradiation minimal de 15 secondes lorsque la sève provient des deux stations simultanément et de 36 secondes pour le dépôt de sève minimal. Des numérations bactériennes ont été réalisées sur des échantillons prélevés immédiatement avant et après pasteurisation, et ce, à chaque jour d'opération. On utilise un milieu de culture gélifié de "Trypton Glucose Agar" et les numérations sont faites après une incubation de 48 heures à 22 °C. Le taux moyen de mortalité au cours de la saison est d'environ 98%, ce qui est nettement insuffisant. Pour qu'une pasteurisation soit efficace, on devrait obtenir une mortalité de l'ordre de 99,99%. Des améliorations devront être apportées aux prototypes utilisés avant que l'on puisse faire état d'une technique opérationnelle.

Concentrateur O.I.

Description

Il s'agit d'un appareil de marque OSMONIC, modèle OSMO-110-43-SB92CACHF, équipé d'un moteur de 5 H.P.. Des simulations ont été faites sur la base des coulées quotidiennes mesurées au centre acéricole au cours des trois dernières années afin d'optimiser le temps d'opération du concentrateur à 20 heures par jour. En conséquence, notre appareil était équipé d'un seul module haute pression, c'est-à-dire 10,2 mètres carrés de membrane. La fiche signalétique de l'appareil donne les informations suivantes:

- débit de filtrat: 3,15 l/min.;
- débit de concentré: 1,13 l/min.;
- pression finale maximale: 3 200 kPa (470 lb/po.²).

On devrait donc obtenir un débit de sève traitée de 4,28 l/min. avec une réduction de volume de l'ordre de 70%, en prenant comme solution de référence une sève à 2,5 °Brix, introduite dans l'appareil à 22 °C, pour obtenir un concentré à 8 °Brix.

Mesures effectuées

A toutes les heures d'opération du concentrateur, les mesures suivantes sont effectuées :

- température de la sève;
- température du concentré avant et après refroidissement;
- débits de sève, filtrat et concentré;
- pression à la pompe;
- pression finale (à la sortie des membranes).

Au moins à trois reprises pendant chaque période de travail, un volume d'un litre de sève, de filtrat et de concentré sont prélevés et réfrigérés. A la fin de la période, tous les échantillons d'un même produit sont bien mélangés et on en prélève un litre qui est congelé pour le dosage ultérieur des éléments minéraux.

Entreposage du concentré

À cause des caractéristiques de notre concentrateur (pompe haute pression équipée d'un moteur de 5 H.P. pour seulement 10,22 m² de membrane), le concentré à une température moyenne de 21°C au moment de l'entreposage. Un circuit de refroidissement a donc été additionné pour obtenir une température maximale de 10 °C. Étant donné que l'entreposage se fait à l'intérieur de la sucrerie, on utilise un réservoir de type "Milk Bulk Tank - ZERO" d'une capacité de 1500 litres. Le temps d'entreposage est généralement inférieur à 8 heures.

La qualité bactérienne du concentré laisse également à désirer. Essentiellement, la population bactérienne dans la sève se retrouve dans le concentré. Par unité de volume, celle-ci se trouve multipliée par le facteur de concentration réalisé par l'appareil d'osmose inversée. Une moyenne pondérée pour toute la saison nous donne une population moyenne de 5×10^6 avec des maximums pouvant atteindre 1×10^8 cellules vivantes par ml. La pasteurisation s'avère donc nécessaire pour assurer un entreposage sans provoquer une dégradation sérieuse du sirop. Le pasteurisateur utilisé est de même type que celui illustré à la figure 2. Le volume de sève irradié a cependant été réduit à 110 ml, ce qui nous donne un temps moyen d'irradiation de 12 sec. L'efficacité de cette pasteurisation est de 99,2%, ce qui ramène la population moyenne pondérée lors de l'entreposage à 4×10^4 cellules vivantes par ml.

Évaporation

Évaporation de la sève

A tous les jours où l'importance de la coulée permet la production de concentré en volume suffisant pour produire un échantillon de sirop, un volume de sève est prélevé du circuit d'alimentation du concentrateur 0.1. pour être amené à un évaporateur conventionnel dont les caractéristiques techniques sont les suivantes :

- casserole à plis: longueur = 1 220 mm
largeur = 610 mm
nombre de plis = 6
profondeur = 102 mm
surface exposée = 2,24 m²
- casserole à fond plat : longueur = 457 mm
largeur = 610 mm
surface exposée = 0,28 m²
- surface totale exposée : 2,52 m²
- alimentation en combustible: 2,5 kg/h (environ 10 kj/h).

Lorsqu'il a atteint une concentration de 66 °Brix, le sirop est filtré par gravité à travers un filtre d'orlon et scellé à chaud dans des contenants métalliques de 540 ml pour former un échantillon minimal de 4.3 litres.

Évaporation du concentré

Le concentré est généralement réduit en sirop dans les 24 heures suivant la coulée. L'évaporateur utilisé est de conception originale et sa mise au point a été réalisée au centre acéricole à l'automne 1980.

Ses caractéristiques techniques sont les suivantes:

- casserole à plis : longueur - 2 134 mm
largeur = 813 mm
nombre de plis = 15
profondeur = 2 à 75 mm
13 à 178 mm
forme des plis = conique
(ouverture = 38 mm
fond du pli = 19 mm)
surface exposée : 11,9 m²
- casserole à fond plat : longueur = 1 524 mm
largeur = 813 mm
surface exposée = 1,24 m²
- surface totale exposée : 13,14 m²
- taux d'évaporation : 230 a/h
- alimentation en combustible : 17,25 kg/h (huile à chauffage no 2)
- efficacité globale : 64%

Après filtration, le sirop est conservé à une température de 85°C et un échantillon de 4,3 L représentatif de toute la période est mis en conserve dans des contenants métalliques de 540 ml.



Résultats

Échantillonnage

L'échantillonnage comprend tous les jours pendant lesquels la coulée est suffisante pour permettre la production d'échantillons représentatifs de sirop par la méthode conventionnelle (Sèv.) et à partir d'un concentré (Sos) provenant de la même coulée. On a également dû éliminer les journées où des bris d'équipements ainsi que la qualité de la sève ne permettent pas la fabrication d'un sirop que l'on retrouve généralement sur le marché. On obtient ainsi 20 jours répartis entre le 23 février et le 1er avril. Les résultats expérimentaux sont compilés au tableau 1 (Annexe A).

Propriétés physiques

La couleur des sirops

Il s'agit certainement d'un des paramètres les plus importants puisque les sirops obtiennent souvent leur valeur commerciale sur la base de ce critère. La couleur des sirops s'exprime en terme de pourcentage de la lumière émise par une source monochrome (560 nm) qui traverse un échantillon de sirop placé dans une cellule de 20 mm de rayon lumineux. La figure 3 montre la variation quotidienne de la transmittance des sirops pour chaque traitement. Les comparaisons ont été établies sur la base de la densité optique des sirops (d.o.).

$$d.o._{moy} = \sum_{i=1}^n \log [(T_i / 100)^{-1}] \quad \text{ou } T = \% \text{ de transmittance}$$

Compte tenu de l'erreur expérimentale importante introduite par l'évaporation en casserole ouverte, la différence observée n'est pas significative. Avec une régie adéquate des stocks de sève et de concentré, l'osmose inversée ne détériore pas la qualité des sirops. La tendance observée semble même indiquer le contraire.

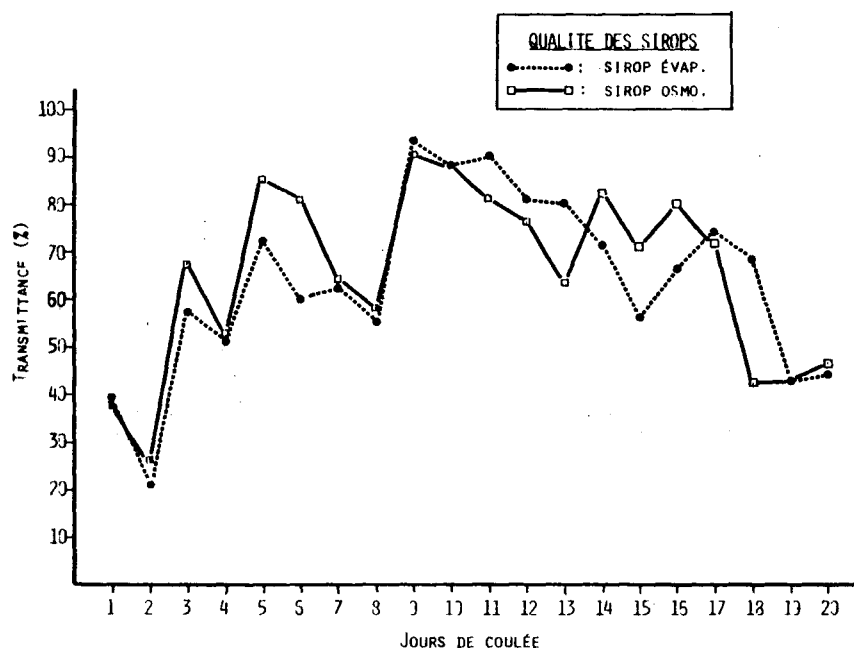


Figure 3: Qualité des sirops (couleur).

La conductivité

La facilité relative avec laquelle un volume donné de solution laisse passer un courant électrique est proportionnelle à la quantité de sels minéraux dissous (électrolytes). La conductivité (ohm^{-1}) nous permettrait de déceler une perte importante d'éléments minéraux initialement présents dans la sève. La figure 4 montre la variation quotidienne de la conductivité des sirops. Encore ici, aucune différence significative ne distingue les deux modes de fabrication.

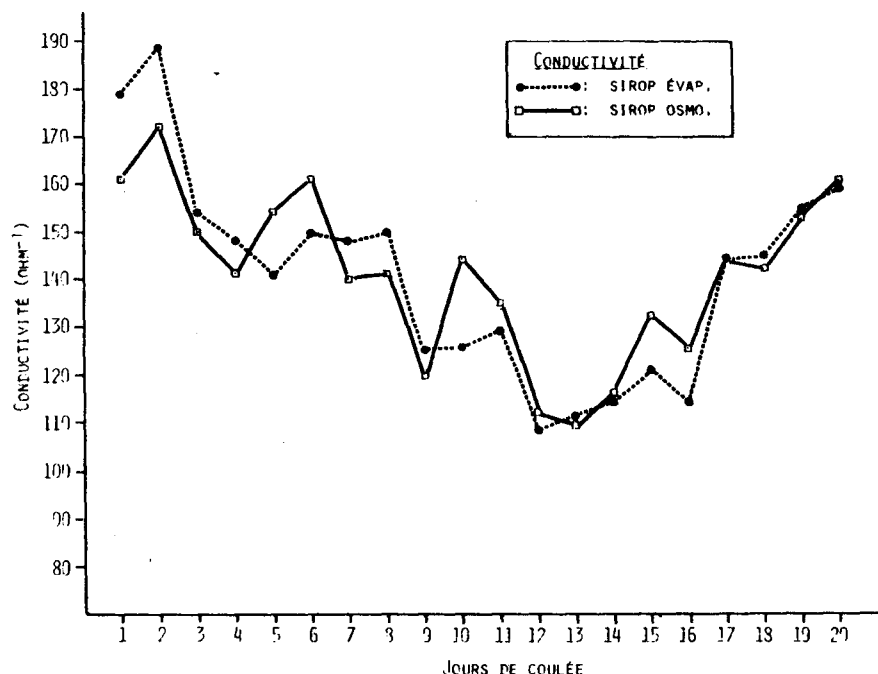


Figure 4: Variation de la conductivité des sirops.

Le pourcentage de cendres solubles que l'on trouve dans le sirop, après une carbonisation complète, est en quelque sorte un corollaire de la conductivité. Les résultats obtenus confirment l'énoncé relatif à la similitude des sirops puisque l'on retrouve en moyenne 0,872 de cendres solubles pour les sirops obtenus par évaporation (Sèv) comparativement à 0,89X pour ceux produits par osmose (Sos).

Les propriétés chimiques

Les éléments minéraux dans le sirop

Les principaux éléments minéraux que l'on trouve généralement dans le sirop d'érable sont: le potassium (K), le calcium (Ca), le magnésium (Mg) et le manganèse (Mn). Le sodium (Na), quant à lui, peut être considéré comme une contamination puisqu'il provient, pour une bonne part, des solutions d'hypochlorite de sodium utilisées lors des opérations d'assainissement du matériel.

Les figures 5, 6, 7 et 8 montrent pour chacun des éléments la variation quotidienne observée.

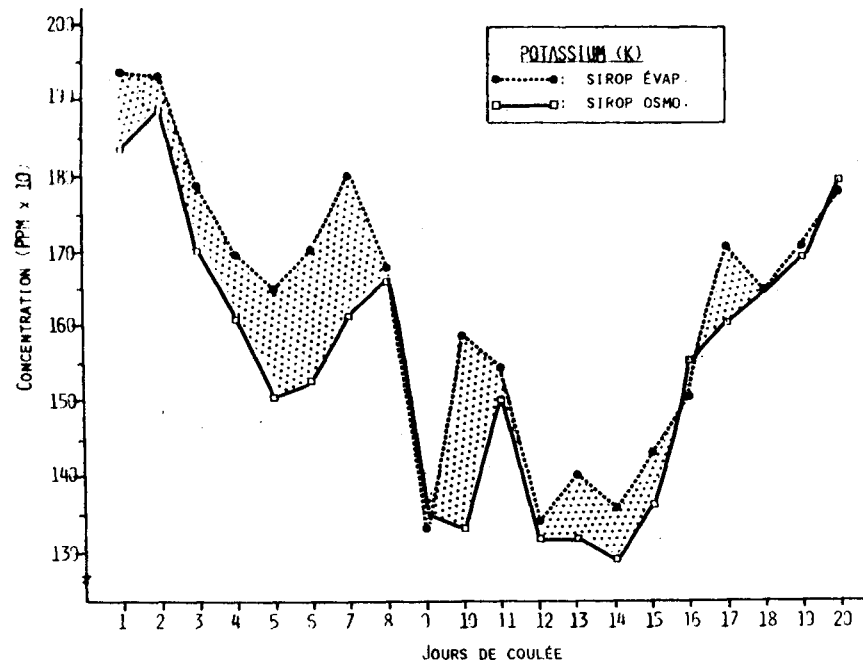


Figure 5: Potassium dosé dans les sirops.

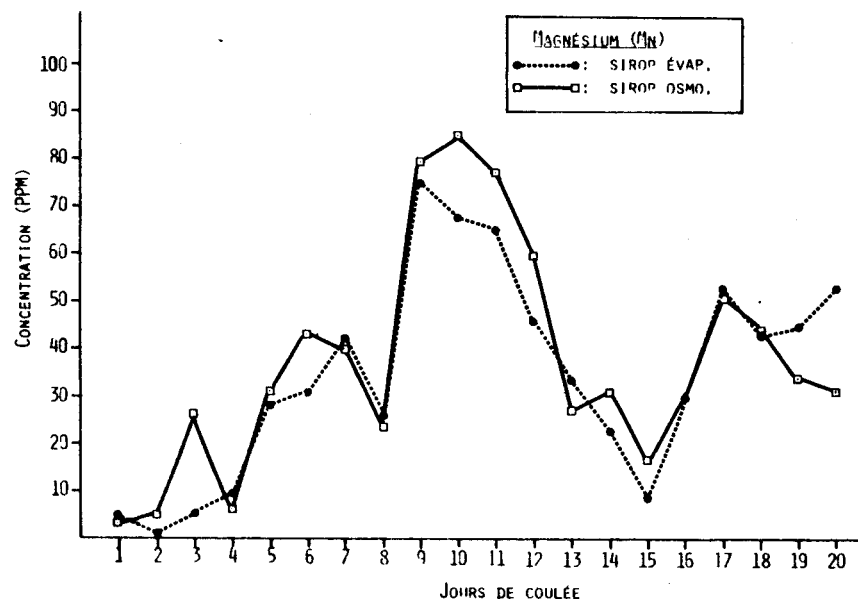


Figure 6: Magnésium dosé dans les sirops.

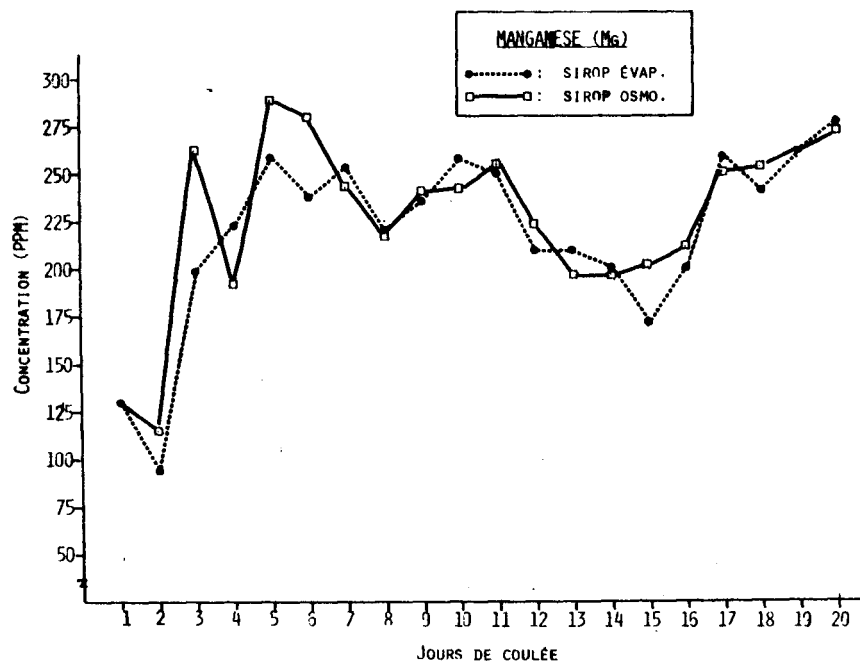


Figure 7 : Manganèse dosé dans les sirops.

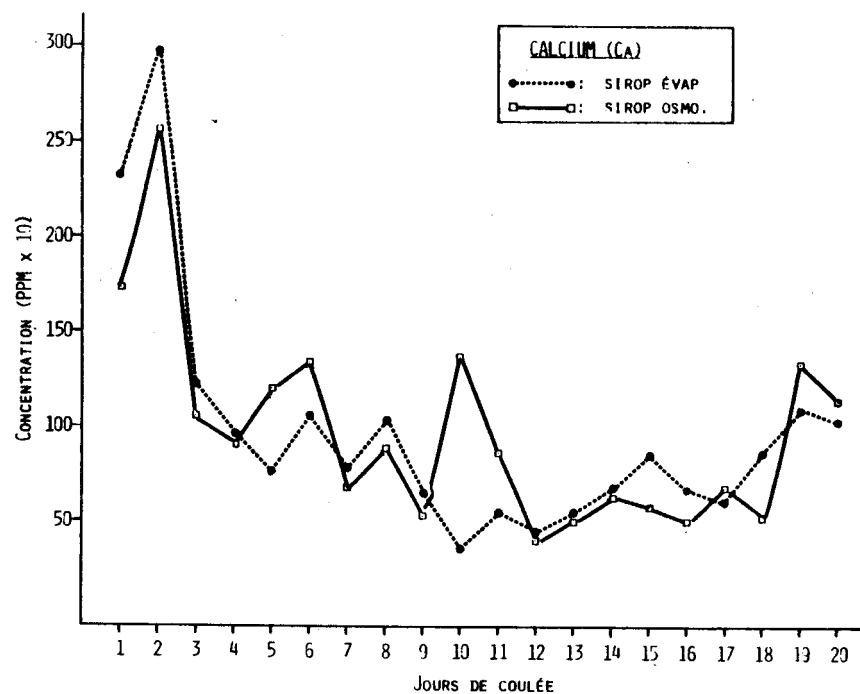


Figure 8 : Calcium dosé dans les sirops.

Sauf pour l'élément potassium (K), la teneur moyenne des sirops en éléments minéraux ne varie pas significativement en fonction des traitements. Il est impossible actuellement d'expliquer la perte relativement importante de potassium pendant la concentration, mais ceci ne semble avoir aucune incidence sur les autres paramètres mesurés.

Éléments minéraux dans la sève et le filtrat

De façon à préciser la nature et l'importance des pertes en éléments minéraux dans le filtrat, on a effectué les mêmes dosages dans la sève et le filtrat pour chaque jour d'opération. Le tableau 2 montre pour chaque élément les pertes de moyenne exprimées en partie par million (1 ppm = 0,0001%) avec les valeurs minimales et maximales observées.

Le tableau 3 exprime ces pertes en terme de pourcentage des éléments initialement dans la sève selon deux méthodes de calcul différentes.

$$\text{Méthode A: } \% \text{ perte} = \frac{F}{\frac{C \times (1-P) + F}{P}} \times 100$$

où: F = concentration trouvée dans le filtrat

c = concentration en éléments dosée dans la solution concentrée

P= facteur de réduction de volume réalisée par le concentrateur pour chaque période de débit de sève

$$\text{Méthode B: } \% \text{ perte} = \frac{F \times 100}{S}$$

où: S= concentration de chaque élément dosée dans la sève.

Tableau 2 : Pertes en éléments minéraux (cations) exprimées en ppm selon le dosage effectué dans le filtrat.

Éléments	Moyenne	Écart-type	Min	Max
	(ppm)			
K	5.9	3.76	1.5	17
Ca	1.4	0.96	0.4	3.6
Mg	0.023	0.03	0.0	0.13
Mn	0.14	0.1	0.0	0.14

Tableau 3 : Pertes en éléments minéraux (cations) exprimées en pourcentage» des quantités initialement dans la sève.

Méthode A			Méthode B		
Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max
	(%)			(%)	
20.7	5	50	17.5	3	59
2.4	1	6	2.8	1	11
3.2	1	8	3.4	1	14
2.4	1	8	3.1	1	11

Encore ici, les pertes significatives sont au niveau du potassium (K) avec en moyenne 20% du contenu initial de la sève. Pour les autres éléments, les valeurs montrées au tableau 2 sont presque à l'intérieur des limites de précision des méthodes de dosage et on peut conclure que les pertes en éléments minéraux, autres que le potassium, dans le filtrat sont négligeables.

Propriétés organoleptiques

Pratiquement, la seule façon d'analyser correctement les propriétés organoleptiques d'un produit alimentaire demeure la dégustation. Réalisé suivant une méthodologie rigoureuse avec un échantillon représentatif, ce test donne une idée généralement fidèle de l'appréciation que pourrait faire une population normale (consommateur) d'un produit quelconque.

Nos sirops ont donc été "goûtés" par deux panels. Le premier groupe de six "experts", c'est-à-dire des personnes habituées à classer ou à déguster des produits de l'érable lors de jugements dans le cadre d'expositions agricoles pour des besoins d'inspection, etc... Le deuxième groupe est composé de "consommateurs", c'est-à-dire 18 personnes qui n'ont pas l'habitude de déguster fréquemment des produits d'érable.

Lors des dégustations, on présente à chaque panéliste trois échantillons de sirop fabriqué la même journée. Deux de ces échantillons sont semblables, c'est-à-dire qu'ils sont tous les deux fabriqués, soit par osmose, soit par évaporation. Le troisième est fabriqué selon la technique alternative. Chacun de ces tests est répété six fois.

On demande aux panélistes les questions suivantes:

1. Quel est l'échantillon différent?
2. Lequel des échantillons semblables ou de celui qui diffère est le meilleur ou leur paraît plus acceptable?
3. La différence observée est-elle à peine perceptible ou très marquée?

A la première question, les "consommateurs" ont répondu correctement 63 fois sur 108 (58%) alors que les "experts" ont obtenu 20 bonnes réponses sur 36 (55%).

Si on reprend uniquement les cas où les juges ont répondu correctement pour évaluer leur appréciation et si on effectue une pondération pour chaque bonne réponse en donnant la valeur 1 pour une différence jugée légère jusqu'à 4 pour une différence extrême, on arrive à la conclusion suivante : quelle que soit l'analyse effectuée (groupée par classe de produit, par classe et par traitement ou globalement par traitement), tous les résultats sont inférieurs aux valeurs significatives au seuil de 5% de probabilité. Même si les juges distinguent les sirops par osmose des sirops fabriqués complètement par évaporation, leur préférence s'exprime également pour chacun des sirops.

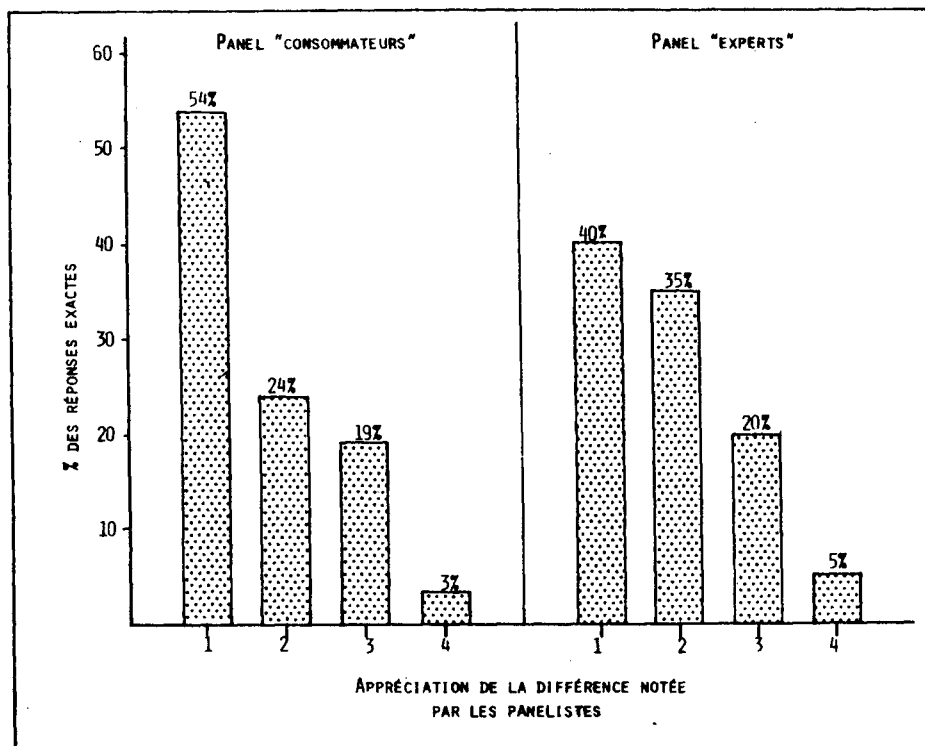


Figure 9: Appréciation pondérée des juges exprimée en pourcentage des bonnes réponses obtenues par chaque panel. (Différence légère = 1, sensible = 2, modérée = 3, extrême = 4).

La fréquence des appréciations exprimées par chacun des panels est illustrée à la figure 9. On doit préciser que la saison 1981 n'a pas donné des sirops vraiment représentatifs: quel que soit le traitement utilisé, la saveur caractéristique de l'érable était généralement peu développée. Ces analyses seront donc complétées par une comparaison des profils chromatographiques des "arômes" et les tests organoleptiques seront repris l'an prochain de façon à préciser les résultats obtenus.

Fonctionnement général du concentrateur 0.I.

L'appareil utilisé s'est avéré de capacité nettement insuffisante pour traiter la sève provenant de 4 000 entailles. Bien que ces caractéristiques avaient été optimisées après simulation en utilisant un modèle mathématique construit sur la base des coulées observées au centre acéricole au cours des trois dernières saisons de coulée, la capacité nominale de traitement (fiche signalétique) du concentrateur s'est rapidement avérée une surestimation de ses possibilités. Une détérioration rapide des membranes nous permettrait d'atteindre à peine 50% du débit initial pour une réduction de volume ne dépassant pas 45% (sève à 2,5 °Brix pour un concentré à 4,5 °Brix).

Ce type de détérioration peut être partiellement évité en utilisant de bonnes pratiques sanitaires mais ces résultats soulignent la fragilité de cette composante du concentrateur. Ce chapitre fera d'ailleurs l'objet d'un rapport plus détaillé au terme de la prochaine saison de production.



Discussion

Toutes les mesures effectuées sur les sirops ont été analysées en utilisant la méthode statistique de comparaison des moyennes pour des valeurs paires (test "t"). Le sommaire de cette analyse est donné au tableau 4.

Tableau 4: Sommaire de l'analyse statistique (test "t" sur valeurs paires.)

Paramètres mesurés	EV		OS		T
	Moyenne	Écart	Moyenne	Écart	
PH	6.75	± 0.52	6.58	± 0.48	1.46
Conductivité	140.5	± 22	140.6	± 17.6	0.05
% Centre	0.87	± 0.15	0.89	± 0.17	1.32
Densité optique	0.218	± 0.15	0.207	± 0.14	0.67
(% Trans.)	(60.5)	-	(62.2)	-	-
K (ppm)	1623	± 186	1551	± 183	4.06
Ca	976	± 623	964	± 525	0.16
Na	8.8	± 15	10.4	± 15	0.93
Mg	219	± 46.4	226	± 45.6	1.47
Mn	34.6	± 22	42.3	± 27	1.77
Note : T(19), 95% = 2.09 (*) T(19), 99% = 2,86 (**)					

Ces comparaisons permettent d'établir que les paramètres importants pour effectuer le classement des sirops et le dépistage d'éventuelles falsifications, soit la conductivité et le pourcentage des cendres solubles, ne diffèrent pas significativement en fonction des traitements. Les variations observées supposent donc que les méthodes traditionnellement utilisées dans le classement des produits de l'érable conviennent également aux sirops fabriqués par osmose inversée. En fait, de toutes les mesures effectuées, seule la concentration en potassium (K) dans les sirops diffère significativement, sans toutefois modifier les autres caractéristiques mesurées.

Le temps de séjour dans l'évaporateur d'une solution partiellement concentrée par osmose inversée est considérablement réduit. Ceci devrait théoriquement réduire la caramélisation des sucres, phénomène responsable pour une bonne part de la coloration des sirops. Si on exprime la qualité des sirops par leur couleur, l'osmose pourrait donc théoriquement l'améliorer. Il est cependant trop tôt pour affirmer que cette technique permet dans les faits une amélioration à ce chapitre. Pour préciser ce point, on devra procéder à des essais au cours desquels le temps d'évaporation de la sève et du concentré sera rigoureusement contrôlé. Les données recueillies le printemps dernier nous permettent cependant d'affirmer que la concentration partielle par osmose inversée n'altère pas la qualité des sirops.

Même si les tests de dégustation semblent démontrer qu'une majorité de panélistes réussissent à distinguer les sirops en fonction de leur technique de fabrication, le degré des différences exprimées suggère qu'une proportion de bonnes réponses soit due au hasard. Un test additionnel devra être ajouté de façon à présenter aux panélistes des trios d'échantillons où on ne retrouve pas nécessairement un échantillon différent. Il est cependant peu probable que cette addition n'infirme les conclusions obtenues, à savoir que

le consommateur-type ne peut exprimer une préférence marquée pour un sirop en fonction de la technique utilisée.

Encore ici, puisque 50 à 70% de l'eau que contient originalement la sève est extraite par osmose, on peut raisonnablement émettre l'hypothèse qu'en utilisant le même type de casseroles qui sont opérées essentiellement de la même façon que dans le cas de l'évaporation traditionnelle, on ne permette pas le plein développement de l'arôme caractéristique de l'érable. On sait, en effet, que l'arôme d'érable se développe par une suite complexe de réactions chimiques qui se produisent pendant l'évaporation. Le temps de séjour de la solution dans l'évaporateur doit donc permettre que ces réactions se produisent tout en évitant une caramélisation des sucres qui, en plus de colorer la solution, masquent tout développement ultérieur du goût d'érable. Il faudra donc préciser le mode d'opération idéale des évaporateurs actuels et même développer un nouveau type d'appareil qui compléterait adéquatement le travail réalisé par le concentrateur.



Conclusion

La possibilité technique d'appliquer la méthode de concentration partielle par osmose inversée à la sève d'érable avait déjà été démontrée par de très nombreuses études. Les travaux réalisés au centre acéricole de Victoriaville, au printemps 1981, viennent cependant ajouter une dimension importante aux informations disponibles dans la littérature scientifique: cette technique permet également de produire un sirop qui respecte sa définition légale, et surtout, la définition qui lui a été donnée par l'expérience des producteurs et l'appréciation des consommateurs.

Sur la base des résultats obtenus jusqu'à maintenant, aucune modification n'est requise aux méthodes de classification et d'inspection et les sirops produits par osmose se comparent avantageusement aux sirops produits complètement par évaporation sur la base de leurs propriétés physiques, chimiques et organoleptiques.

Les études entreprises en 1981 devront cependant se poursuivre afin de préciser encore davantage l'incidence des pertes en potassium (K) observées dans le filtrat. De plus, elles ouvrent de nouvelles perspectives de développement et de mise au point en ce qui a trait aux techniques d'évaporation du concentré, et ce, afin de maximiser les économies d'énergie que permettent théoriquement les concentrateurs O.I. Au terme de ces travaux, on devrait pouvoir offrir aux acériculteurs un appareil de production qui intégrerait harmonieusement cette nouvelle technologie en permettant une réduction réelle des frais d'exploitation, et parallèlement au consommateur, un sirop d'érable de la meilleure qualité possible avec un goût d'érable encore mieux développé.



Bibliographie

- Fowler, R.T., 1970. Membrane Separations and their application: in Food Technology. Food Technology in Australia, 22(10): 562-569
- Harrisson, P.S., Indus-&. 1970. Reverse Osmosis and its Applicationa in Food Food Trade Review, 40(19): 33-37.
- Kissinger, J.C., 1970. Sanitation Studies of a Reverse Osmosis Unit Used for Concentration of Maple Sap. Journal of Milk and Food Technology, 33: 326-329.
- Kissinger, J.C., C.O. Willits. Preservation of Reverse Osmosis Membranes from Microbial Attack. Food Technology, 24(481): 177- 180.
- Matsuura, T., S. Sourirajan, 196. Reverse Osmosis Separation and Concentration of Food Sugar. Journal of Food Science, 41: 672- 680.
- Matthews, E., C.H. Amundson, 1973. Membrane processing in Food Industry. I.S.A., 2: 1-10.
- Souriragan, S., 1977. The Reverse Osmosis Membrane Separation. The Canadian Scientist, 22-25.
- Timbers, G.E., R.P. Hacking, R. Stark, 1974. Preliminary Concentration of Maple Sap Using Reverse Osmosis. Agriculture Canada, 7328: 490. Engineering Research Service,
- Underwood, J.C., C.O. Willits, 1969. Operation of a Reverse Osmosis Plant for the Partial Concentration of Maple Sap. 23(6): 79-82. Food Technology,
- Willits, C.O., J.C. Underwood, U. Merten, 1969. Concentration by Reverse Osmosis of Maple Sap. Food Technology, 21(1): 24-26.
- Wucherpennig, K., 1980. Possibilité d'utilisation du processus membranaire -Bulletin de l'O.I.V., 53(589): 187-207.



Annexe A

Tableau 1 : Tableau des résultats , saison 1980-1981

Date	Produits	K	Ca	Na	Mg	Mn	°B	pH	Cond	%Cendre	%Trans
23	2	1	74.4	138.5	0.2	12.2	3.2	3.0	7.2	60	
		2	101.5	207.0	0.3	17.4	5.2	7.5	7.3	124	
		3	6.4	1.2	0.0	0.1	0.0	0.0	5.7	3	
		4	1934.8	2327.6	6.1	128.7	5.3	66.9	7.0	179	1.1670 39
		5	1828.8	1731.5	3.3	127.7	3.5	66.0	7.1	161	1.1606 38
24	2	1	44.4	80.0	0.0	6.4	1.6	3.0	7.1	58	
		2	147.0	299.2	0.1	23.2	6.0	7.0	7.2	130	
		3	9.0	1.7	0.0	0.1	0.0	0.0	5.9	3	
		4	1933.3	2971.4	1.3	93.1	1.2	65.6	7.2	189	1.2311 21
		5	1887.8	2560.7	1.7	116.6	4.9	68.1	7.2	172	1.3290 26
27	2	1	48.8	103.0	0.1	7.8	2.6	3.0	6.9	59	
		2	167.5	383.2	0.1	29.2	9.4	7.5	7.1	122	
		3	4.0	1.0	0.0	0.2	0.0	0.0	6.3	1	
		4	1787.6	1225.0	1.5	197.3	4.8	66.2	7.3	154	0.9600 57
		5	1703.2	1065.7	1.4	263.9	26.3	67.6	7.1	150	0.8282 67
28	2	1	64.4	157.5	0.1	12.0	4.2	3.0	6.5	62	
		2	121.0	306.7	0.1	24.4	8.2	7.0	6.6	119	
		3	4.8	0.9	0.0	0.1	0.0	0.0	5.3	1	
		4	1691.8	954.6	1.6	223.1	9.5	66.6	7.2	148	0.8859 51
		5	1615.1	918.7	1.2	192.8	6.4	66.1	7.2	141	0.8461 52
1	3	1	66.4	152.5	0.1	11.8	4.2	3.0	6.6	62	
		2	117.0	326.2	0.1	25.6	8.6	6.5	6.7	112	
		3	8.2	1.2	0.0	0.1	0.0	0.0	4.8	3	
		4	1644.6	756.1	2.3	258.9	27.6	67.1	7.2	141	0.8015 72
		5	1506.8	1203.5	1.3	288.6	31.8	67.2	6.6	154	0.8567 85
2	3	1	52.4	137.0	0.1	10.6	3.8	3.5	6.8	58	
		2	116.5	299.2	0.1	23.4	8.0	7.0	6.9	110	
		3	4.6	0.9	0.0	0.1	0.0	0.0	5.6	1	
		4	1706.8	1057.5	2.8	237.5	30.5	64.7	7.0	150	0.7798 60
		5	1519.6	1333.3	2.4	280.4	93.0	67.1	6.0	161	0.8850 81
3	3	1	65.4	160.0	0.1	12.4	4.0	3.0	6.5	52	
		2	134.0	301.5	0.1	23.8	8.2	6.5	6.7	95	
		3	3.4	0.9	0.0	0.1	0.0	0.0	5.4	1	
		4	1800.8	828.8	2.1	254.4	42.4	65.8	6.9	148	0.8850 62
		5	1610.0	688.6	2.1	242.5	40.0	66.5	6.8	140	0.8639 64

N.B. : Produits 1= sève 2=concentré 3= filtrat 4= sirop évaporé 5= sirop osmosé

Tableau 1 : Tableau des résultats, saison 1980-1981 (suite)

Date		Produits	K	Ca	Na	Mg	Mn	°B	pH	Cond	%Cendre	%Trans
4	3	1	62.5	151.0	0.1	11.6	4.6	3.0	7.0	60		
		2	137.5	304.5	0.2	24.0	8.4	7.0	7.1	122		
		3	4.4	1.1	0.0	0.1	0.0	0.0	5.4	3		
		4	1678.8	1026.5	2.6	220.6	25.8	65.1	7.0	150	0.9439	55
		5	1659.3	881.4	2.9	218.5	23.7	66.7	7.0	141	0.8758	58
9	3	1	66.8	186.0	0.0	14.0	5.6	3.5	6.3	62		
		2	118.5	343.5	0.1	26.8	9.6	7.0	5.7	95		
		3	7.6	1.1	0.0	0.1	0.0	0.0	5.2	1		
		4	1323.2	649.5	4.2	236.6	75.4	63.3	6.1	125	0.8060	93
		5	1352.8	517.1	5.2	242.1	79.3	67.2	6.0	120	0.7501	90
11	3	1	74.6	196.0	0.0	14.6	5.8	3.0	6.4	62		
		2	100.5	252.7	0.0	20.0	7.4	6.5	5.4	100		
		3	11.6	2.4	0.0	0.2	0.1	0.0	4.4	1		
		4	1584.2	408.9	1.2	258.2	68.4	68.2	6.2	125	0.7311	88
		5	1317.4	1357.3	1.8	243.5	84.8	66.1	5.5	144	0.9206	88
12	3	1	71.2	209.5	4.0	15.6	6.0	3.0	6.36	61		
		2	111.0	256.5	0.0	20.2	7.6	4.5	3.2	80		
		3	6.6	3.6	0.0	0.1	0.1	0.0	4.6	1		
		4	1533.2	543.7	0.1	250.5	65.7	67.1	6.0	129	0.7909	90
		5	1500.2	857.7	2.1	252.4	77.1	67.2	5.8	135	0.8794	81
23	3	1	59.4	147.0	0.2	11.8	4.2	3.0	6.7	55		
		2	102.0	264.0	0.1	20.4	7.2	5.0	6.7	75		
		3	3.5	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	6.0	1		
		4	1334.5	157.0	1.5	207.5	46.2	68.4	6.9	108	0.6569	81
		5	1314.7	418.3	24.4	223.1	59.0	67.8	6.5	111	0.6642	76
24	3	1	56.6	152.5	0.1	11.8	4.6	3.6	6.7	52		
		2	102.5	260.5	0.1	20.0	7.2	4.5	6.4	72		
		3	9.6	3.1	0.0	0.3	0.1	0.0	5.8	1		
		4	1390.0	550.0	1.2	209.6	33.4	67.2	7.0	111	0.7143	80
		5	1302.4	500.9	1.7	196.7	27.3	67.7	6.9	109	0.6450	63
25	3	1	54.2	124.0	0.0	9.8	4.0	3.0	6.6	54		
		2	54.0	132.0	0.0	10.4	4.0	5.0	5.4	77		
		3	17.0	3.3	0.0	0.4	0.1	0.0	4.8	1		
		4	1366.7	685.7	0.3	201.6	22.9	67.2	7.0	114	0.7360	71
		5	1286.8	638.7	1.0	196.8	73.4	67.7	6.3	116	0.7425	82
N.B. : Produits 1= sève 2=concentré 3= filtrat 4= sirop évaporé 5= sirop osmosé												

N.B. : Produits 1= sève 2=concentré 3= filtrat 4= sirop évaporé 5= sirop osmosé

Tableau 1 : Tableau des résultats, saison 1980-1981 (suite)

Date		Produits	K	Ca	Na	Mg	Mn	°B	pH	Cond	%Cendre	%Trans
26	3	1	57.6	152.0	0.1	11.8	5.0	3.0	6.6	52		
		2	202.0	416.0	2.8	33.6	12.2	8.0	6.8	98		
		3	3.6	0.5	0.1	0.0	0.1	0.0	5.9	0		
		4	1426.5	856.9	2.1	171.7	8.7	66.7	7.1	121	0.7841	56
		5	1361.8	572.7	0.9	203.0	17.2	68.2	6.4	132	0.7300	71
27	3	1	61.0	156.5	0.1	12.2	1.6	3.0	6.7	52		
		2	163.5	389.0	0.3	31.0	10.4	7.5	6.8	104		
		3	4.7	0.6	0.0	0.1	0.1	0.0	5.9	1		
		4	1508.5	664.1	39.7	200.2	30.2	65.9	7.1	114	0.7295	66
		5	1552.3	454.5	36.8	213.5	31.3	68.2	6.8	125	0.8015	80
29	3	1	55.6	139.5	0.2	11.2	4.8	3.0	6.6	54		
		2	223.5	479.0	0.5	37.4	13.4	8.0	6.9	112		
		3	1.5	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	5.7	1		
		4	1700.5	600.7	52.1	257.8	53.3	67.2	5.7	144	0.8709	74
		5	1594.2	688.4	37.0	250.0	51.3	65.7	6.7	144	0.9062	71
30	3	1	56.0	148.0	0.1	11.6	4.8	2.5	6.6	54		
		2	148.0	354.8	0.1	28.0	10.2	8.5	6.8	122		
		3	3.6	0.8	0.0	0.1	0.1	0.0	6.2	0		
		4	1634.1	861.1	21.5	242.6	43.3	64.7	5.8	145	0.8727	68
		5	1638.7	512.1	37.5	253.3	50.1	67.2	6.7	142	0.9657	42
31	3	1	23.4	60.5	0.3	4.2	3.0	2.5	6.6	50		
		2	239.0	503.0	2.6	38.2	14.4	8.0	6.8	112		
		3	1.7	0.6	0.0	0.0	0.1	0.0	6.2	1		
		4	1700.6	1092.1	2.2	262.2	45.1	64.7	6.5	155	1.0651	43
		5	1684.1	1319.1	2.4	258.7	34.1	65.6	6.6	153	1.0920	44
1	4	1	58.2	151.0	0.2	10.4	4.8	2.5	6.7	52		
		2	238.0	525.0	0.3	37.6	14.2	8.0	6.8	110		
		3	2.6	1.0	0.0	0.1	0.1	0.0	6.0	1		
		4	1779.3	1013.9	29.4	276.3	53.0	66.4	6.7	159	1.0123	44
		5	1787.0	1074.1	40.5	273.1	31.5	67.1	6.6	160	1.1154	46
N.B. : Produits 1= sève 2=concentré 3= filtrat 4= sirop évaporé 5= sirop osmosé												

N.B. : Produits 1= sève 2=concentré 3= filtrat 4= sirop évaporé 5= sirop osmosé