

INFO-FICHE ACÉRICOLE

Mars 2009

No 312A0309F

MESURE DE LA CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE DU SIROP D'ÉRABLE

Aline Batungwanayo, Éric Wong et Alfa Arzate

INTRODUCTION

Une des propriétés caractérisant le sirop d'érable est sa conductivité électrique. La mesure de cette propriété donne une indication de l'authenticité du sirop d'érable en comparaison à d'autres types de sirop de sucre, par exemple le sirop de table. Étant donné que le saccharose, composé principal du sirop d'érable, est une molécule non conductrice; la conductivité électrique de ce liquide dépend donc principalement de sa charge en ions, i.e. sels minéraux, acides organiques, acides aminés, etc. Des valeurs de référence pour la conductivité électrique ont été établies dans les normes de classement du sirop d'érable, soit une valeur d'au moins 90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et d'au plus 280 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (BNQ, 2001).

La conductivité électrique est une mesure de la charge totale en ions contenue dans une solution aqueuse. Il s'agit d'une propriété qui dépend fortement de la nature des ions présents dans le milieu aqueux, de leur concentration et de la température de la solution. En effet, une élévation de la température augmente la mobilité des ions dans l'eau, ce qui fait accroître la valeur de la conductivité électrique mesurée.

Dans la pratique, les méthodes utilisées pour évaluer la conductivité électrique du sirop d'érable sont variées : mesure directe dans le sirop d'érable (66 °Brix), mesure dans des dilutions de sirop d'érable, mesure avec ou sans compensation de la température, etc. Afin de faciliter l'interprétation de la valeur de la mesure de cette propriété, il est très important d'établir des instructions précises à respecter lorsque la conductivité électrique est déterminée. Ce document a donc pour objectif de développer quelques principes de base autour de la mesure de la conductivité électrique du sirop d'érable.

MÉTHODOLOGIE

Les tests de mesure de conductivité électrique ont été réalisés pour des sirops d'érable et des dilutions de sirop d'érable en suivant les étapes décrites ci-dessous :

1. Conductivité électrique de dilutions de sirop d'érable.

La conductivité électrique de dilutions de sirop d'érable a été mesurée en triplicata, ainsi que celle du sirop d'érable servant à leur préparation. Des dilutions ayant une teneur en solides solubles de 5 à 60 °Brix ont été préparées à partir d'un sirop d'érable et de l'eau déionisée. Trois sirops d'érable ont été caractérisés à trois températures différentes (10, 22 et 30 °C) en suivant cette démarche.

2. Conductivité électrique du sirop d'érable selon la méthode BNQ. La conductivité électrique d'une solution à base de sirop d'érable a été mesurée en triplicata selon la procédure décrite à l'article 9.9.3 de la norme NQ 8280-005/2001 émis par le Bureau de Normalisation du Québec. Une solution de sirop d'érable a donc été préparée en diluant 30 ml de sirop d'érable dans 70 ml d'eau déionisée. Trois sirops d'érable ont été caractérisés à 22 °C en suivant cette méthode.

Une conductivité électrique de 1,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a été mesurée pour l'eau déionisée utilisée pour préparer les dilutions. Un conductimètre électrique de poche modèle COND 3400i (WTW) a été utilisé pour mesurer la conductivité électrique et un réfractomètre digital modèle PA202-Palm Abbe II (MISCO) pour mesurer la teneur en solides solubles en degrés Brix. Le réfractomètre et le conductimètre électrique ont été étalonnés avec de l'eau déminéralisée (0 °Brix) et une solution étalon de KCl (147 $\mu\text{S}/\text{cm}$), respectivement. Les caractéristiques techniques de ces deux instruments sont présentées au tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Caractéristiques techniques des instruments de mesure.

Caractéristiques	Réfractomètre digital PA202-Palm Abbe II (MISCO)	Conductimètre électrique COND 3400i (WTW)
Précision	0,1 °Brix	0,5 % de la valeur mesurée (µS/cm)
Intervalle de compensation de température (°C)	0 – 50	10 – 75
Coefficient de variation (%)	< 1	< 1

RÉSULTATS

1. Conductivité électrique de dilutions de sirop d'érable

a) Effet de la teneur en solides solubles : La Figure 1 illustre la relation entre la conductivité électrique et la teneur en solides solubles mesurées dans des dilutions de sirop d'érable préparées à partir du SIROP 1. La courbe obtenue suit une tendance polynomiale avec un coefficient de détermination de 0,9981. Dû à la nature de cette courbe, une même valeur de conductivité électrique peut être donc associée à deux dilutions ayant chacune une teneur en solides solubles différente. Par exemple, la valeur de 600 µS/cm pourrait correspondre à une dilution ayant 6,0 °Brix ou 51,4 °Brix. Ce comportement est typique des solutions concentrées.

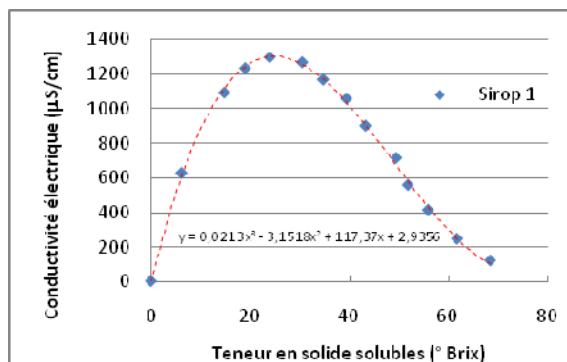


Figure 1 : Conductivité électrique en fonction de la teneur en solides solubles mesurée à 22 °C pour des dilutions de sirop d'érable préparées à partir d'un sirop d'érable à 68,5 °Brix.

Le SIROP 1 (68,5 °Brix) possède une conductivité électrique de 121 µS/cm. La valeur maximale pour cette propriété qui correspond à 1300 µS/cm est observée pour la dilution ayant une teneur en solides solubles de 24,9 °Brix.

b) Effet de la nature du sirop d'érable : Les résultats pour les trois sirops d'érable analysés sont présentés la Figure 2. La tendance de la courbe est la même pour les trois séries de dilutions de sirop d'érable. Le SIROP 2 (66,3 °Brix) et le

SIROP 3 (66,4 °Brix) possèdent une conductivité électrique de 153 µS/cm et 187 µS/cm, respectivement. Ces résultats sont conformes aux valeurs de référence établies dans les normes de classement du sirop d'érable (BNQ, 2001). Ils reflètent pour chacun des sirops d'érable analysés la charge totale en ions qu'il contient.

La valeur maximale pour la conductivité électrique est observée pour les dilutions ayant une teneur en solides solubles de 24,6 et 25,1 °Brix pour le SIROP 2 et le SIROP 3, respectivement.

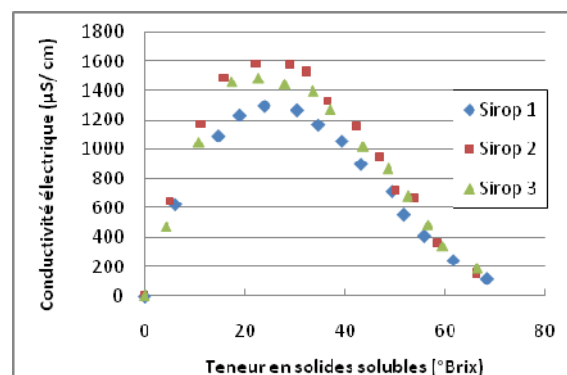


Figure 2 : Conductivité électrique en fonction de la teneur en solides solubles mesurée à 22 °C pour les séries de dilutions de trois sirops d'érable.

Les équations de régression correspondant aux courbes illustrées à la Figure 2 sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Relation entre la conductivité électrique et la teneur en solides solubles établie à 22 °C pour les séries de trois dilutions de sirop d'érable analysées.

Code	Équation	Coefficient de détermination
SIROP 1	$Y = 0,0213X^3 - 3,15X^2 + 117,37X + 2,93$	0,9981
SIROP 2	$Y = 0,0275X^3 - 4,01X^2 + 147,69X + 1,36$	0,9959
SIROP 3	$Y = 0,0249X^3 - 3,67X^2 + 137,2X - 19,37$	0,9957

c) Effet de la température : La dépendance entre la conductivité électrique et la température est illustrée à la Figure 3 à l'aide de données obtenues pour le SIROP 3. Une élévation de la température conduit à une augmentation de la conductivité électrique, ce qui est dû à l'accroissement de la mobilité des ions dans l'eau par l'effet de l'augmentation de la température. L'importance de l'effet de la température sur cette propriété dépend de la nature de chaque solution. Il convient donc, afin d'effectuer des mesures précises, de tenir compte de la température dans les mesures de conductivité électrique. Lorsque la mesure est faite à une température

différente de la température dite de référence, en générale 25 °C (ISO 7888, 1985), le résultat de la mesure doit toujours comporter l'indication de la température à laquelle elle a été faite. Quand la comparaison de la valeur de la conductivité électrique veut être effectuée pour des échantillons différents, il est nécessaire d'effectuer la mesure en conditions identiques de température pour tous les échantillons. Lorsque ces conditions ne sont pas atteintes, il faut utiliser un instrument de mesure capable d'apporter une compensation de la température.

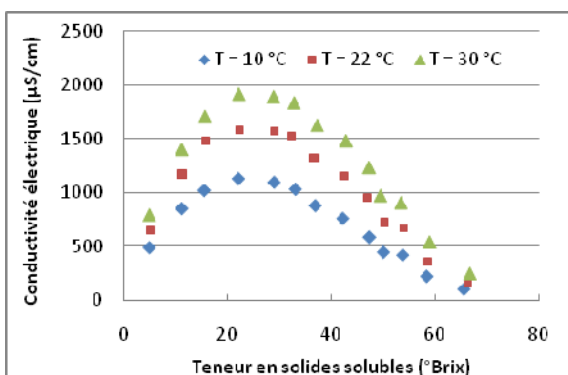


Figure 3 : Conductivité électrique en fonction de la température pour des dilutions de sirop d'érable préparées à partir du SIROP 3 (66,4 °Brix).

En général, la conductivité électrique varie de façon directement proportionnelle à la température. À la Figure 4, cette dépendance est illustrée pour trois dilutions et trois températures. À titre d'exemple, un sirop d'érable ayant une teneur en solides solubles de 66 °Brix peut présenter une variation d'environ 25 % sur la valeur de sa conductivité électrique dans un intervalle de température de 20 à 25 °C. Tandis que pour une dilution à 24 °Brix, cette valeur est d'environ 13 % pour le même intervalle de température.

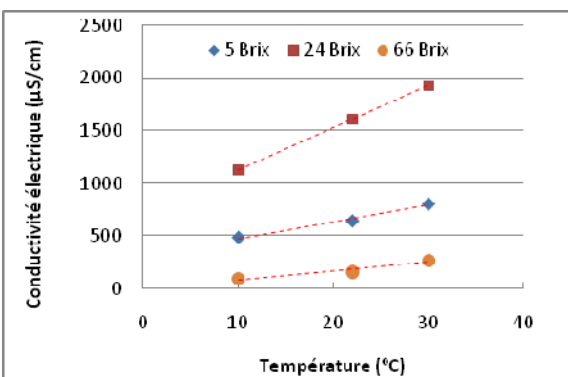


Figure 4 : Effet de la température sur la valeur de la conductivité électrique pour un sirop d'érable et deux dilutions du même sirop d'érable.

2. Conductivité électrique du sirop d'érable selon la méthode BNQ : Les résultats obtenus par cette méthode sont

présentés au Tableau 3. La teneur en solides solubles des échantillons préparés par la méthode NQ 8285-005/2001 (Tableau 3) s'approche de celle correspondant à la valeur maximale de conductivité électrique observée lors de l'analyse des dilutions de sirop d'érable. Ces valeurs sont de 24,9, 24,6 et 25,1 °Brix pour le SIROP 1, le SIROP 2 et le SIROP 3, respectivement.

Lorsqu'un sirop d'érable à 66 °Brix est analysé par la méthode NQ 8285-005/2001, la teneur en solides solubles de l'échantillon préparé devrait atteindre environ 26,2 °Brix (valeur calculée). Cette valeur varie en fonction de la teneur en solides solubles (°Brix) du sirop d'érable à analyser et donc, servant à préparer l'échantillon (dilution de sirop d'érable). Pour ce niveau de dilution, la conductivité électrique à 22 °C de différents sirops d'érable analysés est située entre 1384 et 1582 µS/cm. Une variation d'environ 13 % peut être observée pour cette valeur lorsque la température varie de 20 à 25 °C.

Des facteurs tels que la précision du matériel utilisé pour la préparation de l'échantillon, la qualité de l'eau distillée et l'homogénéité du mélange (sirop d'érable et eau distillée) sont aussi à la base des variations sur la mesure de cette propriété.

Tableau 3 : Conductivité électrique du sirop d'érable déterminée à 22 °C par la méthode NQ 8280-005/2001.

Code	Teneur en solides solubles (°Brix)	Échantillon [1]	
		Teneur en solides solubles (°Brix)	Conductivité (µS/cm)
SIROP 1	68,5	24,8	1384
SIROP 2	66,3	23,7	1582
SIROP 3	66,4	24,4	1451

[1] Échantillon préparé selon la méthode NQ 8280-005/2001.

CONCLUSION

À la lumière des résultats présentés dans ce document, les conclusions énumérées ci-dessous sont retenues :

- ☑ La tendance de la courbe conductivité électrique – teneur en solides solubles d'une solution de sirop d'érable est de type polynomial (allure d'une cloche). Il y a donc un seul point où la valeur de la conductivité électrique est unique;
- ☑ Lorsque la conductivité électrique est mesurée directement dans le sirop d'érable (66 °Brix), des valeurs se situant dans l'intervalle de 90 à 280 µS/cm peuvent bien être obtenues;

- ☑ Lorsque la méthode NQ 8280-005/2001 est utilisée, la valeur de la conductivité électrique mesurée à 22 °C dans la dilution de sirop d'érable (environ 26 °Brix) est de l'ordre de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ce résultat est différent de celui inscrit dans la norme, soit une valeur d'au moins 90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et d'au plus 280 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (BNQ, 2001);
- ☑ Les valeurs référées dans la norme correspondent plutôt à la valeur de conductivité électrique mesurée directement dans un sirop d'érable (66 °Brix);
- ☑ Il est donc très important de faire la différence entre les mesures effectuées dans un échantillon de sirop d'érable et celles prises dans une dilution de sirop d'érable.

La conductivité électrique représente un bon critère pour la détermination de l'authenticité du sirop d'érable et devrait continuer à faire partie du contrôle de routine. Cette mesure, simple et rapide, dépendante de la nature des ions et de leur concentration pourrait éventuellement aider à faire une classification plus poussée de ce produit. ***Il est cependant important de respecter la valeur de température de référence pour la mesure de cette propriété, le niveau de dilution de l'échantillon et la qualité de l'eau utilisée pour la préparation de la dilution (eau distillée ayant une conductivité presque nulle).***

RÉFÉRENCES

- AOAC. (1966). Conductivity Value of Maple Syrup. Official Method 957.16, 1 p.
- Bureau de Normalisation du Québec. (2001). Norme Sirop d'érable – Caractéristiques et méthodes d'essais. NQ 8280-005/2001, 35 p.
- Centre ACER. (2008). Projet 641 : Mise en fonctionnement et opération optimale de l'évaporateur industriel de l'érablière expérimentale. Base de données expérimentales.
- ISO. (1985). Water Quality – Determination of Electrical Conductivity, Official Method 7888, 6 p.



Siège social et station expérimentale en acériculture
142, Rang Lainesse
Saint-Norbert d'Arthabaska
Québec, Canada G0P 1B0

Téléphone : 819-369-4000
Télécopieur : 819-369-9589

Laboratoire de recherche
3600, boulevard Casavant Ouest
Saint-Hyacinthe
Québec, Canada J2S 8E3

Téléphone : 450-773-1105
Télécopieur : 450-773-8461

info@centreacer.qc.ca



Notre site web
www.centreacer.qc.ca/publications/infofiches/PDF/312A0309F.pdf