



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

Info-fiche acéricole

**Calcul du poids spécifique relatif (densité) d'une solution de sucre d'érable en
fonction de sa concentration (°Brix)**

Préparé par : Gaston B. Allard ing., agr.

Info-fiche acéricole	CALCUL DU POIDS SPÉCIFIQUE RELATIF (DENSITÉ) D'UNE SOLUTION DE SUCRE D'ÉRABLE EN FONCTION DE SA CONCENTRATION (°Brix) Par: Gaston B. Allard ing., agr.
no: 371a0199	
Remplace: 471a0199	

1. Problématique

Un des paramètres importants dans le calcul des propriétés des solutions de sucre d'érable (sève, concentré d'osmose inversée et sirop) est son poids spécifique relatif ou sa densité. Toute solution possède une densité qui lui est propre et qui est défini comme étant le rapport entre la masse (le poids) d'un volume quelconque de cette solution par rapport à la masse (le poids) d'un volume égal d'eau pure mesuré à une température standard qui est de 4°C ou 20 °C. En acériculture, on confond souvent la densité d'une solution (qui ne possède pas d'unité puisqu'il s'agit d'un rapport de poids) avec sa concentration en sucre qui s'exprime en % (poids/poids) ou plus généralement en °Brix.

Il serait en fait impossible de définir rigoureusement la densité d'une solution de sucre d'érable en fonction de son °Brix. En effet, cette propriété s'applique généralement à des solutions pures (un seul composé en solution) ou encore, à des solutions dont tous les éléments en solutions sont connus (nature, propriétés physiques et chimiques et proportion relative de chaque élément dans le mélange). Les solutions de sucre d'érable étant par définition des solutions d'origine naturelle, cette composition n'est jamais connue et c'est pourquoi il n'existe actuellement aucune données publiées donnant densité des solutions de sucre d'érable. On devra donc se contenter d'une approximation et la plus appropriée nous semble être celle publiée pour une solution de sucrose.(C₁₂H₂₂O₁₁, poids moléculaire de 342.30).

Les valeurs « pub. » montrées au Tableau 2 sont reproduites à partir des données publiées dans le « Handbook of Chemistry and Physics, 55th édition, CRC Press, 1974-75, pD131. ». Plusieurs calculs exigent cependant des valeurs intermédiaires et celles-ci sont identifiées comme étant des valeurs « cal. ». Elles proviennent d'une équation de régression polynomiale établie à partir des données publiées et dont le coefficient de corrélation est de plus de 99.99%. La forme générale de cette relation est donnée par l'équation 1 et la valeur des coefficients apparaissent au tableau 1. Il faut noter que pour obtenir une bonne précision entre 0 °Brix et 70 °Brix, il faut utiliser au moins 15 décimales

$$D_{20}^{20}(\text{°Brix}) = a + c(\text{°Brix}) / (1 + b(\text{°Brix}) + d(\text{°Brix})^2) \quad \text{Équation 1}$$

Tableau 1 : Valeur des coefficients de l'équation 1

a	b	c	d
0.999992956631726	-.00925262369550272	-0.00539288034998694	0.0000222308169457791

2. Exemples d'utilisation

La densité(D_{68}) d'une solution est donc utilisé avec le poids spécifique de l'eau pure pour calculer le poids d'un volume donné de cette solution. Le poids spécifique de l'eau pure (PS_{eau}) à 20 °C est bien connu et est fixé, pour les besoins de nos calculs à 10 livres/gal Imp. ou à 1kg/litre, sa densité étant par définition égale à 1.000. Ainsi, si on désire calculer le poids d'un gallon imp. de sirop d'érable ayant une densité de 68°Brix, il suffit de poser :

$$\begin{aligned}
 W_{68} &= Vol_{68} \times PS_{eau} \times D_{68} \\
 &= 1 \text{ gal (imp)} \times 10 \text{ lbs/gal (Imp)} \times 1.3371 = 13.751 \text{ lbs} \\
 &= 1 \text{ gal (Imp)} \times 4.5461 \text{ kg/gal(imp)} \times 1.3371 = 6.0786 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

De même, si on voulait faire le bilan massique de sucre dans un évaporateur dont le taux d'alimentation en concentré d'osmose inversée à 7.4 °Brix est de 156 Gal(US)/heure, il faudrait poser :

$$\begin{aligned}
 dW_{sucre} &= Vol_{in} \times PS_{eau} \times Gal(US)/Gal \text{ Imp} \times ^\circ\text{Brix}_{in} \times D_{7.4} \\
 &= 156 \text{ gal(US)/hre} \times 10 \text{ lbs/gal (Imp)} \times 0.83286 \text{ gal (US)/gal(imp)} \times 7.4^\circ\text{Brix} \\
 &\quad \times 1.0293 \\
 &= 98.96 \text{ lbs sucre/hre}
 \end{aligned}$$

(à noter : le °Brix de 7.4, puisqu'il s'agit d'un pourcentage en poids, entre dans le calcul sous la forme de .074)

Cette valeur permet également de calculer le volume de sirop (calculé en gal Imp) à 66°Brix qui pourrait être extrait d'un tel évaporateur :

$$\begin{aligned}
 dW_{sucre} &= Vol_{out} \times PS_{eau} \times ^\circ\text{Brix}_{out} \times D_{66} \\
 Vol_{out} &= dW_{sucre} / (10 \text{ lbs/gal(imp)} \times .66 \times 1.3248) \\
 &= 98.66 / (10 \times .66 \times 1.3248) \\
 &= 11.32 \text{ gal(imp)/heure de sirop à } 66^\circ\text{Brix}
 \end{aligned}$$

Tableau 2 : Valeurs publiées et calculées de la densité (D_B) d'une solution de sucrose utilisées comme approximation de la densité d'une solution de sucre d'érable en fonction du °Brix

°Brix	Densité(D _B)		°Brix	Densité(D _B)		°Brix	Densité(D _B)		°Brix	Densité(D _B)		°Brix	Densité(D _B)	
	Pub.	Cal.		Pub.	Cal.		Pub.	Cal.		Pub.	Cal.		Pub.	Cal.
0.0	1.0000	1.0000	3.3		1.0129	6.6		1.0261	9.9		1.0396	42.0	1.1889	1.1889
0.1		1.0004	3.4		1.0133	6.7		1.0265	10.0	1.0400	1.0400	43.0		1.1941
0.2		1.0008	3.5	1.0137	1.0137	6.8		1.0269	11.0	1.0441	1.0441	44.0	1.1994	1.1994
0.3		1.0012	3.6		1.0141	6.9		1.0273	12.0	1.0483	1.0483	45.0		1.2047
0.4		1.0015	3.7		1.0145	7.0	1.0277	1.0277	13.0	1.0525	1.0525	46.0	1.2100	1.2100
0.5	1.0019	1.0019	3.8		1.0149	7.1		1.0281	14.0	1.0568	1.0568	47.0		1.2154
0.6		1.0023	3.9		1.0153	7.2		1.0285	15.0	1.0610	1.0611	48.0	1.2208	1.2208
0.7		1.0027	4.0	1.0156	1.0156	7.3		1.0289	16.0	1.0653	1.0654	49.0		1.2262
0.8		1.0031	4.1		1.0160	7.4		1.0293	17.0	1.0697	1.0697	50.0	1.2317	1.2317
0.9		1.0035	4.2		1.0164	7.5	1.0297	1.0297	18.0	1.0741	1.0741	51.0		1.2373
1.0	1.0039	1.0039	4.3		1.0168	7.6		1.0301	19.0	1.0785	1.0785	52.0	1.2428	1.2428
1.1		1.0043	4.4		1.0172	7.7		1.0305	20.0	1.0829	1.0829	53.0		1.2484
1.2		1.0046	4.5	1.0176	1.0176	7.8		1.0309	21.0		1.0874	54.0	1.2540	1.2541
1.3		1.0050	4.6		1.0180	7.9		1.0313	22.0	1.0918	1.0919	55.0		1.2597
1.4		1.0054	4.7		1.0184	8.0	1.0317	1.0318	23.0		1.0964	56.0	1.2654	1.2655
1.5	1.0058	1.0058	4.8		1.0188	8.1		1.0322	24.0	1.1009	1.1009	57.0		1.2712
1.6		1.0062	4.9		1.0192	8.2		1.0326	25.0		1.1055	58.0	1.2770	1.2770
1.7		1.0066	5.0	1.0196	1.0196	8.3		1.0330	26.0	1.1102	1.1102	59.0		1.2829
1.8		1.0070	5.1		1.0200	8.4		1.0334	27.0		1.1148	60.0	1.2887	1.2887
1.9		1.0074	5.2		1.0204	8.5	1.0338	1.0338	28.0	1.1195	1.1195	61.0		1.2946
2.0	1.0078	1.0078	5.3		1.0208	8.6		1.0342	29.0		1.1242	62.0	1.3006	1.3006
2.1		1.0082	5.4		1.0212	8.7		1.0346	30.0	1.1290	1.1290	63.0		1.3066
2.2		1.0085	5.5	1.0216	1.0216	8.8		1.0350	31.0		1.1338	64.0	1.3126	1.3126
2.3		1.0089	5.6		1.0220	8.9		1.0354	32.0	1.1366	1.1386	65.0		1.3187
2.4		1.0093	5.7		1.0224	9.0	1.0358	1.0359	33.0		1.1435	66.0	1.3248	1.3248
2.5	1.0097	1.0097	5.8		1.0228	9.1		1.0363	34.0	1.1484	1.1484	67.0		1.3309
2.6		1.0101	5.9		1.0232	9.2		1.0367	35.0		1.1533	68.0	1.3371	1.3371
2.7		1.0105	6.0	1.0236	1.0236	9.3		1.0371	36.0	1.1583	1.1583	69.0		1.3433
2.8		1.0109	6.1		1.0240	9.4		1.0375	37.0		1.1633	70.0	1.3496	1.3496
2.9		1.0113	6.2		1.0245	9.5	1.0379	1.0379	38.0	1.1683	1.1683	71.0		1.3559
3.0	1.0117	1.0117	6.3		1.0249	9.6		1.0383	39.0		1.1734	72.0	1.3623	1.3622
3.1		1.0121	6.4		1.0253	9.7		1.0387	40.0	1.1785	1.1785	73.0		1.3686
3.2		1.0125	6.5	1.0257	1.0257	9.8		1.0391	41.0		1.1837	74.0	1.3751	1.3750