

## La gestion des sucres

Par ;Philippe Parent, agr., M.Sc., professionnel de recherche, Université Laval

Texte paru dans le magazine Producteur Plus, Hors série Zoom 2005

Les sucres présents dans la pomme de terre forment l'amidon qui, à son tour, devient la chair du légume. Les sucres sont donc des substances essentielles dans le processus de vieillissement. On mesure les sucres pour connaître la maturité chimique des pommes de terre et pour contrôler la température d'entreposage afin d'ajuster le taux de sucres en fonction des exigences de chaque client, car c'est la quantité de sucres présents dans la pomme de terre qui lui donne sa couleur à la friture.

### DES SUCRES ADAPTÉS AUX BESOINS DU CLIENT

Pour un producteur de pommes de terre, le contrôle des sucres en entrepôt revêt une importance capitale car le taux de sucres présent dans ses pommes de terre influencera le prix qu'il en obtiendra lors de la vente. Si celles-ci contiennent trop de sucres et sont destinées au marché de la frite congelée ou croustille, les usines de transformation devront intervenir au niveau des sucres, et leur coût de transformation en sera d'autant augmenté. Par ailleurs, si les pommes de terre ne contiennent pas assez de sucres, elles n'atteindront jamais la couleur de friture désirée. Bref, chaque marché développe ses propres besoins en sucres, et pour répondre à ces demandes précises, il existe plusieurs moyens de contrôler les sucres.

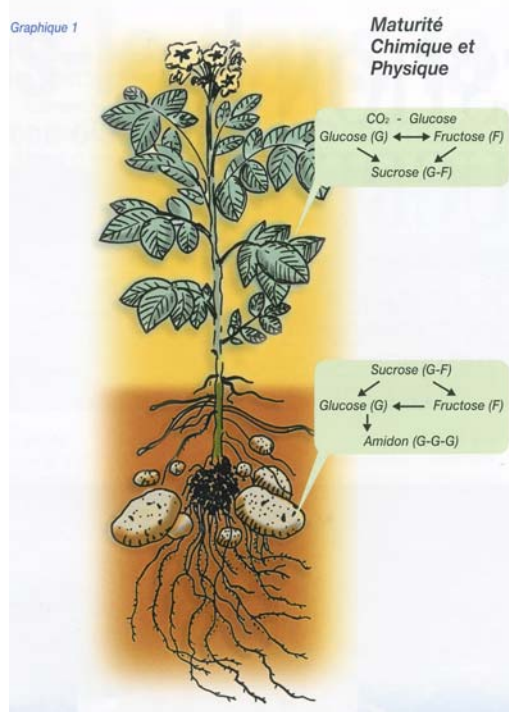
### QUE SONT LES SUCRES?

Comme toutes les plantes, la pomme de terre croît grâce à la photosynthèse. Le feuillage des plants de pomme de terre démontre une surcapacité à produire des sucres réducteurs (glucose et fructose), comparativement au pouvoir qu'ont les tubercules à transformer les sucres en amidon. En physiologie végétale, on nomme ce phénomène "puits limitatif", c'est-à-dire, dans le cas qui nous occupe, que ce sont les tubercules, et non la quantité de feuillage, qui limitent la vitesse du rendement (graphique 1).

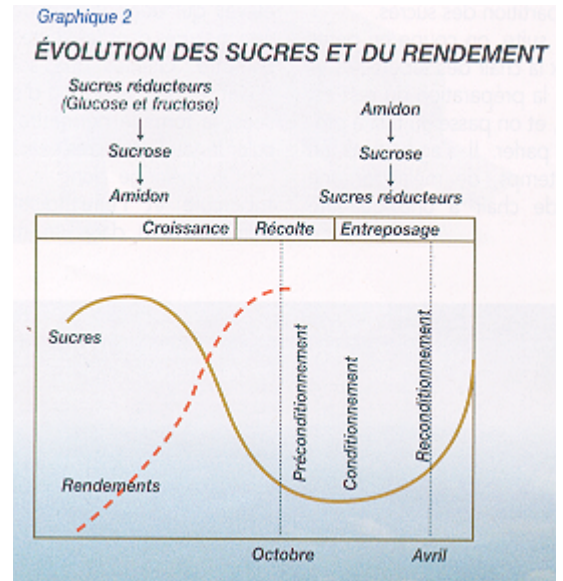
Dans la plante, les deux sucres réducteurs que sont le glucose et le fructose sont transformés en sucrose, puis en amidon. Le sucrose est indétectable au glucomètre, mais il peut se dégrader en glucose et fructose ou former de l'amidon. Afin de mesurer ce sucrose, on doit avoir recours à un procédé qui sépare les molécules de fructose et de glucose qu'il contient. Une fois séparé, seul le glucose est mesurable au moyen du glucomètre.

#### TRANSLOCATION DES SUCRES DANS LA PLANTE

Graphique 1



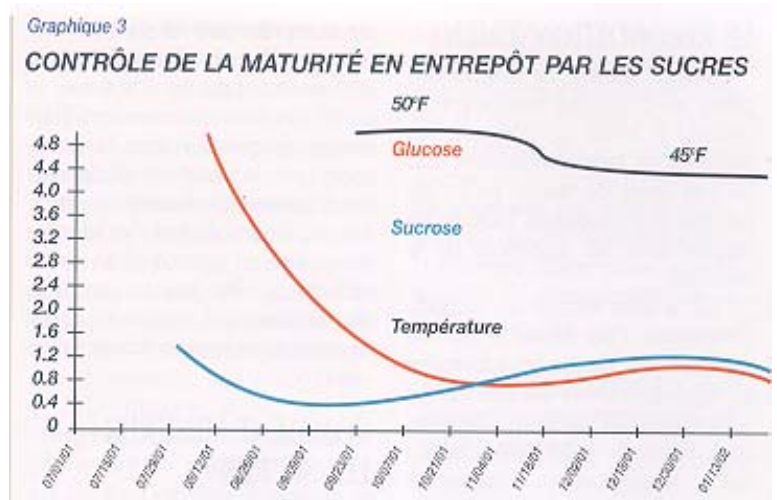
Comme on peut le voir sur le graphique 2, les tubercules profitent d'une augmentation de sucres tout au long de leur croissance. Les sucres se transforment en amidon au fur et à mesure que le rendement ainsi que le poids spécifique augmentent, jusqu'à la transformation complète des sucres dans la plante. C'est alors que le rendement a atteint sa limite. La récolte a lieu alors que le rendement est à son maximum et les sucres à leur minimum. Au moment du mûrissement, il est temps de recourir aux premières applications du glucomètre afin de déterminer le moment exact où le maximum de sucres aura été transformé en amidon.



### LA MATURITÉ CHIMIQUE

En effet, en prélevant quelques tubercules que l'on soumet au glucomètre, à un intervalle de 2-3 fois par semaine, on est en mesure de déceler le moment où le taux de sucres ne subit plus de modification, signal qu'il est temps de récolter.

Toutefois, lors de ces tests au glucomètre, il faut tenir compte de la température car en cas de baisse importante du mercure, le taux de sucres augmentera. Il faudra dès lors récolter impérativement, le but étant de récolter des tubercules ayant le plus bas taux de sucres possible (graphique 3).



### LE PRÉ-CONDITIONNEMENT

Souvent, pour toutes sortes de raisons, il est impossible pour le producteur de récolter ses pommes de terre au moment où ses sucres sont au plus bas. Il existe alors la méthode de pré-conditionnement qui consiste à réajuster les sucres des tubercules avant l'entreposage à long terme. Il suffit de conserver les tubercules à une température de 50-55°F pendant une période d'environ 6 semaines, afin qu'ils continuent à dépenser leur énergie et ainsi transformer les sucres résiduels.

Certaines précautions doivent être prises en période de pré-conditionnement. Puisque la température est relativement élevée, le taux de CO<sub>2</sub> s'élève, et il y a risque de perte de poids et de blessures de pression. Par conséquent, il faut ventiler et veiller à maintenir un taux d'humidité maximum. D'après une recherche récente effectuée à l'université de l'Idaho, les pommes de terre destinées à un entreposage à long terme peuvent perdre jusqu'à 50 % de leur poids total durant le premier mois. On trouve un autre usage au glucomètre lors du pré-conditionnement. Il permet de suivre l'opération au jour le jour, et de savoir exactement quand le pré-conditionnement est terminé, et quand il est temps de réduire le chauffage (0,5 à 2°F par semaine), la ventilation, etc.

## LE CONDITIONNEMENT

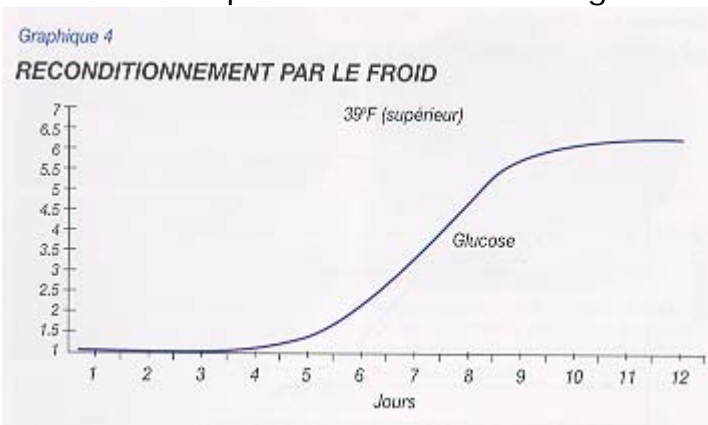
Lorsque la température a graduellement été abaissée à 45°F, l'entreposage entre dans la phase de conditionnement. Il est possible de vérifier encore sporadiquement la condition des tubercules avec le glucomètre, par mesure de sécurité, mais règle générale, les tubercules sont fins prêts à entreprendre un entreposage à long terme. Une augmentation des sucres lors du refroidissement peut signifier une diminution trop rapide de la température en fonction de la variété et de sa condition. La méthode du glucomètre permet donc de s'ajuster précisément à toutes les situations.

## LE RECONDITIONNEMENT

Malgré toutes les précautions prises au cours des étapes précédentes, il arrive parfois que les pommes de terre contiennent trop ou pas assez de sucres en fin de période d'entreposage, toujours en rapport avec les exigences de la clientèle.

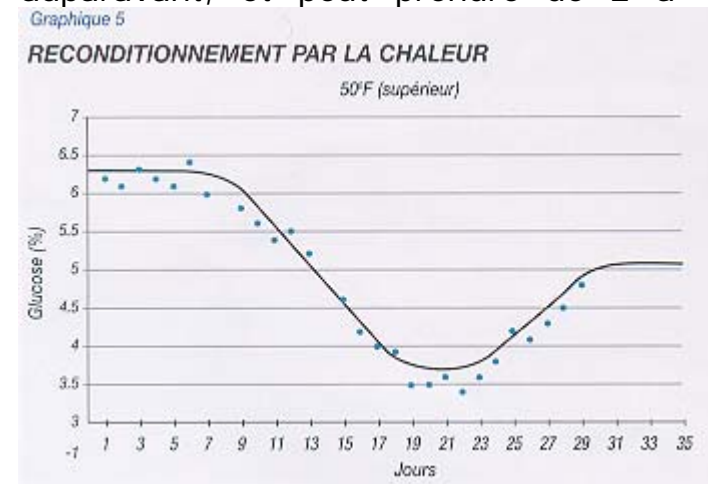
On a alors recours au reconditionnement. Pour élever le taux de sucres, il faut mettre les tubercules au froid. Lors d'une expérience, j'ai réfrigéré à 39°F un lot de Superior (graphique 4). Sur le graphique, on observe les relevés quotidiens du taux de glucose.

On constate que ce taux monte en flèche en quelques jours. Il est donc impératif de prendre les relevés à chaque jour, pour ne pas excéder le taux de sucres. Il faut aussi tenir compte de la période de transition au sortir du réfrigérateur, alors que les tubercules, qui prennent un certain temps à se réchauffer, continuent d'élever leur taux de sucres. Donc, il faut prévoir de les sortir avant l'atteinte du taux de sucres désiré.



Il arrive qu'au lieu de devoir élever le taux de sucres, il faille le réduire. On procède alors au reconditionnement à la chaleur, afin de stimuler le métabolisme chimique des tubercules et brûler ainsi les sucres excédentaires (graphique 5). On privilégie une température de 50-60°F. Une température trop élevée risque d'occasionner des pertes de poids. Habituellement, la réduction des sucres a lieu de façon beaucoup plus progressive que l'augmentation expliquée auparavant, et peut prendre de 2 à 4

semaines selon les variétés. Il convient de tester les sucres au moyen du glucomètre, tout en s'assurant de la représentativité de l'échantillonnage. Dès que l'on constate un plafonnement du taux de sucre, on met fin au reconditionnement. Si on continuait quand même le traitement, on risquerait de déclencher un processus de sucrage irréversible, au cours duquel l'amidon se reconvertit en sucrose et en sucres réducteurs. Une fois ce processus de vieillissement enclenché, il est impossible de reconditionner à nouveau.



## COMMENT MESURER LES SUCRES

Il existe de nombreuses méthodes permettant de doser les sucres réducteurs, mais la plupart de ces méthodes exigent des instruments coûteux et des opérateurs qualifiés. Il y a toutefois une procédure qui permet d'estimer, en deux étapes, le glucose et le sucrose contenus dans les tubercules.

Pour mesurer le sucrose, il faut séparer le glucose du fructose, qui sont les deux molécules composant le sucrose. Pour ce faire, on a recours à une enzyme, l'invertase, disponible via des catalogues de produits de laboratoire (ex.: compagnie Sigma Chemical Co.). Cette enzyme est livrée sous forme de cristaux, et doit être préparée en solution, selon les proportions suivantes : 50 mg d'invertase dissoute dans 0.5 ml d'eau distillée. On comprend que pour mesurer ces quantités d'enzyme et d'eau, il faut posséder une balance de très grande qualité ainsi que des pipettes de laboratoire.

Lorsque la solution d'enzyme est prête, et repose à la température de la pièce, on procède à la préparation des tubercules. On doit échantillonner de façon représentative les pommes de terre que l'on s'apprête à tester, selon la grosseur qui est habituellement employée pour le marché auquel on les destine. En vrac ou en boîtes, il faut déterrer des spécimens le plus profondément possible, et rejeter celles qui sont à la surface car elles sont ordinairement plus froides et contiennent davantage de sucres.

Pour chaque test, on tranche ensuite une dizaine de tubercules pour n'en conserver que le cœur, afin de contrer la mauvaise répartition des sucres (sugar ends). Préférentiellement, on prélève une partie de chacun des spécimens, que l'on fera frire après avoir procédé aux tests de sucres, pour vérifier de visu la couleur obtenue et, par le fait même, la répartition des sucres.

Par la suite, on coupe en petits morceaux la chair des tubercules. À ce stade, la préparation du test est terminée, et on passe au test à proprement parler. Il s'agit, dans un premier temps, de mélanger une portion de chair à une quantité d'eau.

Signalons que ce test doit être adapté selon les caractéristiques des pommes de terre testées. Par exemple, une pomme de terre contenant un très faible taux de sucres ne pourra être testée en utilisant un grand volume d'eau, car les rares sucres s'y dilueraient trop, rendant la mesure impossible. Il faudra donc, dans ce cas, réduire le volume de solution.

Par exemple, des quantités de 100 grammes de pomme de terre (poids frais) et de 150 ml d'eau conviennent surtout pour les pommes de terre destinées au marché de la croustille. Pour le marché de la table, on prendra plutôt 150 grammes de pomme de terre et 500 ml d'eau, ceci afin de réduire les sucres élevés qui doivent tout de même être mesurés dans les limites du glucomètre. Quelles que soient les quantités de matière ou d'eau utilisées, la formule permettra de calculer le taux de sucres exact.

On mélange donc la chair du tubercule et l'eau (distillée ou déminéralisée) dans un malaxeur, pendant 1 minute, puis on filtre le mélange (un filtre à café convient parfaitement). Avec le glucomètre, on teste tout simplement le liquide obtenu (le filtrat), ce qui donne une lecture du glucose en millimoles par litre (mmol/L). Plus ce nombre est élevé, plus le taux de sucres l'est également, et plus la couleur des frites sera foncée.

## POUR CONVERTIR LA CONCENTRATION DE GLUCOSE MMOL/L EN %

- 150 g de pommes de terre
- 500 ml d'eau distillée
- Glucomètre: 5 mmol/L

Le % glucose = (lecture (mmol/L) x 0.018\* x volume d'eau (ml)) / poids échantillon (g)  
 $5 \times 0.018 \times 500 / 150 = 0.3 \%$

\* Afin de déterminer le % de glucose, la lecture en (mmol/L) doit être multipliée par 0.018 puisque le poids d'une mole de glucose est de 180.16 g.

Voilà donc pour la première étape de la procédure, qui consiste à mesurer le glucose. La seconde étape concerne le sucrose. Nous avons vu précédemment que le sucrose représente en quelque sorte les réserves en sucres de la pomme de terre pour toute la durée de son entreposage. En mesurant le taux de sucrose, on obtient une bonne évaluation du potentiel des tubercules à se rendre jusqu'au re-conditionnement, et à y réagir.

Pour mesurer le sucrose, on utilise des pipettes très précises qui permettent de prélever une quantité de 3 ml de filtrat à laquelle on ajoute 0.02 ml de solution d'enzyme. On laisse reposer le tout pendant une heure, en mélangeant aux 15 minutes, puis l'on soumet le mélange au glucomètre pour obtenir une lecture qui représente la somme du glucose mesuré auparavant et du glucose fraîchement retiré du sucrose par l'enzyme. Il suffit ensuite de soustraire de cette mesure la quantité de glucose obtenue lors de la première étape, pour obtenir la quantité de glucose contenue dans le sucrose.

## POUR CALCULER LA CONCENTRATION DE SUCROSE EN %

Glucomètre: 8 (mmol/L)

Le % sucrose = ((Lecture 2 - Lecture 1) x 0.0342\*) x volume d'eau (ml) / poids échantillon (g)

$((8 - 5) \times 0.0342) \times 500 / 150 = 0.342\%$

\* Cette valeur est basée sur le fait que chaque gramme de sucrose contient 0.526 g de glucose

En procédant de manière systématique à ces tests, le producteur est en mesure de connaître exactement le taux de sucres et d'en déceler rapidement toute augmentation ou diminution. N'oubliez pas de prendre des notes, et conservez l'historique de toutes vos lectures au glucomètre et observations de friture. Prenez aussi des photos, vous pourrez ainsi vous "faire l'œil" et détecter les mauvaises répartitions des sucres.

## LE GLUCOMÈTRE

Il est facile de se procurer un glucomètre dans la plupart des pharmacies, qui les donnent parfois. Quant au coût des bandelettes utilisées avec le glucomètre, il revient à environ un dollar par test.

Il importe de choisir un glucomètre dont la graduation débute à 0, ce qui n'est pas le cas de tous les appareils. Il faut que le glucomètre soit capable de déceler des taux de sucres fractionnés.

Préférentiellement, on choisira aussi un glucomètre dont l'action est rapide, afin de réduire le temps re-quis pour une opération regroupant plusieurs tests consécutifs.

Une des faiblesses du glucomètre, c'est qu'il ne mesure pas le taux de fructose, mais uniquement du glucose, d'où son nom. Par conséquent, un seul des deux sucres réducteurs est analysé. Mais cela ne constitue pas un réel problème car la proportion de fructose dans le tubercule est minime comparée au glucose. Cependant, il peut arriver que, malgré une lecture correcte au glucomètre, les pommes de terre se comportent de façon problématique. Dans ce cas, on peut soupçonner un taux anormal de fructose, impossible à détecter toutefois avec l'appareil.

Finalement, puisque les vitesses de réaction sont grandement influencées par la température, il importe de procéder aux analyses dans un milieu tempéré (20-24 °C). La méthode décrite est principalement basée sur les travaux de recherche de Cultures H. Dolbec Inc., et inspirée des publications de W. K. Coleman du Centre de recherche sur la pomme de terre de Fredericton.

## RÉFÉRENCES

Coleman, W.K., G. C. C. Tai, S. Clayton,

M. Howie, et A. Periera ; 1993; A portable monitor for the rapid assessment of processing quality of stored potato tubers; *Am Potato J.* 70:909-923.

Coleman, w.K., LeBlanc. J., et T. Morishita; 1996; A rapid test for chemical maturity monitoring of tubers;

*Am Potato J.* 73:501-507.

Coleman, W.K.; Tai, G. C. C. ;1999; Comparative performance of three test methods for determining chipping quality in tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.); *Can. J. Plant Sci.* 79:625-632.