



# L'augmentation de la consommation de fructose responsable du syndrome métabolique?

Kaspar Berneis<sup>a</sup>, Ulrich Keller<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Clinique de l'Endocrinologie et Diabétologie, Hôpital Universitaire de Zurich

<sup>b</sup> Clinique de l'Endocrinologie, Diabétologie et Alimentation clinique, Hôpital Universitaire de Bâle

## Quintessence

- Le high fructose corn syrup (HFCS/isoglucose) est un produit industriel fabriqué à partir de maïs, à haute teneur en fructose.
- Le fructose est à peu près 1,6 fois plus sucré que le glucose ou le saccharose.
- Ces dernières années, notamment aux Etats-Unis, le saccharose a été progressivement remplacé par le fructose comme édulcorant dans les boissons, les pâtisseries et autres denrées alimentaires sucrées.
- Les données épidémiologiques des Etats-Unis trahissent une évolution parallèle entre l'augmentation rapide de l'obésité et l'adjonction de fructose.
- La consommation des boissons sucrées avec le HFCS n'est pas suffisamment rassasiante et peut entraîner l'apparition d'une surcharge pondérale.
- La consommation de fructose en grande quantité peut favoriser l'hypertension.
- L'absorption de fructose peut avoir une influence négative sur le profil lipidique, en augmentant les triglycérides sériques postprandiaux.
- En Suisse, il n'existe à ce jour aucune obligation de déclarer la répartition des différents types de sucres ajoutés comme le fructose, le saccharose, le maltose, etc.
- De l'avis de l'auteur, l'utilisation du HCFS ou du fructose comme sucre ajouté devrait figurer dans les déclarations de quantités concernant les denrées alimentaires.
- Les patients souffrant du syndrome métabolique doivent être dissuadés de consommer des boissons contenant de grandes quantités de sucres ajoutés (saccharose ou HCFS).

## Summary

### Increased fructose consumption as a cause of the metabolic syndrome?

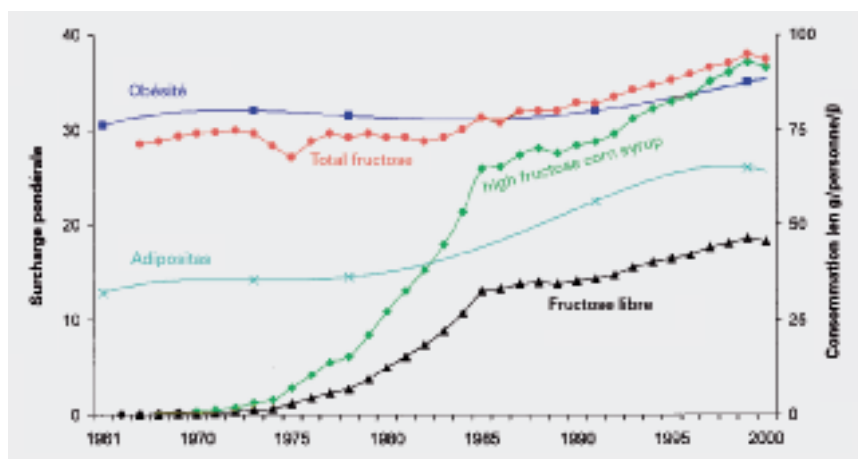
- *High fructose corn syrup (HFCS) is a product manufactured industrially from corn which has a high fructose content.*
- *Fructose is approximately 1.6 times sweeter than glucose or sucrose.*
- *In the USA in particular, sucrose has been increasingly supplanted by fructose in recent decades as a sweetener in drinks, baked goods and other sweetened foodstuffs.*
- *Epidemiological data from the USA show a parallel trend between the rapid rise of obesity and addition of free fructose to food.*
- *Consumption of drinks containing HFCS fails to adequately suppress appetite and may thus foster the development of obesity.*
- *Intake of free fructose in large quantities may be a factor favouring hypertension.*
- *Consumption of free fructose may unfavourably influence the lipid profile, due to a rise in postprandial serum triglycerides.*
- *In Switzerland there has so far been no requirement to declare the quantities of individual added sugars such as fructose, sucrose, maltose etc.*
- *The use of HFCS or free fructose as an added sugar should be stated, with indications of quantity, on food products (author's opinion).*
- *Patients with metabolic syndrome should be advised against consuming drinks containing large quantities of added sugar (sucrose or HFCS).*

## Introduction

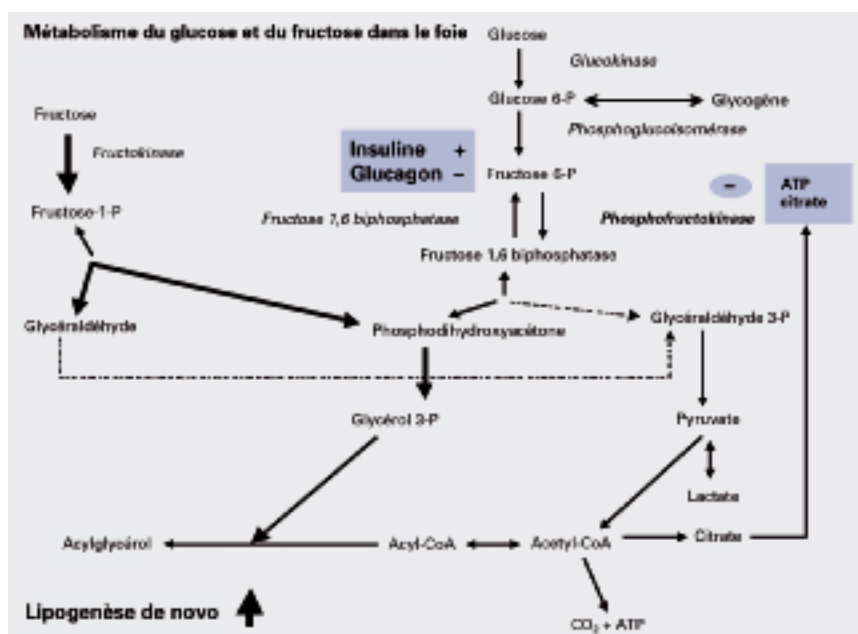
Nous désignons la plupart du temps par le terme «sucre» le saccharose, un disaccharide composé de glucose et de fructose, fabriqué à partir de la canne à sucre ou de la betterave. En fait, il existe dans les aliments différents mono- et disaccharides. Conformément à l'Ordonnance sur les denrées alimentaires, la répartition de ces types de sucres ne fait pas l'objet d'une déclaration obligatoire, bien qu'ils aient des effets très différents sur le métabolisme. Cet article traite du monosaccharide fructose, particulièrement important.

Depuis des milliers d'années, l'homme consomme du fructose en très petites quantités, sous forme de fruits frais. Sans qu'une partie du public en soit consciente, la consommation de fructose a considérablement augmenté ces dernières années aux Etats-Unis (fig. 1 [1]). Au cours des dernières décennies, la plupart du saccharose a été remplacée dans ce pays par un édulcorant moins onéreux, le HFCS ou sirop de maïs à haute teneur en fructose. Alors que la consommation de HFCS ne s'élevait qu'à 0,23 kg par personne et par an aux Etats-Unis en 1970, elle atteignait déjà 28,4 kg/par an en 1997, soit plus du centuple! [2] Le HFCS peut être fabriqué industriellement à moindre frais et est 1,6 fois plus sucré que le saccharose ou le glucose.

Les données relevées sur les animaux et sur les humains révèlent de plus en plus souvent une incidence négative de la consommation élevée de fructose sur le poids, le métabolisme lipidique et l'hypertension, autant de facteurs favorisant une augmentation du syndrome métabolique. Malheureusement, aucune information n'a été publiée sur la consommation de fructose libre en Suisse, notamment parce qu'il n'est soumis à aucune obligation de déclarer. D'après les indications de l'Administration fédérale des douanes, plus de 5,4 milliers de tonnes de sirop de fructose ont été importées en Suisse en 2004. Mais il reste encore à déterminer la part de fructose, notamment dans les boissons sucrées, ainsi que le lieu et le mode de fabrication de ce sirop. A l'inverse, la même année, 279 000 tonnes de saccharose ont été importées. Ainsi, en Suisse, la plus grande part de fructose est toujours consommée essentiellement sous forme de saccharose, mais on peut s'attendre à ce que la part de fructose libre augmente dans notre pays aussi. D'après le cinquième rapport sur la nutrition (Suisse),



**Figure 1**  
Corrélation entre la consommation de fructose aux Etats-Unis et la surcharge pondérale et l'obésité [1].



**Figure 2**  
Le métabolisme hépatique du fructose commence par la phosphorylation par la fructokinase. Contrairement au glucose, dont la décomposition est régulée par la phosphofruktokinase (feed-back négatif) et qui peut être stocké sous forme de glycogène, le fructose évite cette enzyme essentielle, et en cas de production trop importante, il servira de substrat pour la lipogenèse de novo (figure modifiée d'après Ludwig et al. [6]).

publié à l'automne 2005, la consommation moyenne de sucre atteignait 47,7 kg par personne et par an en 2001 et en 2002. Ces calculs ont été basés sur une population moyenne de 7,42 millions de personnes [3].

### Influence de la consommation de fructose sur le poids et le syndrome métabolique

Tout le monde le sait: une alimentation liée à un apport énergétique plus important conduit à prendre du poids. Plus de la moitié de la population américaine de plus de vingt ans a un BMI supérieur à 25 kg/m<sup>2</sup> et un quart un BMI supérieur à 30 kg/m<sup>2</sup>. Une sur-

charge pondérale, même légère, augmente le risque d'insulinorésistance, de dyslipidémie et d'hypertension.

Dans les années soixante-dix, aux Etats-Unis, l'utilisation commerciale du fructose s'est considérablement développée. En 1985, le HFCS représentait déjà 35% des édulcorants déclarés dans l'alimentation, devenant l'un des produits de substitution du saccharose les plus appréciés et les plus économiques dans les boissons sucrées comme le Coca-Cola, dans les pâtisseries, dans les confitures, etc. Actuellement, aux Etats-Unis, le fructose provenant du HFCS couvre près de 50% des différents types de sucres ajoutés aux aliments et aux boissons. Ainsi, dans ce pays, l'apport énergétique quotidien sous forme de fructose s'élève environ à 324 kcal par personne, soit 12% de l'apport calorique individuel total! [4]

Existe-t-il un lien entre le syndrome métabolique et la très forte augmentation de la consommation de fructose?

Le fructose est rapidement absorbé dans les intestins et doit ensuite être métabolisé dans le foie. Comme il ne peut pas être stocké, en cas d'apport trop important, il est directement transformé en graisses («lipogenèse de novo» voir fig. 2 [6]). Les résultats d'un travail publié en 2001 dans Lancet par Ludwig et al. [6] sont intéressants. Cet article montre que chez les jeunes, il existe une relation évidente entre la quantité de boissons sucrées absorbée et le BMI, voire l'augmentation de ce dernier. Chez les hommes comme chez les femmes, la consommation de 1150 g de boissons sucrées à base de HCSF conduit à une importante prise de poids au bout de trois semaines [7]. Il n'existe aucune comparaison directe entre le saccharose et le HFCS, mais c'est avant tout l'adjonction de sucre libre dans les boissons qui semble être dangereuse. Les données épidémiologiques des Etats-Unis portant sur la période entre 1960 et 2000 montrent une multiplication à plus du centuple de la consommation de HFCS, accompagnée d'une augmentation quasiment proportionnelle des cas de surcharge pondérale [4]. Des rats soumis pendant 5 semaines à un régime riche en fructose ont développé une hépatite grasseuse et les auteurs ont estimé qu'ils constituaient un bon modèle de «stéato-hépatite non alcoolique» humaine [8].

Comment une consommation massive de fructose peut-elle favoriser le syndrome métabolique? Contrairement au glucose, le fructose ne stimule pas immédiatement la sécrétion d'insuline dans les cellules bêta du pancréas [9]. L'insuline ralentit l'absorption des aliments et augmente l'apport énergétique. Même si le fructose ne stimule pas la sécrétion d'insuline, au bout de quelques semaines, l'alimentation à base de ce produit a provoqué sur les animaux résistance à l'insuline et obésité et s'est terminée par une hyperinsulinémie compensatrice [10]. Une étude sur les êtres humains a montré qu'un régime de sept jours contenant une quantité relativement importante de glucose n'impliquait aucune variation de la sensibilité à l'insuline, tandis qu'un régime riche en fructose la diminuait fortement [11].

## Consommation de fructose et lipide sérique

De nombreuses études effectuées sur des animaux ont montré qu'une alimentation riche en fructose pouvait aboutir à une hyperlipidémie [4]. Alors que le glucose ne provoque qu'une légère «lipogénèse de novo», le fructose, lui, peut rendre ce processus 3 à 15 fois plus important. Environ 30% du triacylglycérol (constituant des triglycérides) circulant après l'ingestion de fructose est généré par cette «lipogénèse de novo». Les données recueillies sur les êtres humains indiquent que, comparé au glucose, le fructose provoque une augmentation postprandiale plus importante de triglycérides sériques [12]. Récemment, une équipe de scientifiques de Lausanne a prouvé que chez les sujets sains, une alimentation riche en fructose (25% des apports caloriques) entraînait, au bout de six jours, une dyslipidémie et une résistance à l'insuline du foie et des tissus adipeux [13].

## Fructose et hypertension

Les rats nourris au fructose servent souvent de modèle pour l'hypertonie, même si les mécanismes n'ont pas encore été complètement élucidés. Le fructose semble cependant réduire la réactivité vasculaire [14]. Chez les êtres humains, aucune donnée claire n'est encore disponible à ce sujet. On peut malgré tout supposer que l'obésité induite par le fructose favorise au moins l'hypertension.

## La consommation de fructose en Suisse

Il n'existe pas de chiffres exacts sur la consommation de fructose libre ou de HFCS en Suisse, puisque ce produit n'est pas concerné par l'obligation de déclarer. D'après les informations de l'Administration fédérale des douanes, environ 3380 tonnes de fructose libre d'origine chimique ont été importées en Suisse en 2004 (notamment en provenance d'Allemagne et

de Finlande), ainsi que près de 5470 tonnes de sirop de fructose (notamment en provenance d'Allemagne, de Belgique et des Pays-Bas). Il serait naturellement intéressant de savoir dans quelles proportions ces édulcorants ont été utilisés dans nos produits alimentaires. On gagnerait également à déterminer comment le sirop de fructose importé en Suisse a été fabriqué (type de culture du maïs?). Depuis début 2005, le HFCS issu de produits de base génétiquement modifiés (maïs, enzymes) doit être déclaré.

## Conclusion

Il est surprenant que les Etats-Unis aient modifié ces dernières décennies la composition des sucres ajoutés aux produits alimentaires, sans avoir étudié plus avant les conséquences éventuelles sur le métabolisme humain. C'est pourquoi, en Suisse, il faut exiger une obligation de déclaration concernant les quantités de fructose libre et d'autres types de sucres présents dans les denrées alimentaires.

Il ressort des données disponibles aux Etats-Unis que les boissons avec adjonction de sucres furent en partie responsables de la prise de poids dans ce pays ces dernières décennies. Il existe des preuves scientifiques montrant que, consommé en trop grande quantité, le fructose peut jouer un rôle négatif sur le métabolisme et favoriser l'apparition du syndrome métabolique.

Les personnes souffrant de surcharge pondérale ou d'autres aspects du syndrome métabolique doivent limiter fortement leur consommation de saccharose, plus particulièrement de fructose libre. Il n'a pas encore été déterminé dans quelle mesure une limitation de la consommation de ces produits devait également être conseillée au reste de la population.

D'après l'auteur, l'obligation de déclarer devrait s'appliquer en Suisse aussi aux quantités d'édulcorants présents sous forme de HFCS ou de fructose libre. C'est en effet le seul moyen pour les consommateurs de décider des quantités et de la qualité de leur consommation de sucres.

## Literatur

- 1 Bray GA, Nielsen SJ, Popkin BM. Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. *Am J Clin Nutr* 2004;79:537-43.
- 2 Basciano H, Federico L, Adeli K. Fructose, insulin resistance, and metabolic dyslipidemia. *Nutr Metab (Lond)* 2005;2:5.
- 3 Eichholzer M, Camenzind-Frey E, Matzke A, Amado R, Balmer P, Beer M, et al. 5. Schweizerischer Ernährungsbericht. Bern: Bundesamt für Gesundheit; 2005.
- 4 Elliott SS, Keim NL, Stern JS, Teff K, Havel PJ. Fructose, weight gain, and the insulin resistance syndrome. *Am J Clin Nutr* 2002;76:911-22.
- 5 Havel PJ. Dietary Fructose: Implications for Dysregulation of Energy Homeostasis and Lipid/Carbohydrate Metabolism. *Nutrition Reviews* 2005;63:133-57.
- 6 Ludwig DS, Peterson KE, Gortmaker SL. Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity. A prospective, observational analysis. *Lancet* 2001;357:505-8.
- 7 Tordoff MG, Alleva AM. Effect of drinking soda sweetened with aspartame or high-fructose corn syrup on food intake and body weight. *Am J Clin Nutr* 1990;51:963-9.
- 8 Ackerman Z, Oron-Herman M, Grozovski M, Rosenthal T, Pappo O, Link G, Sela B. Fructose-induced fatty liver disease. Hepatic effects of blood pressure and plasma triglyceride reduction. *Hypertension* 2005;45:1012-8.
- 9 Curry DL. Effects of mannose and fructose on the synthesis and secretion of insulin. *Pancreas* 1989;4:2-9.
- 10 Blakely SR, Hallfrisch J, Reiser S, Prather ES. Long-term effects of moderate fructose feeding on glucose tolerance parameters in rats. *J Nutr* 1981;111:307-14.
- 11 Hallfrisch J, Ellwood KC, Michaelis OEt, Reiser S, O'Doriso TM, Prather ES. Effects of dietary fructose on plasma glucose and hormone responses in normal and hyperinsulinemic men. *J Nutr* 1983;113:1819-26.
- 12 Bantle JP, Raatz SK, Thomas W, Georgopoulos A. Effects of dietary fructose on plasma lipids in healthy subjects. *Am J Clin Nutr* 2000;72:1128-34.
- 13 Faeh D, Minehira K, Schwarz J, Periasami R, Seongsu P, Tappy L. Effect of Fructose Overfeeding and Fis Oil Administration on Hepatic De Novo Lipogenesis and Insulin Sensitivity in Healthy Men. *Diabetes* 2005;54:1907-13.
- 14 Takagawa Y, Bhanot M, Hori M, Tuck M, Golub M. Long-term feeding impairs vascular relaxation in rat mesenteric arteries. *Am J Hypertens* 2001;14:811-7.