

Pr Bernard Guy-Grand,

Professeur Honoraire de Nutrition, Ancien Chef du Service de Nutrition, Hôtel-Dieu, Paris. Vice-Président de l'Institut Français pour la Nutrition.

Pr Jean Girard,

Professeur de Biochimie à l'Université Paris V, Praticien Hospitalier, Institut Cochin, Université Paris Descartes, CNRS (UMR 8104), Département d'Endocrinologie-Métabolisme et Cancer, INSERM, U567, Paris.

Pr Martine Laville,

Professeur des Universités, Praticien Hospitalier, Centre de Recherches en Nutrition Humaine Rhône-Alpes, Faculté de Médecine RTH Laennec, Lyon

Dr Alison Stephen,

PhD, Head of Population Nutrition Research at MRC Human Nutrition Research, Cambridge.

Pr Tom Wolever,

Professeur in the Departments of Nutritional Sciences and Medicine, University of Toronto. Staff Member, Division of Endocrinology and Metabolism, St. Michael's Hospital, Toronto (Canada).

Pr Adam Drewnowski,

Professeur d'épidémiologie et de médecine, Université de Washington, Seattle, Etats-Unis. Director, Nutritional Sciences Program, Director, Center for Public Health Nutrition. Director, Exploratory Center for Obesity Research.

Pr John Blundell,

Professeur de PsychoBiology, Director of Nutrition and Behaviour Research, Chair of the ILSI Task Force Expert Group on Appetite. Institute of Psychological Sciences, University of Leeds, U.K.

Dr Sophie Niklaus,

Chargée de recherche INRA, UMR FLAVIC (Flaveur-Vision-Comportement du Consommateur), Equipe « Préférences et Comportement Alimentaires : Formation et évolution ». Co-coordonnatrice du programme OPALINE (Observatoire des Préférences Alimentaires du Nourrisson et de l'Enfant), Dijon. Membre Elu du Conseil Scientifique du Département Alimentation Humaine de l'INRA.

Mme France Bellisle,

Directeur de recherche INRA. Epidémiologie nutritionnelle CRNH Ile-de-France, UMR 557 Inserm/Inra/Cnam - SMBH, Bobigny.

Mme Julia Csergo,

Historienne des pratiques culturelles. Maître de conférences en Histoire contemporaine à l'Université Lumière Lyon 2, Faculté GHHAT (Géographie, Histoire, Histoire de l'Art, Tourisme), Bron. Membre du Laboratoire d'études rurales (Lyon2-INRA) et du laboratoire Images, Sociétés, Représentations (Sorbonne-Paris 1-CNRS).

LES SUCRES DE QUOI PARLE-T-ON ? Pr Bernard Guy-Grand (Paris)	page 4	RÔLE DU GOUT SUCRÉ DANS LE CONTRÔLE DE LA PRISE ALIMENTAIRE Pr John Blundell (Leeds)	page 15
EFFETS MÉTABOLIQUES DIFFÉRENTIELS DES SUCRES Pr Jean Girard (Paris)	page 6	ACQUISITION DES PRÉFÉRENCES ALIMENTAIRES : LE CAS DU GOÛT SUCRÉ Dr Sophie Niklaus (Dijon)	page 17
SUCRES, MÉTABOLISME MUSCULAIRE ET EXERCICE PHYSIQUE Pr Martine Laville (Lyon)	page 8	ADDICTION AU GOÛT SUCRÉ : VRAI OU FAUX DÉBAT Mme France Bellisle (Paris)	page 19
SUCRES ET POIDS, QUE NOUS APPREND L'ÉPIDÉMIOLOGIE ? Dr Alison Stephen (Cambridge)	page 10	LE SUCRE : DE L'IDÉALISATION À L'OSTRACISME Mme Julia Csergo (Lyon)	page 21
INDEX GLYCÉMIQUE, INDEX INSULINÉMIQUE ET CONTRÔLE DU POIDS Pr Tom Wolever (Toronto)	page 12	CONCLUSIONS Pr Bernard Guy-Grand	page 23
BILAN ÉNERGÉTIQUE : ALIMENTS SUCRÉS SOLIDES VS LIQUIDES, QUELLE DIFFÉRENCE ? Pr Adam Drewnowski (Seattle)	page 14		

*Cette conférence fera l'objet
d'un numéro spécial des Cahiers
de Nutrition et de Diététique*

LES SUCRES : DE QUOI PARLE T-ON ?

Bernard GUY-GRAND, Ancien Chef du Service de Nutrition, Hôtel-Dieu, Paris. Vice-Président de l'Institut Français pour la Nutrition.

Les glucides (amidon, sucres, polyols) appartiennent à un univers très hétérogène ; ils diffèrent et peuvent se classer en fonction de multiples critères, source de confusion et de difficultés car il n'existe pas de correspondance obligatoire entre ces différents aspects. Ils sont tous vecteurs d'un certain apport énergétique de glucose, substrat indispensable. La nature des éléments nutritionnels avec lesquels ils sont associés tout comme la façon dont ils sont consommés est importante à prendre en compte. On peut les distinguer en fonction de leurs caractéristiques chimiques (nature de la molécule), physicochimiques (textures), gustatives (pouvoir sucrant), métaboliques (vitesse d'absorption, capacité insulino-sécrétrice, index glycémique...) de leur origine (naturellement présents ou ajoutés), de la réglementation (ingrédients ou additifs).

L'appellation « sucres » (glucides simples) doit être réservée aux mono et disaccharides dont les plus consommés sont le glucose, le fructose et le saccharose (le sucre au singulier). Les oligosaccharides (peu sucrants) ont un destin métabolique voisin. Naturellement présents dans les aliments ou ajoutés (par le consommateur ou l'industrie), ce sont les mêmes molécules.

QUELS SONT LES PRODUITS UTILISÉS/CONSOMMÉS ?

Le **saccharose**, le sucre (glucose-fructose, 50/50) principalement extrait de la betterave en France, reste le leader (4 millions de tonnes produites dont 2,2 millions de tonnes commercialisées en France). Il représente environ 75 % des sucres ajoutés. Le sucre est utilisé en alimentation à 80 % par l'industrie alimentaire et 20 % par les consommateurs. Son pouvoir sucrant est de 100 (référence), son index glycémique (GI) de 68.

Les **sirops de glucose** obtenus par hydrolyse de l'amidon de blé ou de maïs sont un mélange de glucose, d'oligosaccharides et de polysaccharides à chaîne glucose plus ou moins longue. Ils sont définis par une teneur en glucose exprimée en dextrose équivalent (DE) d'au moins 20 % de la matière sèche.

Ils représentent environ 25 % des sucres ajoutés (en France). Leur pouvoir sucrant est variable entre 30 et 55 selon sa composition.

Les **sirops de fructose** (ou isoglucose) sont essentiellement utilisés dans les boissons aux Etats-Unis (HFCS, High Fructose Corn Syrup), très peu voire pas du tout en Europe. Ils sont obtenus à partir d'un sirop de glucose dont une partie a été convertie en fructose. Ils contiennent 42 % ou 55 % de fructose, environ 40 % à 50 % de glucose et le complément sous forme d'oligosaccharides. Leur pouvoir sucrant est de 100 comme le saccharose.

Fructose (GI = 19), **glucose** (GI = 100), **lactose** (GI = 46) purs ont des usages quantitativement plus limités dans des produits spécifiques.

Autres sucres ajoutés utilisés par l'industrie : le miel, les jus de fruits concentrés (ex jus de sureau), les « sucres de fruits » (issus des moûts de raisin), tous constitués de glucose/fructose.

Réglementairement, la présence de sucres ajoutés doit figurer sur les étiquettes, mais pas forcément leur quantité et leur nature.

A QUOI SERVENT-ILS ?

Si l'utilisation des sucres comme édulcorants « naturels » apparaît évidente afin d'apporter la saveur sucrée à certains aliments, de la renforcer dans les aliments où elle serait faible, ou de masquer plus ou moins l'amertume de certains autres, certaines de leurs fonctions sont utilisées dans les process industriels, peu identifiables spontanément par le consommateur.

Les « matières sucrantes » occupent une place importante dans la technologie alimentaire : tour à tour supports de texture (aération des pâtes en biscuiterie, cristallisation en chocolaterie, structure des confiseries...), conservateurs naturels (confitures, sirops, fruits confits...), supports de fermentation (chaptalisation), colorants naturels (caramel, coloration des produits de biscuiterie, réaction de Maillard...), agents de charge (corps des boissons et des glaces), précurseurs et supports d'arôme (produits de cuisson), exhausteurs de goût... le tout dans l'optique à la fois de réaliser des produits stables et à la palatabilité séduisante. La question de savoir s'ils pourraient être remplacés pour un coût équivalent ou quantitativement réduits sans altérer les « recettes » reste ouverte et à envisager produit par produit.

QUELLE EST LEUR CONTRIBUTION A L'APPORT CALORIQUE ?

Les enquêtes comme INCA1 (1999) et INCA2 (2007) fournissent des ordres de grandeur de la consommation des sucres (glucides simples) en France et de leur contribution aux apports énergétiques.

Chez l'adulte, ils sont en moyenne de l'ordre de 100g/j à tous les âges, un peu moins chez les femmes et les adolescents, en légère augmentation en 8 ans sauf chez les enfants et les préadolescents (11-14 ans). Ils contribuent à environ 17-20% des apports énergétiques chez l'adulte et 20-25% chez les enfants et les adolescents.

La dispersion autour de la moyenne est assez large et il existe des forts consommateurs qui en général sont des forts consommateurs de tous types de nutriments.

La contribution aux apports totaux en sucres de différents types d'aliments est variable selon les classes d'âge.

D'après le CREDOC, chez les enfants (3-15 ans) jus et nectars en fournissent 10,1 %, sodas, fruits frais, yaourts et laits fermentés autour de 8 % chacun, pâtisseries, céréales de petit-déjeuner, sucre-confiture-sirop-miel, chocolat-barres chocolatées autour de 6 % chacun ; ces groupes d'aliments contribuent pour un quart à l'apport énergétique total (dont respectivement 6,4 % et 4,1 % pour les pâtisseries et les céréales de petit déjeuner).

Chez les adultes les principaux vecteurs apparaissent dans un ordre différent ! Sucre-confiture-miel-sirop et fruits frais pour environ 16 % chacun, suivent pâtisseries 8,2 %, yaourts et laits fermentés 7 %, sodas 5,5 %, jus et nectars 4,5 %, pain et biscotte 4,2 %, légumes 4 % ; ces aliments contribuent à 30% des apports énergétiques (dont 17 % pour le pain).

EN CONCLUSION

Le monde des sucres est hétérogène à bien des égards. Leurs utilisations industrielles sont très nombreuses et vont au-delà de la recherche du goût sucré. Les aliments qui les contiennent sont très variés dans leur composition, les plus sucrés ne sont pas forcément les plus gros contributeurs à l'apport énergétique total. ■

EFFETS MÉTABOLIQUES DIFFÉRENTIELS DES SUCRES

Jean GIRARD, Institut Cochin, Département d'Endocrinologie-Métabolisme-Cancer, Paris.

Les polysaccharides, surtout l'amidon, et quelques disaccharides sont les composants importants de notre alimentation. Ils sont hydrolysés en monosaccharides par des glycosidases situées sur la bordure en brosse de l'intestin et sont transportés dans la cellule intestinale grâce à des transporteurs spécifiques de chaque sucre. Les sucres sont ensuite libérés dans le sang grâce à des transporteurs facilités. La forme principale de transport des sucres chez les mammifères est le glucose.

MÉTABOLISME ET EFFETS MÉTABOLIQUES DU GLUCOSE

Le glucose absorbé au niveau de l'intestin est sécrété dans la veine porte et une partie de ce glucose est captée par le foie grâce à un transporteur facilité de glucose, le GLUT2. Ce transporteur a un Km élevé, ce qui lui permet d'équilibrer rapidement le glucose entre le plasma et le milieu intracellulaire. Le glucose est ensuite phosphorylé par la glucokinase, une enzyme ayant aussi un Km très élevé qui lui permet de phosphoryler le glucose en glucose-6-phosphate proportionnellement à la concentration du glucose intracellulaire sur une gamme physiologique de concentration (5 à 20 mM).

Le glucose-6-phosphate a plusieurs devenir métaboliques :

- il peut être stocké sous forme de glycogène,
- il peut être transformé en pyruvate dans la voie glycolytique,
- lorsqu'il existe un apport très important de glucose par les nutriments, il peut être transformé en acides gras dans la voie de la lipogenèse,
- enfin, une faible partie (10%) est métabolisée dans la voie des pentoses-phosphate pour générer du NADPH nécessaire à la voie de la lipogenèse. La partie du glucose non captée par le foie est utilisée par les tissus extra-hépatiques : cerveau (50%), muscles (30%) etc

Dans le cerveau, le glucose est transporté dans les neurones via un transporteur facilité, le GLUT1 (Km faible) et est phosphorylé par l'hexokinase, une enzyme ayant aussi un Km très bas. Dans le cerveau, le glucose est essentiellement métabolisé dans la glycolyse puis le cycle de Krebs pour générer de l'énergie (ATP).

Dans les muscles et les adipocytes, le glucose est transporté via un transporteur facilité, le GLUT4 (Km faible) et est phosphorylé par l'hexokinase, une enzyme ayant aussi un Km très bas. La particularité de ces tissus est qu'en l'absence d'insuline le transporteur de glucose GLUT4 est localisé dans des vésicules intracellulaires et ne participe donc pas au transport membranaire du glucose. En présence d'insuline, les vésicules de GLUT4 sont transloquées sur la membrane plasmique et augmente le transport de glucose de façon considérable.

Dans l'adipocyte, le glucose est soit transformé en acides gras (lipogenèse) puis stocké sous forme de triglycérides, soit oxydé en CO₂ pour couvrir les besoins énergétiques. Dans les muscles, le glucose peut être stocké sous forme de glycogène ou transformé en pyruvate dans la voie glycolytique puis oxydé dans le cycle de Krebs pour générer de l'ATP.

En dehors de son rôle de substrat énergétique dans la plupart des tissus, il a été démontré ces dernières années que le glucose était une molécule de signalisation importante. Brièvement, le glucose joue un rôle important dans la régulation de l'expression des gènes codant des enzymes

impliquées dans la régulation de la glycolyse et de la lipogenèse via des voies de transduction nouvelles mettant en jeu un facteur de transcription ChREBP (Carbohydrate element Regulatory Binding Protein). Pour avoir plus d'information sur le sujet, le lecteur peut consulter une revue récente sur le sujet, Postic et al 2007).

Cet aspect sera particulièrement discuté lors de la présentation orale.

MÉTABOLISME ET EFFETS MÉTABOLIQUES DU FRUCTOSE

Durant les dernières années, il y a eu une modification importante dans le type d'aliments consommés. Par exemple, la consommation de fructose a énormément augmenté en raison des boissons sucrées. Le fructose a un goût plus sucré que le glucose ou le saccharose. Il provient des fruits mais est aussi présent en quantité dans les boissons sucrées. Cette consommation évolue en miroir avec l'augmentation de l'obésité et du diabète.

Le fructose est absorbé par le tractus digestif par des mécanismes différents du glucose. Le glucose stimule l'insulino-sécrétion alors que le fructose n'est pas insulino-sécréteur. Le fructose est transporté dans la cellule par un transporteur spécifique Glut5 présent dans un nombre limité de cellules. Une fois entré dans la cellule le fructose est métabolisé dans la voie glycolytique et peut donner du glycérol-3-phosphate qui sert à la synthèse de triglycérides. Le fructose est principalement métabolisé dans le foie après avoir été phosphorylé sur le carbone 1, une étape qui court-circuite l'étape limitante de la glycolyse catalysée par la phosphofruktokinase. Le métabolisme du fructose favorise ainsi la lipogenèse et il n'est pas surprenant de constater que les hyperlipidémies sont observées chez les personnes qui consomment de fortes quantités de fructose. Cet aspect sera discuté lors de la présentation orale.

MÉTABOLISME ET EFFETS MÉTABOLIQUES DU GALACTOSE

Le galactose est également métabolisé dans le foie. Son métabolisme commence par une phosphorylation en galactose-1-phosphate qui peut alors être converti en glucose-1-phosphate puis en glucose-6-phosphate et suivre alors la même voie métabolique que le glucose.

RÉFÉRENCE

Postic C, Dentin R, Denechaud PD, Girard J. (2007) ChREBP, a transcriptional regulator of glucose and lipid metabolism. *Annu Rev Nutr.* 27: 179-192

SUCRES, MÉTABOLISME MUSCULAIRE ET EXERCICE PHYSIQUE

Martine LAVILLE, Centre de Recherches en Nutrition Humaine Rhône-Alpes, Faculté de Médecine RTH Laennec, Lyon

SUCRES, SOURCE D'ÉNERGIE ESSENTIELLE AU COURS DE L'EXERCICE

Le muscle tire son énergie essentiellement des lipides et des glucides, dans des proportions variables. Au cours de l'exercice la consommation de glucose par le muscle va augmenter considérablement. Ceci est d'autant plus important que l'exercice musculaire est intense et/ou prolongé. Cependant des efforts de courte durée et/ou d'intensité modérée ne nécessitent pas pour autant de modifications alimentaires.

Le glucose oxydé à l'exercice provient des réserves de glycogène musculaire et hépatique et/ou des glucides ingérés. Dans le muscle, l'utilisation du glycogène ainsi que le captage du glucose sont influencés par la concentration en glycogène avant l'exercice.

Les glucides ingérés pendant l'exercice (contrairement aux lipides) sont rapidement disponibles et oxydés au cours de l'exercice. La glycémie est maintenue constante grâce à la mise en jeu de la néoglucogénèse hépatique mais elle peut être légèrement abaissée lors des exercices prolongés. Une prise adéquate de glucides pendant l'exercice permet d'éviter une diminution trop importante des stocks de glycogène. Il est aussi important de noter que le taux de dégradation des protéines dans le muscle est augmenté quand les stocks de glycogène avant exercice sont faibles.

Plusieurs études ont montré que la performance pouvait être améliorée par l'augmentation des contenus intramusculaires en glycogène et par la prise de glucides soit avant l'effort soit pendant l'effort. Ceci serait dû à l'utilisation supplémentaire du glucose exogène, qui pourrait permettre le maintien plus long de la puissance de l'effort effectué. Il est cependant recommandé de ne pas ingérer de glucides dans l'heure précédant l'exercice pour limiter les risques d'hypoglycémie suite à la sécrétion d'insuline. De plus, il a été montré que l'ingestion de glucides avant un exercice pouvait inhiber l'oxydation lipidique pendant la première phase de l'exercice avec en compensation une augmentation de la dégradation nette du glycogène pour maintenir la production d'ATP.

L'idéal est donc d'avoir avant l'effort d'importants stocks de glycogène musculaire et en fonction de la durée et de l'intensité de l'effort, d'apporter des glucides au cours de l'effort.

SUCRES ET PERFORMANCE

Il convient donc de déterminer quels sont les moyens nutritionnels qui permettent d'augmenter les stocks en glycogène musculaire notamment par des régimes spécifiques préalables à l'exercice. On peut améliorer les réserves de glycogène musculaire en augmentant l'apport énergétique en glucides pendant les quelques jours qui précèdent l'exercice, on parle alors de régimes de surcharge qui comprennent ou non une déplétion préalable, qui varient sur la durée ou la nature/quantité des glucides ingérés. D'autre part, la fatigue pendant un exercice prolongé est corrélée à la déplétion en glycogène et les stratégies qui peuvent être mises en place pour économiser le glycogène musculaire permettent d'accroître l'endurance. L'apparition de la fatigue peut aussi être retardée par la mise en place de réserves en glycogène plus importantes au début de l'effort. Les effets des interventions nutritionnelles sur l'utilisation du glycogène par le muscle sont évaluées sur les mesures de concentrations en glycogène du muscle.

Si l'exercice physique dépasse les 45 minutes, l'ingestion de glucides augmente la performance probablement en maintenant des concentrations en glucose plasmatique constantes et des taux élevés d'oxydation glucidique. La connaissance de l'origine des sucres oxydés au cours de l'exercice : endogène ou exogène est indispensable à la compréhension des phénomènes. Ceci a pu être réalisé grâce à des techniques sophistiquées de double marquage isotopique. Parmi ces méthodes, le traçage au ^{13}C a permis de décrire la contribution de l'oxydation de glucose exogène à la fourniture de l'énergie au cours de l'exercice prolongé. Ceci est d'autant plus intéressant que l'on peut quantifier la quantité d'énergie respectivement fournie par ces glucides ingérés ou par les autres substrats endogènes. Ainsi, des études ont montré que l'ingestion de glucides pendant un exercice chez des sujets entraînés diminuait l'oxydation lipidique et augmentait l'oxydation glucidique, le taux d'apparition et la clairance du glucose dans le plasma. L'oxydation du glucose exogène et sa contribution à la fourniture de l'énergie, augmentent avec la quantité ingérée.

Une portion substantielle de l'énergie au cours d'un exercice prolongé est donc fournie par l'oxydation du glucose ingéré avant ou pendant l'exercice. Pour des apports inférieurs à environ 1 g/min, la fraction oxydée varie de 50 à 100 %. Lorsque les apports augmentent jusqu'à 3 g/min, l'oxydation atteint un plateau un peu supérieur à 1 g/min et la contribution de l'oxydation du glucose exogène à la fourniture de l'énergie peut atteindre environ 30 %.

La quantité et la qualité des sucres à apporter lors d'un exercice musculaire seront discutées. Le fructose est très utilisé dans la nutrition des sportifs, notamment des études ont montré que son ingestion couplée au glucose induit une augmentation de l'oxydation des glucides exogènes (+ environ 50%) et une amélioration des performances en comparaison à l'ingestion de glucose seul. Cela pourrait être dû à une moindre compétition lors de l'absorption, le glucose et le fructose mettant en œuvre des systèmes de transport intestinaux distincts. Une plus grande quantité absorbée pourrait augmenter la biodisponibilité des glucides exogènes dans le plasma et ainsi expliquer le taux d'oxydation glucidique plus élevé quand les deux glucides sont combinés. Mais le métabolisme du fructose est très différent du glucose et peut avoir des inconvénients à long terme étant donné qu'il est assez mal toléré sur le plan digestif. Le saccharose et le maltose semblent être oxydés de la même manière que le glucose dans le plasma. L'intérêt des polymères de glucose dans ce contexte est à discuter.

Après l'effort et au cours des phases de récupération, il conviendra de reconstituer les réserves de glycogène hépatique et musculaire. En effet, en cas de déplétion en glycogène, les performances pour les exercices ultérieurs sont significativement amoindries. Beaucoup d'études se sont concentrées sur les méthodes pour ré-augmenter le plus rapidement possible les stocks en glycogène, car il est assez difficile de reconstituer ces réserves en 24 heures. La consommation régulière de grandes quantités de glucides permet de limiter la dégradation des stocks. La reconstitution des réserves en glycogène après la déplétion causée par l'effort serait influencée par la biodisponibilité en substrats néoglucogéniques, par l'insulinémie, par le niveau des stocks de glycogène musculaire restant, mais aussi par le type de combinaison de nutriments ingérés.

SUCRES ET RÉCUPÉRATION APRÈS L'EFFORT

Des conseils particuliers sont à donner pour les diabétiques notamment de type 1. Il est primordial en effet d'éviter chez ces sujets une hypoglycémie car l'insuline exogène ne subit pas les contrôles habituels et ne diminue pas en réponse à l'exercice.

De ces connaissances peuvent découler des recommandations pour la nutrition des sportifs. Elles varient cependant en fonction du type d'exercice : durée, intensité, conditions et du type de sujets, entraînés ou non, âge, sexe, génétique.

SUCRES ET POIDS : QUE NOUS APPREND L'ÉPIDÉMIOLOGIE ?

Alison M STEPHEN, MRC Human Nutrition Research. (Cambridge).

Il transparaît souvent dans la presse, et dans les conseils qu'offrent les services de santé publique, qu'il convient d'éviter une consommation élevée en sucres lesquels sont mis en cause dans l'obésité et dans d'autres troubles. Pourtant, rares sont les données qui corroborent de telles considérations; et, pour diverses raisons, il reste difficile d'établir le lien entre ingestion de sucres et contrôle pondéral. Nous rendons compte, ici, des recherches actuelles menées sur base de données démographiques et, nous expliciterons le pourquoi des conclusions encore toujours imprécises.

QUELQUES BIAS DANS LES ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES

Au nombre des raisons qui entravent la détermination du lien entre l'absorption de sucres d'une part, et la santé d'autre part, on compte :

- *Une terminologie portant à confusion* – En effet, une multitude de mots sert à qualifier les sucres dans l'alimentation. Leur emploi, et leur acception, peuvent varier d'un pays à l'autre, et même d'une étude à l'autre dans un même pays. Il est, par conséquent, difficile de comparer les études et de les conjuguer pour aboutir à des méta-analyses.
- *Des difficultés propres à l'analyse des glucides* – Ayant, de nombreuses années durant, analysé les glucides " par différence ", beaucoup de pays n'ont pas d'informations sur la teneur en glucides des aliments par analyse directe. Rares sont donc les informations sur les teneurs en sucres dans les tables de composition des aliments de nombreux pays.
- *Des données lacunaires sur les prises alimentaires* – Etant donné le manque d'informations sur les sucres dans les tables de composition des aliments, il n'y a que très peu de données sur l'ingestion de ces sucres. Seuls des pays ayant, depuis toujours, utilisé les valeurs glucidiques résultant de l'analyse directe, dont celles relatives aux sucres, disposent d'informations individuelles sur l'ingestion. Le bilan de ce qui précède est une pénurie d'informations sur la consommation de sucres dans le monde ce qui freine, dans une large mesure, les comparaisons et l'analyse des tendances internationales.
- *L'exploitation des données propres au bilan alimentaire* – Les informations sur la consommation de sucres découlant d'enquêtes et d'études individuelles étant lacunaires, on utilise les données relatives au bilan alimentaire pour dessiner les tendances dans le temps. Mais, ces données représentent les aliments disponibles pour la consommation et non pas les aliments réellement consommés. Entre ces deux concepts, il y a des différences notables et l'écart entre celles-ci n'est pas resté constant au fil du temps. Les interprétations basées sur les seules données du bilan alimentaire peuvent, par conséquent, s'avérer très trompeuses, eu égard à l'incidence, et doivent être évitées.
- *Faute de données fiables sur la consommation de sucres, les données sur les prises alimentaires entrent en lice* – Au vu des rares données disponibles sur l'ingestion de sucres, de nombreux chercheurs ont porté leur attention sur la consommation d'aliments spécifiques, tels que les boissons rafraîchissantes (sodas) et d'autres boissons sucrées. Toutefois, les sucres consommés proviennent d'aliments multiples et les tendances relatives à l'ingestion d'un type d'aliment n'impliquent pas nécessairement un changement se rapportant aux nutriments. Il est aujourd'hui clairement établi que la consommation de certains aliments sucrés a augmenté, mais il existe des preuves indiquant que, pour d'autres aliments sucrés,

la consommation a baissé pendant la même période. Les recherches menées sur des aliments spécifiques n'apportent des informations que sur ces seuls aliments – elles ne peuvent donc pas être extrapolées pour calculer la prise totale des nutriments y contenus.

- *Les sucres proviennent de nombreux aliments différents* – Beaucoup d'aliments contenant des sucres sont de riches sources pour d'autres nutriments. Ainsi par exemple, les produits lactés sucrés, tels le yaourt et la crème glacée, sont d'importantes sources de calcium; les céréales matinales sont, elles, riches en vitamines et minéraux multiples et, étant consommées avec du lait, elles constituent également un apport en calcium. Les aliments contenant différents sucres ont, par conséquent, des impacts différents sur la santé.

ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES : DES RÉSULTATS CONTRADICTOIRES

Pour démailler toutes ces questions, il faut disposer de plus d'information sur les sucres dans les tables de composition des aliments du monde entier. Ces tables doivent ensuite être incluses dans les études de consommation et dans les études épidémiologiques qui prévoient de mesurer le poids des sujets.

Pour les pays où certaines données existent, les tendances relatives à l'ingestion de sucres totaux ne reflètent que peu de changement ces 20 dernières années, alors que changement il y a en termes d'aliments sources. Dans certains pays – Royaume-Uni, Irlande, Australie et Nouvelle-Zélande – où l'on dispose de données presque complètes sur la prise de sucres, les études transversales ne révèlent aucun lien entre consommation de sucres et le poids. Certaines études démontrent l'absence de lien tandis que d'autres font état d'un lien négatif. Alors qu'un petit nombre d'études a démontré un lien positif entre les sodas et l'obésité, la majorité des recherches épidémiologiques ne font pas état d'un lien entre la consommation de sodas et l'obésité, même dans le cadre d'études longitudinales. Les messages destinés à réduire la consommation en sucres pour prévenir la prise de poids sont donc contraires aux preuves apportées par la recherche épidémiologique contemporaine. Il convient de réunir davantage de preuves longitudinales pour soit confirmer, soit réfuter l'absence de lien entre sucres et obésité; et, faute de résultats démontrant un lien positif, les recommandations visant à réduire l'obésité par une moindre consommation de sucres doivent être faites avec la plus grande prudence. ■

INDEX GLYCÉMIQUE, INDEX INSULINÉMIQUE ET CONTRÔLE PONDÉRAL

Thomas MS WOLEVER, Departments of Nutritional Sciences and Medicine, University of Toronto. Division of Endocrinology and Metabolism, St. Michael's Hospital, Toronto

On considère généralement que la concentration post-prandiale en glucose et en insuline dans le sang influence la prise alimentaire et, par conséquent, que les régimes à faible index glycémique (IG) et/ou à faible index insulinémique (II) jouent un rôle dans le contrôle pondéral. Ce rôle n'est cependant pas clair.

UNE TERMINOLOGIE IMPRÉCISE

Une difficulté importante est liée au fait que la notion d'«index glycémique» a été utilisée dans la littérature pour signifier différentes choses; certaines d'entre elles semblent avoir une influence sur le poids, d'autres pas. Pour progresser, il est important – comme dans tout autre domaine – d'employer une terminologie exacte, précise et cohérente. L'IG est défini comme étant équivalent à $100 \times F/G$ où F représente l'augmentation de l'aire sous la courbe (AUC) caractérisant l'ingestion de 50 g de glucides disponibles dans l'aliment testé et, G, l'aire sous la courbe correspondant à 50 g de glucose ingérés par les mêmes sujets. Les deux conséquences de cette définition sont : 1) l'IG est un indicateur qualitatif de la capacité du glucose sanguin à augmenter en fonction de la disponibilité des glucides dans un aliment, indépendamment de la quantité d'aliments consommés ; et 2) l'IG ne s'applique qu'aux seuls aliments riches en glucides. Pour obtenir un index quantitatif de l'augmentation de glucose sanguin suite à l'ingestion d'un aliment, il faut connaître la quantité d'aliment ingéré ainsi que son IG; c'est ce qu'on appelle communément la charge glycémique (CG), soit $CG = g \times IG/100$ où g représente le glucide consommé, exprimé en grammes, et IG, l'index glycémique de l'aliment. De par sa nature quantitative, certains considèrent la notion de charge glycémique plus utile que celle d'index glycémique. Cependant, la charge glycémique peut être modifiée en changeant soit la teneur glucidique ou son IG (soit les deux) et ces deux interventions n'ont pas nécessairement le même effet sur le poids corporel. Dans 5 études récentes, menées durant 10 semaines ou plus, l'effet de régimes à faible teneur glycémique et calorique sur le tissu adipeux de sujets en surcharge pondérale et obèses a été examiné. Dans 3 de ces études, la CG a été réduite en abaissant l'IG sans diminuer l'ingestion de glucides; dans 3 autres études, la CG a été réduite en abaissant tant l'IG que l'ingestion de glucides; et, dans une étude, la CG a été abaissée par une modeste réduction de glucides (60 à 40% d'énergie calorique) sans modification de l'IG. L'ensemble de ces régimes a abouti à une réduction du tissu adipeux comparativement au groupe témoin, mais les effets les plus durables ont été observés dans le cas de l'IG abaissé par opposition à des régimes à faible teneur en glucides.

QUEL EST LA PLACE DU RÉGIME À FAIBLE INDEX GLYCÉMIQUE DANS LE CONTRÔLE DU POIDS ?

Des essais cliniques semblent indiquer que des régimes à faible IG puissent améliorer la perte de poids mais les preuves en la matière ne sont pas claires. Une raison en est peut-être que de nombreux facteurs déterminent le faible IG des aliments, mais ils n'ont pas nécessairement tous le même effet sur le contrôle pondéral. Les 2 principaux mécanismes menant à un IG faible relèvent de la nature des monosaccharides ingérés et du taux d'absorption. Le fructose a un IG d'environ 20 ; par rapport au glucose, il induit des réponses de la glycémie et de l'insulinémie d'environ 20 %. Ainsi, l'IG du saccharose, lequel est constitué, à proportions égales, de glucose et de fructose, s'élève à environ 60, soit en moyenne l'équivalent des IG du glucose et du fructose. Une pré-charge de fructose n'induit pourtant pas la satiété et ne diminue pas, à court terme tout au moins, l'ingestion d'aliments dans la même mesure qu'une quantité équivalente de glucose. Ainsi, si l'addition

de fructose dans un régime constitue une manière aisée et très efficace de réduire l'IG, elle n'est pas nécessairement efficace en termes de perte de poids. Il existe un lien direct entre les valeurs IG d'aliments amyliacés et leur taux de digestion in vitro. Cependant, de nombreux facteurs interviennent dans le taux de digestion et d'absorption de l'amidon tel que la structure amyliacée (amylose et amylopectine), le degré de gélatinisation, les modifications chimiques ou enzymatiques, la granulométrie et la présence de fibres alimentaires ou d'autres composants. Ces facteurs peuvent avoir différents effets sur l'appétit et sur le contrôle pondéral lesquels, à leur tour, peuvent contredire les effets des différences intrinsèques observées dans la glycémie et l'insulinémie post-prandiales.

Des régimes à faibles IG ou II risquent d'influencer les mécanismes régissant le poids corporel, soit à court terme (d'un prise à l'autre), soit à long terme (adaptation de plusieurs semaines ou mois). Le processus le plus communément attribué aux aliments à faible IG ou II est leur pouvoir d'augmenter, à brève échéance, la satiété et de réduire, à court terme, la prise alimentaire. Cependant, les données sont discordantes et, pratiquement chaque étude comporte ses contradictions. Ludwig a récemment répertorié 16 études qui soutiennent que les aliments à faible IG modèrent l'appétit. Il n'est cependant pas possible d'attribuer ce processus aux taux réduits de glucose ou d'insuline du fait de facteurs contradictoires divers : différences en termes de fibres, de masse, de protéines ou de mastication requise. Il existe, en outre, différentes hypothèses sur les réponses du glucose et de l'insuline et elles ne sont pas fondées sur des preuves. Il arrive qu'un abaissement du pic de glucose et d'insuline soit considéré important; d'autres fois, c'est l'absence de sous-oscillation (liée aux fortes chutes de glucose) et, d'autres fois encore, c'est l'absorption prolongée. La synchronisation des effets sur la satiété (précoce, tardive, continue) ne correspond pas toujours au timing des effets liés au glucose et à l'insuline. Par ailleurs, le lien entre réponses glucidique et glycémique et satiété varie en fonction des différents types d'aliments, ce qui porte à croire que des facteurs, autres que les concentrations de glucose et d'insuline post-prandiales, sont les déterminants majeurs de la satiété à court terme.

INDEX GLYCÉMIQUE ET CONTRÔLE DE LA PRISE ALIMENTAIRE

Les facteurs régulant la prise alimentaire sont très complexes et font intervenir de nombreuses hormones sécrétées par l'intestin (GLP-1, PYY, CCK, p. ex.), le pancréas (l'insuline, p. ex.) et le tissu adipeux (la leptine, p. ex.). Pendant longtemps, on s'est demandé si l'hyperinsulinisme était une cause ou une conséquence de l'obésité. La question n'est toujours pas résolue. Une de nos études récentes suggérant que la prise alimentaire est moindre chez les sujets soumis à une pré-charge de glucose que chez ceux dont le taux d'insuline est faible, apporte des preuves que l'hyperinsulinisme est une adaptation physiologique à l'obésité, laquelle contribue à prévenir tout nouveau gain de poids. De même, les adultes insulino-résistants souffrant d'hyperinsulinisme accusent une prise de poids inférieure à ceux qui sont sensibles à l'insuline. Toutefois, le fait que les enfants résistants à l'insuline gagnent plus de poids que ceux qui y sont sensibles plaide en faveur du rôle que joue l'insuline dans la survenue de l'obésité. De plus, la suppression des réponses insuliniques, à l'aide d'ocrotéotide, permet de faire la lumière sur la perte de poids chez les sujets obèses. C'est un effet associé à un apport calorique réduit, lequel peut être imputé à une sensibilité accrue à la leptine. D'autres mécanismes, visant l'incidence d'aliments à faible IG sur le contrôle pondéral à plus long terme, sont liés à une fermentation colique accrue et s'accompagnent d'une moindre efficacité en termes d'absorption calorique, ou d'un effet de la fermentation du colon sur les hormones qui modulent le bilan énergétique.

En conclusion, les aliments à faible IG sont susceptibles de contribuer au contrôle pondéral. L'impact de ces aliments sur la satiété à court terme et sur la prise alimentaire n'est probablement pas dû uniquement aux moindres réponses du glucose et de l'insuline, mais à d'autres facteurs; néanmoins, ces réponses peuvent concourir à la réduction, à long terme, des prises alimentaires. Une moindre digestion de l'amidon entraîne de faibles réductions d'absorption calorique et peut avoir des effets, directs ou indirects, sur les hormones intestinales, pancréatiques et du tissu adipeux qui modulent l'apport calorique et la dépense énergétique. ■

BILAN ÉNERGÉTIQUE : EXISTE-T-IL UNE DIFFÉRENCE ENTRE ALIMENTS SUCRÉS INGÉRÉS SOUS FORME SOLIDE OU LIQUIDE ?

Adam DREWNOWSKI, Center for Public Health Nutrition and the Nutritional Sciences Program, School of Public Health and Community Medicine, University of Washington, Seattle, WA 98195, USA

Des rapports sur l'incapacité de l'individu à détecter les calories présentes sous forme liquide ont servi à rejeter la responsabilité de l'épidémie mondiale d'obésité sur les boissons sucrées. Cependant, sur ce point, les preuves scientifiques sont contradictoires. Ainsi, selon certaines études expérimentales, le pouvoir satiétogène des aliments solides dépasse celui des aliments liquides ; d'autres études, ce sont plutôt les potages et les formules liquides pour régimes qui favorisent la satiété et, partant, la perte de poids plus efficace. Lors d'une série d'expériences, nous avons vérifié l'impact, sur la faim et la satiété, de calories sous forme liquide. La première étude a comparé les effets de l'ingestion de cola (boisson) et de biscuits sur la faim, la soif, la satiété, le désir de manger et la ration énergétique lors de la prise alimentaire suivante. Les participants (16 hommes et 16 femmes) ont tous consommé des quantités équicaloriques (300 kcal), les uns sous forme de cola (68 cl), les autres sous forme de biscuits goût framboise (87g). Le déjeuner a été servi soit 20 minutes après l'encas soit 2 heures plus tard. Consommés 20 minutes avant le déjeuner, tant le cola que les biscuits ont coupé l'appétit des sujets. Aucune différence n'a été observée, que l'apport calorique ait été sous forme liquide ou solide.

La deuxième étude a comparé les effets de l'ingestion de cola, de jus d'orange et de lait à 1% de matières grasses; l'eau gazeuse, comportant zéro calorie, a servi de témoin. Si les boissons caloriques se sont toutes distinguées de l'eau, leur pouvoir satiétogène s'est révélé équivalent. En d'autres termes, les propriétés satiétogènes du cola, du jus et du lait écrémé (ayant chacun une densité énergétique de 0,4 kcal/g) étaient-elles parfaitement identiques. Ces trois boissons avaient le même pouvoir satiétogène. D'autre part, l'ingestion de boissons avant le déjeuner n'a pas diminué la ration énergétique absorbée en cours de repas. La quantité totale d'énergie consommée a été supérieure pour les boissons caloriques que pour l'eau. Des études comparatives ultérieures portant sur des yaourts et des boissons lactées et d'autres à base de fruits ont démontré le pouvoir plus satiétogène des yaourts. En particulier, les caractéristiques des yaourts buvables à faible teneur énergétique et enrichis en fibres étaient très proches de celles des yaourts à haute teneur énergétique. Il est possible que la viscosité du yaourt, ou encore sa plus forte teneur en protéines ou en fibres, y soit pour quelque chose. Il a été démontré, lors d'études cliniques, que des formules liquides pour régimes contenant du sucre, ainsi que des protéines et des fibres, favorisent la survenue de la satiété et la perte de poids. L'idée selon laquelle les calories de liquides sucrés conduisent invariablement à une prise de poids est sans intérêt aucun. Les formules liquides pour régimes à teneur calorique sont une manière d'encourager la perte de poids. C'est le comportement qui détermine la perte ou le gain de poids et non pas les propriétés chimiques du sucre. ■

RÔLE DE LA SAVEUR SUCRÉE DANS LE CONTRÔLE DE LA PRISE ALIMENTAIRE

John BLUNDELL, Chair of PsychoBiology, Institute of Psychological Sciences, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT, UK

LA SAVEUR SUCRÉE, UN PHÉNOMÈNE PSYCHOBIOLOGIQUE PUISSANT

La saveur sucrée est un phénomène psychobiologique puissant. Elle tire son importance dans le fait que, dans la nature, le goût sucré est habituellement associé à une présence de calories ; il peut être supposé que c'est la raison de la forte attraction qu'il exerce, sur les êtres humains (et d'autres animaux), dans les aliments et les boissons. La saveur sucrée est également associée à une sensation de plaisir intense. Les propriétés hédoniques du sucré évoquent un potentiel de récompense puissant et la capacité d'exalter sa propre consommation ainsi que le comportement y afferant. Nous pouvons, par conséquent, escompter un effet positif et spécifique de la saveur sucrée sur le comportement alimentaire, le choix des aliments et d'autres aspects liés à la prise alimentaire. Enfin, il est probable que la saveur sucrée ait un effet dit « facilitateur » voire « permissif » sur l'alimentation.

Bien que toutes les caractéristiques sensorielles des aliments aient un impact marqué sur l'ingestion, la saveur sucrée occupe vraisemblablement, parmi les sensations gustatives, une position privilégiée. La saveur sucrée peut conférer une signification biologique et, chez l'homme, une préférence génétique pour le sucré peut être avancée. La raison probable en est que les récepteurs du sucré sont innés et qu'il existe, dans la nature, une association universelle entre la saveur sucrée des aliments et leurs (précieuses) propriétés caloriques. De par son rôle exceptionnel dans la nature, on peut supputer que la saveur sucrée s'accompagne d'attributs du plaisir qualitativement distincts. Cependant, ce sont des molécules de types différents qui, dotées chacune de propriétés spécifiques, confèrent la saveur sucrée.

SAVEUR SUCRÉE VS ÉNERGIE : QUEL EFFET SUR L'APPÉTIT ?

Lors de l'étude de la saveur sucrée, un élément clé consiste à déterminer, d'une part, l'action spécifique de la saveur sucrée et, d'autre part, les effets combinés de la saveur sucrée et de l'apport calorique (comme pour le glucose, le saccharose et le fructose). La perception de la saveur sucrée laisse supposer que, sur le plan anatomique, il soit possible de dissocier les propriétés de la saveur sucrée de celles de l'apport énergétique. Les études expérimentales sur la saveur sucrée, chez l'homme, peuvent s'inspirer de la cascade de la satiété (Blundell, Hill et Rogers, 1987). La distinction entre rassasiement (processus intervenant pendant l'ingestion) et satiété (processus intervenant après la prise alimentaire) est importante afin de mieux interpréter les effets de la saveur sucrée sur l'appétit. La plupart des expériences ont, jusqu'ici, porté sur l'effet de la saveur sucrée sur la satiété. A cet égard, la distinction entre stratégies dites 'additive' et 'substitutive' est importante en vue de débrouiller les effets spécifiques de la saveur sucrée. (Rogers et Blundell, 1989). Plusieurs études ont été consacrées aux effets du sucré sur l'appétit, avec ou sans apport calorique. Le système physiologique en état de besoin (déficit énergétique) est particulièrement sensible à ces effets (King, Appleton et Blundell, 1999).

S'agissant de satiété en général, les aliments sucrés semblent exercer un moindre impact que les denrées non sucrées ou salées (de Graaf et al, 1993). Quant à ce qu'on appelle le rassasiement sensoriel

spécifique, aucune des qualités sensorielles n'est équipotente, ce qui démontre l'impact, quantitativement différencié, de la saveur sucrée sur la volonté de consommer des aliments de types différents. L'action inégale de la saveur sucrée sur les composantes distinctes de la réponse hédonique – ce que l'on aimerait ou voudrait – joue vraisemblablement un rôle déterminant (Finlayson, King et Blundell 2007).

En matière de consommation de substances sucrées, la fluctuation individuelle est grande; les gros consommateurs répondent, eux, à la description d'un phénotype sucré fort (Appleton, Rogers et Blundell, 2001; Appleton et Blundell, 2007). La saveur sucrée peut, en outre, entraîner des effets différents selon qu'elle est associée, ou non, à d'autres substances alimentaires comme les lipides; en effet, la combinaison gras et sucré est un déterminant très puissant sur les plans sensoriel et nutritionnel, donnant lieu à des réponses sensiblement différentes selon le sexe (Drewnowski et al, 1992) et la masse corporelle (Macdiarmid et al, 1998). Les aliments sucrés, à forte teneur en lipides font également l'objet d'une préférence sélective chez les jeunes femmes, de poids normal, ayant une propension quantifiable à manger en excès (Arlotti et al, FENS 2007). L'impact de la saveur sucrée sur le comportement humain présente donc une grande hétérogénéité.

Les réponses à la saveur sucrée sur le plan psychologique et comportemental sont nombreuses et intenses et ne sauraient être résumées en quelques mots. ■

ACQUISITION DES PRÉFÉRENCES ALIMENTAIRES : LE CAS DU GOÛT SUCRÉ

Sophie NICKLAUS, INRA, UMR1129 FLAVIC, F-21000 Dijon, France

L'attraction forte des enfants, des seniors, mais aussi d'une majorité d'adultes pour le goût sucré est attestée par des observations très variées. La préférence pour le sucre, comme d'autres préférences alimentaires est en partie acquise. Quand la préférence pour des aliments sucrés est-elle acquise, et quels sont les déterminants de sa formation ? Telles sont les questions auxquelles nous chercherons à répondre. Lorsque les connaissances le permettent, nous établirons des parallèles avec l'acquisition des préférences pour d'autres saveurs.

LE GOÛT SUCRÉ DE L'ENFANCE

À la différence des autres saveurs, le goût du sucre est apprécié du nouveau-né, ce qu'il manifeste par des expressions interprétées comme traduisant la satisfaction, ceci avant même qu'il ait eu la possibilité d'ingérer le sucre et donc de bénéficier de son apport énergétique. Cette appréciation du goût sucré peut être considérée comme un avantage adaptatif, puisque le lait humain est riche en lactose. Elle est appliquée en pédiatrie, car l'effet analgésiant des stimulations sucrées réduit les pleurs du nouveau-né lors d'interventions bénignes. Bien que la préférence marquée pour le goût sucré à la naissance s'estompe relativement dans la petite enfance, le goût sucré reste le plus apprécié. L'étude OPALINE (Observatoire des Préférences ALimentaires du Nourrisson et de l'Enfant), en cours dans notre équipe, porte notamment sur le développement de l'appréciation de différentes saveurs de 3 à 20 mois. Les résultats préliminaires confirment l'appréciation du goût sucré à 3 mois, et montrent en outre une appréciation plus marquée du goût salé à 12 mois, mais à 20 mois, le goût sucré demeure le plus apprécié.

L'ACQUISITION DES PRÉFÉRENCES POUR LE SUCRE

Au-delà de l'appréciation innée du sucre, le goût pour des aliments sucrés se développe sous l'effet des expériences répétées. Quelques travaux montrent que l'exposition au sucre dans les premières années de vie tend généralement à maintenir la préférence innée pour ce goût. Mais l'effet de telles expositions au cours de l'enfance sur le développement ultérieur de préférences plus marquées pour des aliments sucrés n'est pas connu. Quelques travaux longitudinaux montrent cependant que des adolescents, qui comme les enfants apprécient des niveaux de sucre très élevés, ont à l'âge adulte des préférences pour des niveaux de sucre plus modérés. L'attraction particulière des enfants et des adolescents pour le sucre pourrait s'expliquer par leurs besoins énergétiques élevés, en lien avec la croissance. Cette attraction est facilement comblée par la multitude d'aliments et de boissons sucrées actuellement disponibles.

Si les connaissances actuelles ne permettent pas d'élucider l'impact à long terme des expositions répétées à des aliments ou boissons sucrées, il est clair que l'appréciation d'aliments acides ou amers, saveurs moins appréciées à la naissance, est plus difficile à favoriser via des consommations répétées que l'appréciation d'aliments sucrés, qui est renforcée dès les premières consommations. Le renforcement par la valeur énergétique est un des moteurs puissants de l'établissement des préférences alimentaires. Il est moins efficace dans le cas d'aliments acides ou amers, saveurs généralement liées

à des éléments moins nutritifs. Ainsi, l'ajout de sucre à des légumes amers permet d'en augmenter l'appréciation par les enfants, en masquant leur goût déplaisant et/ou en augmentant leur valeur énergétique.

Les attitudes éducatives parentales cherchent à contrecarrer le goût des enfants pour les aliments sucrés. Certains parents sont attentifs à ne pas offrir trop de sucreries ou boissons sucrées, pour éviter que leur consommation devienne une habitude chez leurs enfants. D'autres pratiques plus coercitives sont parfois mises en place, qui s'avèrent souvent contre-productives : par exemple, l'interdiction de consommer certains aliments sucrés ne fait souvent que renforcer l'attrait qu'ils exercent sur les enfants. Malgré tout, des aliments sucrés sont souvent offerts comme récompense ou pour des fêtes familiales, ce qui tend à renforcer leur valeur positive aux yeux des enfants.

DES APPRÉCIATIONS VARIABLES DU GOÛT SUCRÉ

Si l'appréciation du goût sucré est ancrée dans l'enfance, elle est cependant variable d'un enfant à l'autre. Les progrès récents de la biologie moléculaire permettent de mieux comprendre le mécanisme de détection du sucre : le récepteur du goût sucré (un dimère de deux protéines transmembranaires) est maintenant connu. Des formes légèrement différentes de ce récepteur pourraient conduire à des perceptions variables d'un individu à l'autre. De plus, d'autres gènes que ceux du récepteur dimérique du goût sucré pourraient expliquer des variations subtiles de préférences pour des aliments sucrés.

LE GOÛT SUCRÉ, DEMAIN

Pendant des millénaires, l'homme a évolué dans un environnement où les sources de sucre étaient rares. Depuis à peine plus d'un siècle, son appétit naturel pour les aliments sucrés a été de mieux en mieux satisfait grâce à la culture de la canne et de la betterave à sucre. L'attraction pour le sucre a conduit à l'élaboration d'édulcorants au puissant goût sucré mais moins énergétiques que les sucres naturels. L'impact de la présence de ces ingrédients dans de nombreux aliments ou boissons sur un renforcement éventuel de l'appréciation du goût sucré n'est pas documenté à ce jour.

Remerciements : Camille Schwartz, Doctorante (UMR1129 Flavic), pour son aide à la préparation de cette conférence ; et l'équipe du programme OPALINE (UMR1129 Flavic et UMR1214 CESG) pour son soutien quotidien. OPALINE a reçu le soutien financier du Conseil Régional de Bourgogne, de l'ANR (Agence Nationale de la Recherche), Programme National de Recherche en Alimentation et nutrition humaine, projet ANR-06-PNRA-028. ■

ADDICTION AU GOÛT SUCRÉ : VRAI OU FAUX DÉBAT ?

France BELLISLE, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Centre de Recherche en Nutrition Humaine (CRNH-Ile de France), SMBH, Bobigny

Le grand public entend dire parfois que le sucre est susceptible de créer une « addiction ». Cette assertion est plus complexe qu'il n'y paraît. Avant de pouvoir décider si elle est vraie ou fausse, il faut d'abord se demander ce qu'est une « addiction », puis voir ce que l'on entend par « sucre ».

QU'EST CE QU'UNE ADDICTION ?

Le terme « addiction » est utilisé dans certaines publications scientifiques qui la présentent comme une consommation compulsive et répétée d'une substance compromettant le fonctionnement physique, social et/ou économique. Les comportements « addictifs » ont été décrits comme irresponsables et irrationnels, car ils impliquent des sacrifices et des risques importants pour se procurer une drogue. Depuis quelques années, certains auteurs ont élargi le concept d'addiction pour parler d'un appétit incontrôlable pour les aliments agréables.

Dans ce contexte, il est tout à fait étonnant de constater qu'il n'existe aucune définition scientifique ou médicale validée de l'addiction. Dans le Manuel de Diagnostic Statistique des Troubles Psychiatriques (le DSM IV), on ne trouve pas de définition spécifique du concept d'addiction. Le Manuel donne plutôt les critères de diagnostic pour la dépendance, en particulier concernant les drogues comme l'alcool, la nicotine et la caféine. Cette définition englobe parfois, mais pas nécessairement, la dépendance physique manifestée par la « tolérance » et le « sevrage », et décrit un mode d'utilisation compulsive susceptible d'affecter gravement le fonctionnement social ou professionnel. Le terme « addiction » n'apparaît jamais dans la nosographie psychiatrique. Au cours de la conférence, nous verrons dans quelle mesure le sucre peut induire un ou plusieurs des critères définis de la dépendance physique ou psychologique.

QU'ENTENDONS-NOUS PAR « SUCRE » ?

Cette question qui peut sembler triviale est cependant, elle aussi, plus complexe qu'il n'y paraît. Il faut bien savoir quelle est cette substance capable de déclencher, peut-être, une dépendance. Ce que le grand public appelle le « sucre » est le saccharose, un glucide simple au goût sucré. Il existe d'autres glucides simples au goût sucré (fructose, glucose) ; il existe d'autres substances au goût sucré qui ne sont pas des glucides ; et il existe des glucides qui n'ont pas de goût sucré. Parmi toutes ces substances, lesquelles seraient susceptibles d'induire l'un ou l'autre des signes reflétant une dépendance ? De très nombreuses études ont été consacrées au sucre, aux sucres, et au goût sucré. L'ensemble de ces travaux indique que certaines personnes montrent un mode de consommation compulsive qui pourrait se rapprocher de la définition du DSM IV, mais pas pour le sucre, ni pour le sucré, mais bien pour les aliments au goût agréable, qui sont souvent plus riches en graisses qu'en sucres, bien que beaucoup soient à la fois gras et sucrés.

LE SUCRE, LE SUCRÉ ET LE FONCTIONNEMENT DU CERVEAU

La découverte de multiples neurotransmetteurs (endorphines, dopamine, etc.) a inspiré plusieurs théories concernant le substrat cérébral de l'attraction pour le sucré et celui de la dépendance aux

drogues. Le développement récent des techniques d'imagerie cérébrale a ouvert de nouvelles possibilités d'investigation de l'activité du cerveau. Par exemple, une étude utilisant le PET scan fait état de similarités des réponses cérébrales chez des patients souffrants d'obésité massive et chez des patients dépendant aux drogues. Il existe donc des rapprochements entre les mécanismes nerveux impliqués dans l'attirance pour les aliments (mais pas spécialement le sucre ou le sucré) et la dépendance aux drogues. Il semble que les drogues qui induisent la dépendance utilisent les mécanismes nerveux dont la fonction principale est d'assurer la survie, en particulier ceux qui assurent l'attirance pour les substances alimentaires

LE SUCRÉ ET LA COMMANDE DE LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE

Il est bien établi que dès la naissance, la perception d'un stimulus sucré entraîne une réponse caractéristique d'acceptation chez tout nouveau-né humain. Ensuite, au cours de la vie, le goût pour le sucré évolue et s'intègre dans la hiérarchie individuelle des préférences alimentaires. Pour presque tout le monde, le sucré demeure une source importante de plaisir alimentaire sans entraîner aucun signe de dépendance physique ou psychologique. Il reste cependant à établir dans quelle mesure le sucre, ou le sucré, contribue aux comportements d'ingestion compulsive observés dans la boulimie nerveuse ou chez certains patients atteints d'obésité massive.

Dire que le sucre peut créer une addiction n'a pas de sens, puisque l'addiction elle-même n'est pas définie. Cependant, il est légitime de se demander si le sucré, qui participe au caractère agréable de plusieurs aliments, pourrait contribuer à un dérèglement grave du comportement alimentaire susceptible de mettre en péril le fonctionnement social ou professionnel, chez qui (boulimiques, obèses, etc.), dans quelles circonstances, et par quels mécanismes. ■

LE SUCRE : DE L'IDÉALISATION À L'OSTRACISME

Julia CSERGO, Histoire contemporaine, Université Lumière Lyon 2, Laboratoire d'Etudes Rurales (LER/Lyon2-INRA), Laboratoire Images, Sociétés, Représentations (ISOR/Sorbonne Paris 1-CNRS)

Si le statut du sucre, dont nous limiterons l'étude, dans le cadre de cette communication, au seul saccharose, a longtemps fait l'objet de controverses – médicament ? condiment ? aliment ? –, si ses qualités diététiques ont pu être diversement appréciées, si sa relation au plaisir gustatif et à l'excès gourmand a même nourri des débats théologiques, il faut attendre le long XIX^e siècle – fin du XVIII^e–début XX^e – pour que s'évalue le lien entre consommation de sucre et surcharge pondérale. Au regard de la recherche scientifique comme des représentations sociales, le XIX^e siècle nous fait entrer dans la problématique contemporaine du sucre et du surpoids. C'est donc en focalisant ma réflexion sur cette période que je propose d'examiner, dans la perspective historique, la question qui fait débat aujourd'hui.

En effet, le XIX^e siècle se situe à l'articulation de progrès techniques qui permettent une production accrue de sucre ; de découvertes scientifiques qui voient la constitution de la chimie alimentaire ; d'avancées de la médecine et de la physiologie qui conduisent à l'élaboration d'une nouvelle science alimentaire et qui suscitent premiers grands travaux sur l'embonpoint et l'obésité.

Ces dernières notions sont complexes à aborder pour l'historien puisque la définition comme la mesure du surpoids ont toujours été mouvantes, même sur la seule période du XIX^e et du XX^e siècles. De surcroît, les travaux sur l'étiologie de l'engraissement distinguent clairement les causes endogènes – où le régime alimentaire n'est pas mis en cause –, des causes exogènes qui incriminent un excès alimentaire, provoquant, chez les « gros mangeurs », ce que Brillat-Savarin avait nommé « l'obésité du ventre ». Dans ce cas seulement, le lien entre suralimentation et surpoids est établi. Toutefois, c'est ici davantage l'économie globale de la nutrition que certains aliments en particulier qui sont désignés comme responsables de l'augmentation de la masse grasseuse chez l'individu. On peut voir dans les travaux des physiologistes comme au travers de l'importante littérature de vulgarisation médicale qui se développe au cours des années 1890–1930 sur le « Bien manger », le « Comment manger ? », le « Quoi manger ? », que pas plus le sucre que d'autres aliments ne sont tenus pour seuls responsables de l'engraissement. Le sucre, dont le pouvoir énergétique et nutritif est par contre affirmé, notamment pour les classes laborieuses au sein desquelles le corps médical tente d'en accroître la consommation, ne favorise l'embonpoint que consommé à certaines doses et dans le cadre de régimes alimentaires trop riches.

Toutefois, pour répondre à la question qui nous est posée, nous ne devons pas omettre d'évoquer le statut du sucre du point de vue des représentations et des idéologies.

Les années 1910–1920 voient la naissance d'un discours qui dénonce « l'invasion grasseuse », formule violente qui marque le passage de l'imagerie ancienne du « gros mangeur riche » à celle, plus contemporaine, du « gros mangeur pauvre ».

L'entrée dans l'âge industriel induit de profondes mutations dans la production alimentaire, amenant la baisse des coûts des denrées et la mise en place de la consommation de masse. Elle ouvre l'ère de l'abondance, une ère dont les tenants du végétarisme et du naturisme, une idéologie qui marquera profondément le XX^e siècle, dénoncent les conséquences pathogéniques. Mise désormais à la portée de tous, la suralimentation, avec l'ampleur que peuvent désormais prendre les risques

sanitaires qui lui sont associés – notamment du point de vue de l'obésité et des troubles qu'elle génère – apparaît désormais comme « une tare de la civilisation », une mauvaise gestion de la richesse et de l'abondance.

Le sucre tient une place centrale à la fois dans ces processus économiques et dans l'élaboration de ces représentations. D'abord en raison de l'accroissement considérable de sa production et de sa consommation (avec l'extraction du sucre de betterave, de denrée de luxe il devient produit de consommation courante) ; ensuite, en raison du goût populaire qui se développe pour les « fantaisies sucrées », le plaisir croissant pris à consommer les confiseries et pâtisseries dont l'industrie connaît alors un essor spectaculaire ; enfin, en raison de son statut d'aliment industriel, dénoncé par l'idéologie naturiste comme aliment « dévitalisé », « mort », dépourvu de qualités nutritives.

Sur fond culturel de dénonciation du plaisir et de l'excès, l'ostracisme « moderne » dont le sucre fait l'objet, sa désignation particulière dans la propension au surpoids semble donc se construire largement sur la stigmatisation de la civilisation de l'abondance, de la culture alimentaire industrielle et de la consommation de masse. ■

CONCLUSIONS DU PROFESSEUR BERNARD GUY-GRAND

Nous venons d'assister à une journée riche d'enseignements et chaque auditeur a pu trouver ses propres réponses à la question posée qui était de savoir si les sucres avaient quelque chose de spécifique à voir avec l'épidémie de l'obésité. S'il n'y avait qu'une seule chose à retenir ce serait peut-être la complexité de la question qui ne saurait se résoudre à une réponse sommaire par oui ou par non tant l'analyse du problème est difficile.

Je retiendrai quelques points qui me paraissent essentiels pour le débat en cours et les polémiques peut-être inutiles qu'il soulève.

Les sucres ajoutés sont les mêmes que les sucres naturellement présents dans les aliments. Leur métabolisme est le même. Ce premier reproche fait aux sucres n'est pas nécessairement fondé, sauf peut-être pour le ratio fructose-glucose de certains sucres ajoutés, essentiellement aux Etats-Unis, pas en France ou en Europe.

On peut retenir aussi, comme l'a expliqué J. Girard, que le fructose a des caractéristiques métaboliques particulières : en petites quantités il est utile, lorsqu'il est consommé en excès il favorise la lipogénèse. Mais qu'est-ce trop ? Personne n'est capable de répondre. Il faut retenir l'effet favorisant du fructose sur les états inflammatoires qui interviennent dans la genèse des maladies cardiovasculaires ou de l'obésité.

Comme nous l'a rappelé M. Laville, le sucre est l'aliment de l'effort, on retrouve bien là la tendance historique. Sauf pour quelques hurluberlus, le glucose est toujours bien l'aliment de l'effort. Personnellement je suis pour un soda hypersucré, à condition que ce soit au cours d'une partie de tennis que l'on joue et non pas au cours d'un match qu'on regarde à la télévision ...

Comme nous l'a expliqué T. Wolever, l'index glycémique, même si les mécanismes par lesquels il intervient restent parfaitement peu clairs, présente un certain nombre de vertus au moins dans le maintien d'un poids stable, éventuellement mais pas nécessairement dans la perte du poids. Là, je parle en termes de santé publique et pas en termes de traitement de l'obésité, domaine totalement différent où le déficit énergétique change totalement les données de la situation métabolique. L'index glycémique a sûrement un intérêt, mais vous avez retenu comme moi que les effets physiologiques du vecteur et de l'ensemble de l'aliment ne rendent pas forcément prévisibles ses effets. Par conséquent, c'est peut-être une notion qui, sans devoir être récusée, ne devrait pas être galvaudée en se fondant sur des notions fausses, notamment sur le fait que l'index glycémique d'un aliment complexe n'est connu que si on l'a testé.

A. Stephen nous a montré, qu'en matière d'épidémiologie, elle serait bien en peine de nous dire si le sucre joue un rôle ou pas, ou plutôt qu'elle n'a aucune espèce d'argument qui permette de dire, à l'heure actuelle, que la consommation de sucres joue un rôle dans l'obésité, dans la prise de poids. Il y a autant d'arguments positifs que d'arguments négatifs, il y a un ensemble d'études dont les résultats se contredisent. Mais le même type de conclusion vaut aussi pour le gras. On ne peut pas imaginer qu'un seul aliment, une seule catégorie d'aliment, soit « plus coupable » qu'un autre puisque c'est bien l'ingéré calorique global qui est en cause.

Le problème des boissons sucrées, est effectivement d'une autre dimension. Nous avons bien compris que les boissons sucrées ne sont ni plus, ni moins rassasiantes que les autres comme l'a brillamment montré A. Drewnowski. C'est une question de quantité de calories ingérées, une question de densité énergétique, une question de quantité d'eau. Les boissons sucrées n'ont pas, en soi, des qualités hyporassasiantes. Il n'en reste pas moins que sans avoir un effet spécifique lié à leur contenu en sucres, l'appétence pour le sucré

dont J. Blundell a rappelé les rôles homéostatiques, est un puissant stimulant pour sa propre consommation ; et peut ainsi augmenter la ration calorique. Ce n'est pas forcément une faillite de la satiété liée à la nature de l'aliment qui est en cause, c'est peut-être une faillite de la régulation de l'homéostasie énergétique. J. Blundell nous a en effet rappelé que l'hédonisme participe à une sorte d'homéostasie qui n'est pas métabolique mais sociale ou psychologique.

S. Nicklaus a voulu nous montrer qu'il n'était pas malin d'interdire, en 2008, quarante ans après 68. Les responsables de la politique de prévention ne le conçoivent pas ainsi ! Ils n'ont jamais dit qu'il ne fallait pas manger de sucre, que c'était l'ennemi à abattre. Ils ont simplement dit que si on voulait économiser quelques calories, on pouvait les prendre dans les aliments les plus sucrés ou dans les aliments les plus gras. C'est finalement du bon sens. En revanche, dans l'esprit du public, et c'est là que l'on va rejoindre les leçons de l'histoire, le sucre devient, dès lors, une espèce de protestation. On n'est plus à l'époque où le sucre était l'aliment des riches, l'aliment des rois. Au moment où l'enfant devient l'enfant roi, il mange du sucre. On pourrait dire cela, mais il faut faire attention à ne pas tout mélanger. Les concepts biologiques, les concepts physiologiques, les concepts psychologiques, les concepts sociaux, moraux, historiques, bien entendu, forment un corpus culturel qui évolue dans le temps de manière cyclique. J. Csergo nous a montré des exemples récurrents.

F. Bellisle a fait une présentation documentée pour récuser le concept de toxicomanie alimentaire aux sucres. On ne devient pas boulimique parce qu'on a mangé du sucre ; la boulimie a une autre dimension. D'ailleurs, une personne boulimique comble son vide interne avec ce qu'elle peut.

En définitive, je vous dirais volontiers que ma position est qu'il ne faut pas ostraciser les sucres et que la lutte contre l'obésité va bien au-delà de la nutrition. Comment peut-on évaluer le rôle d'un aliment sur l'obésité si on ne prend pas en compte la dépense énergétique de celui qui le consomme ? Cela va bien au-delà de la nutrition telle qu'on la considère : glucides, lipides, protéides, nutriments, vitamines. Il y a encore des pans entiers qui n'ont pas fait l'objet d'une recherche particulière. Je pense par exemple à l'insuffisance du rapport oméga 6/oméga 3 de l'alimentation, qui n'a rien à voir avec les calories mais n'ont pas le même potentiel adipogénique. Un domaine va émerger dans les années qui viennent, c'est celui des toxiques alimentaires, des additifs, des résidus de pesticides dont nous savons qu'ils sont contrôlés, étudiés. Ils n'ont pas une toxicité au sens classique, ils ne nous empoisonnent pas, ils ne nous tuent pas, mais ces molécules ne sont sans doute pas inertes, elles peuvent changer le métabolisme. Largement au-delà de la nutrition classique, c'est un problème de société.

Je ne suis pas très optimiste sur l'évolution de l'épidémie d'obésité. C'est un problème global de société qui est apparu au milieu du 20^e siècle. Il me semble difficile de modifier en profondeur, du moins à l'échéance des décennies qui viennent, l'évolution du monde. Si on réussissait à stabiliser le problème, on serait déjà très content. Il y a des progrès à faire, mais ce n'est pas en jouant les uns contre les autres, en se lançant des diatribes, des anathèmes. Les progrès à faire sont de tous les côtés, du côté médical en cessant de ravager les malades avec des régimes restrictifs sans raison, du côté de l'industrie agro-alimentaire en modifiant ce qui est modifiable dans l'offre alimentaire, des progrès aussi du côté de la politique agricole. Il ne faut pas oublier, la responsabilité individuelle : interdire la publicité pour les produits alimentaires à la télévision pour les enfants, pourquoi pas. Mais se focaliser sur cette publicité tout en occultant la déliquescence de la cellule familiale et l'absence de l'éducation chez les enfants, c'est là un problème majeur. Nous sommes tous des acteurs, il faut donc une politique globale : la politique de la ville, la politique de l'urbanisme, tout cela est certainement aussi important que la quantité de sucres dans les aliments.

Qu'un peu d'humilité et de recul empêchent des jugements trop rapides à l'emporte pièce. ■