

## L'index glycémique : des fondements à son intérêt en nutrition

*L'introduction de l'index glycémique en diététique a remis en question la classification des glucides et des aliments à apports glucidiques. Qu'est-ce que l'index glycémique et quelle est son influence sur l'alimentation ? Explications.*

### Définition

Nyctémère, ou nyctémère (du grec *nukthêmeron*, mot composé à partir de *nux*, *nuktos*, nuit, et *hêmera*, jour) : espace de temps (24 heures) comprenant un jour et une nuit correspondant à un cycle biologique (*Le Petit Robert*).

**N**utriments essentiels au bon fonctionnement de l'organisme, les glucides doivent, selon les recommandations nutritionnelles des experts, représenter plus de la moitié (55 %) de nos apports énergétiques quotidiens. Cette valeur doit toutefois être majorée fortement dans le cadre de la pratique d'une activité physique régulière.

Rappelons que ces glucides (contrairement aux protéines et aux lipides) ont quasi exclusivement un rôle énergétique au sein de notre organisme. Uniques substrats énergétiques du cerveau (en temps normal) et des cellules glucodépendantes (globules rouges, neurones), ils sont indispensables à notre bonne santé.

Le Plan national nutrition santé (PNNS) recommande d'ailleurs d'accroître notre consommation de glucides afin d'atteindre les apports recommandés : 50-55 % de l'apport énergétique total quotidien (AETQ). Cette consommation doit être harmonieusement répartie tout au long de la journée. L'apport du matin permet de régénérer les stocks en glycogène hépatique, épuisés au cours de la

nuit. Ceux de la journée sont essentiels pour maintenir une activité cérébrale et musculaire correcte durant tout le nyctémère (*voir l'encadré ci-contre*). Enfin, les glucides consommés en fin d'après-midi permettent de favoriser la synthèse de sérotonine, l'enregistrement des informations cérébrales durant la nuit.

Les apports nutritionnels conseillés (ANC) préconisent de répartir la ration glucidique en deux tiers de glucides complexes et un tiers de glucides simples. Mais cet abord, exclusivement fondé sur des notions de quantité et de taille des chaînes glucidiques, est pour le moins limitatif. Il ne prend pas en considération la question de la qualité des glucides consommés et de son impact sur leur prise en compte par l'organisme. Car en dehors de leur rôle purement énergétique et de leur stimulation de la lipogenèse en cas de trop forte consommation, c'est surtout la vitesse à laquelle ils passent dans le sang et les perturbations glycémiques subséquentes à leur ingestion qui sont déterminantes pour la santé



© Fotolia.com/Andrey Kiselev

de l'individu, tant en termes de prévention (risques de glycations importantes, diabète, prise de poids...) que, d'une façon générale, pour son bien-être (performances intellectuelles et sportives, fonctionnement cérébral, gestion du stress, fatigue...).

### Un peu d'histoire

Pendant très longtemps, les glucides ont été classés de façon dichotomique en deux catégories distinctes :

- les glucides complexes (amidons...), considérés comme des glucides lents ;
- les glucides simples (glucose, fructose...) considérés quant à eux comme des glucides à absorption rapide.

C'est en 1913 que Jacobsen constata pour la première fois chez un sujet sain des perturbations glycémiques particulières à la suite de l'ingestion de différents repas. Il montra entre autres qu'un repas constitué de pain et de pommes de terre perturbait autant la glycémie qu'un repas composé de saccharose.

En 1981, David Jenkins, professeur de nutrition à l'université de Toronto (Canada), employa pour la première fois le terme d'index glycémique (IG)<sup>1</sup>. Jenkins et son équipe mirent alors en avant le fait qu'il fallait mieux considérer l'impact des glucides sur la glycémie que la quantité et la taille des glucides consommés.

C'est cette notion qui, petit à petit, supplanta la classification classique des glucides.

Cette découverte de la notion d'indice (ou index) glycémique a totalement révolutionné la classification des glucides et des aliments à apports glucidiques.

### L'index glycémique

#### Définition

L'index glycémique se définit comme l'aire sous la courbe de réponse glycémique (aire au-dessus de la ligne de base représentée par la glycémie à jeun), suite à l'ingestion d'une portion d'aliment apportant 50 g de glucides, exprimée en pourcentage de la réponse par rapport à l'ingestion d'une portion d'un aliment de référence apportant la même quantité de glucides, prise par un même sujet.

Ceci permet de comparer plusieurs aliments ne possédant pas les mêmes teneurs en glucides et de mesurer leur impact sur la glycémie du sujet.

L'indice 100 est attribué à l'aliment de référence (glucose ou pain blanc).

Les aliments testés possèdent une valeur proportionnelle aux perturbations glycémiques qu'ils entraînent, indexée sur l'aliment de référence. Il est ainsi possible de disposer de référence pour chaque aliment testé.

#### Deux IG de référence

Il existe deux index de référence (100 %) qui sont :

- le glucose (pour les pays européens) ;
- le pain blanc (pour les États-Unis).

En fonction des index de référence utilisés, des valeurs d'IG qui peuvent différer pour un même aliment sont ainsi obtenues. Pour convertir une valeur ayant comme référence le pain blanc dans le système ayant comme référence le glucose, il faut la multiplier par 0,7 et inversement.

Outre les deux modes d'indexation, les variations d'IG pour un même aliment peuvent aussi trouver leur origine dans les méthodologies utilisées pour calculer ces index. Il existe, à l'heure actuelle, deux tables de valeurs d'IG, publiées par Foster-Powell et *al.* en 1995<sup>2</sup> et en 2002<sup>3</sup>.

### Classification des aliments en fonction de l'IG

Ces déterminations d'IG ont permis de classer les aliments en fonction de leur index glycémique respectif sur une échelle de 100 (*tableau 1*).

Plus l'IG de l'aliment est élevé (proche de 100) et plus il perturbe la glycémie. *A contrario*, plus cette valeur est basse et moins la glycémie est affectée.

Les aliments sont alors classés par tranches d'IG : élevé, moyen ou faible. Cette classification peut varier légèrement selon les auteurs.

**Tableau 1 : Classement des aliments en fonction de leur index glycémique**

| Exemple de classification   | Index glycémique | Exemples d'aliments   |
|-----------------------------|------------------|---|
| Index glycémique (IG) élevé | > 70             | Pain blanc, cornflakes, purée de pomme de terre instantanée, confiseries, carottes cuites...                  |
| IG moyen                    | Entre 56 et 69   | Produits complets, lactose, bananes...  |
| IG faible                   | < 55             | Fruits frais et légumes verts, légumineuses, céréales entières, chocolat noir, fructose, produits laitiers... |

### Index glycémique et santé

Considérons maintenant l'impact de l'index glycémique sur notre santé en abordant les conséquences métaboliques que cela entraîne.

En dehors des effets purement préventifs sur certaines pathologies métaboliques, la notion d'IG a des conséquences importantes chez tout un chacun. En consommant des glucides qui passent plus lentement dans le sang, la satiété (temps qui sépare deux prises alimentaires) augmente puisque la baisse de glycémie, déclenchant entre autres la prise alimentaire, intervient plus tardivement. Ainsi la bonne gestion des IG entraîne *de facto* une meilleure gestion du comportement alimentaire.

#### Aliments à IG élevé

La consommation d'aliments à fort IG génère de fortes perturbations glycémiques, donc une importante élévation de l'insulinémie. Or, l'insuline est une hormone anabolisante à plus d'un titre. Elle active entre autres la lipogénèse et inhibe la lipolyse. Les aliments à fort IG impactent donc directement la mise en réserve des lipides et la synthèse des triglycérides, favorisant ainsi des troubles de la lipémie et des risques de surpoids.

L'ingestion de tels aliments peut aussi créer un stress oxydatif et des glycations plus conséquentes que celle d'aliments à faible IG.

#### Aliments à IG faible

Jenkins et Kendal<sup>4</sup> ont montré qu'une alimentation à faible IG aurait plus d'impact sur la prévention des risques cardiovasculaires qu'une alimentation riche en fibres, car elle permet, chez le diabétique non insulinodépendant, de baisser davantage l'hémoglobine glyquée et le cholestérol LDL qu'un régime riche en fibres.

### Chez les diabétiques

Chez les sujets sains, une alimentation à faible IG diminue la sécrétion d'insuline en phase postprandiale. Elle permet aussi d'améliorer le contrôle glycémique chez les diabétiques non-insulinodépendants. La connaissance de l'index glycémique a donc de nombreuses applications, en particulier chez la personne diabétique qui accède, de ce fait, à une meilleure gestion de sa glycémie.

### Performances cérébrales

La performance cérébrale est directement liée à l'apport de glucides au cerveau. On imagine aisément qu'un apport régulier en glucides sans à-coups (lié à des hyper-, puis des hypoglycémies réactionnelles) est favorable à un bon fonctionnement cérébral. *A contrario* une série d'hyperglycémies (liée à des IG élevés), suivie d'hypoglycémies réactionnelles, est fortement préjudiciable à ce fonctionnement, provoquant stress et fatigue.

### Chez les sportifs

L'index glycémique constitue aussi un paramètre fondamental chez le sportif pour qui le choix des glucides selon leur IG se révèle déterminant tant avant que pendant l'effort. L'alimentation du sportif, surtout lorsque l'on aborde les rations précompétitives, compétitives et postcompétitives, s'appuie fortement sur l'index glycémique des aliments ou des boissons consommées. La mauvaise gestion de cet index aux abords d'une compétition peut être particulièrement préjudiciable à la performance.

### Les variations de l'index glycémique

L'index glycémique n'est pas constant. De très nombreux paramètres sont susceptibles de le faire varier. Ils dépendent, d'une part, de la struc-

ture intrinsèque de l'aliment et, d'autre part, des modalités de digestion de celui-ci (temps de vidange gastrique, hydrolyse par les alpha-amylases, vitesse du transit, biodisponibilité des glucides...).

### La nature même des glucides

- **Le glucose**, ose unitaire, a un index glycémique très élevé (100 %) : c'est le glucide qui sert de référence.
- **Le fructose** (IG 19) a, quant à lui, bien qu'étant aussi un oligoside, un index glycémique très faible du fait de son métabolisme hépatique.
- **Le saccharose** (sucre de table) est un dioside constitué d'un glucose et d'un fructose. Son IG est donc sensiblement la moyenne des deux IG précédents (IG 68).

### La structure des amidons

Les amidons sont des macromolécules linéaires et ramifiées constituées de liaisons alpha 1-4 pour les chaînes linéaires et alpha 1-6 pour les chaînes ramifiées.

Ils sont composés de deux homopolymères :

- l'amylose (chaîne linéaire de 600 à 6 000 unités glucose) ;
- l'amylopectine (chaîne ramifiée).

Le ratio entre les deux chaînes de polymères varie selon les espèces botaniques, entraînant alors des structures et des compositions différentes en fonction des sources d'amidon.

Ainsi, les céréales contiennent en moyenne de 15 à 28 % d'amylose alors que la féculé de pomme de terre en contient de 17 à 22 %.

L'amidon des légumineuses est, quant à lui, composé de 33 à 66 % d'amylose.

- **Lors de la cuisson des aliments**, étape essentielle à leur bonne digestion, l'amidon se gélatinise. Or, plus la proportion

d'amylose est faible, plus l'amidon se gélatinise et plus son hydrolyse par les alpha-amylases est facilitée (plus il est transformé rapidement en glucose), ce qui augmente d'autant plus son IG.

Le ratio amylose/amylopectine joue donc directement sur l'index glycémique de l'aliment. Plus ce rapport est élevé, plus l'IG est faible.

• **Le second point important pour les molécules d'amidon concerne les amidons rétrogradés** qui présentent systématiquement des IG beaucoup plus bas que les amidons cuits.

Un amidon rétrogradé est un amidon qui s'est gélatinisé (lors de la cuis-

son), puis qui a été refroidi (pommes de terre froides, riz froid...). Or, le refroidissement provoque un phénomène contraire à la gélatinisation, phénomène d'autant plus important qu'il dure longtemps et que la température est basse. La rétrogradation d'un amidon abaisse sensiblement son IG et ceci, d'autant plus que l'amidon est riche en amylose. Une fois rétrogradés, même s'il est par la suite réchauffé, 10 % de la molécule d'amidon ne se gélatinisent plus. Ainsi, du riz consommé froid en salade a un index glycémique moindre que le même riz consommé chaud.

#### Variation de l'IG : l'exemple du pain, aliment glucidique par excellence

Le cas du pain dont la réputation est d'être un glucide lent est intéressant à étudier.

Au regard de l'ensemble des paramètres évoqués sur la variation de l'index glycémique (IG), celui du pain varie en fonction du type de farine mise en œuvre et des modalités de cuisson. Ce phénomène est d'autant plus vrai que les méthodes de panification (et les modifications physicochimiques qu'elles entraînent) peuvent venir perturber fortement les IG.

Ainsi, le pain blanc classique peut présenter des index glycémiques de 95 alors que des pains plus compacts, plus complets peuvent avoir des IG avoisinant les 70 (pour un même apport total en glucides et une même valeur énergétique).

À quoi est dû ce phénomène en dehors du choix de la farine ? Plus le pain est aéré, plus il est hydraté et plus l'amidon est gélifié. En revanche, un pain plus dense est moins hydraté et présente, de ce fait, un IG plus bas

Par ailleurs, une panification au levain permet de limiter l'IG du pain consommé par le biais de deux phénomènes :

- le pain est moins aéré car il lève moins qu'avec la levure boulangère ;
- la richesse en acides organiques liée au levain augmenterait l'acidité du pain et diminuerait de ce fait la vidange gastrique, donc la vitesse à laquelle les amidons seraient soumis à l'action des amylases<sup>1</sup>.

La présence de fibres joue aussi un rôle important puisque, d'une part, ces dernières protègent l'amidon des alpha-amylases et, d'autre part, limitent, en accélérant le transit, le temps de contact avec la paroi entérocytaire et diminuent l'absorption des glucides (entraînant une baisse de l'IG).

1. Remésy C, Adam A, Leenhardt F, Lopez W. La possibilité d'amélioration de la valeur nutritionnelle du pain. (Unité des maladies métaboliques et micronutriments : INRA Clermont-Ferrand Theix) NAFAS 2003 ; 1 (1) : 57-62.



© Fotolia.com/Jacques Palut

### L'environnement des glucides

La présence de gluten et d'autres protéines au sein de l'aliment (gluten du blé, pâtes aux œufs...) perturbe l'hydrolyse enzymatique de l'amidon et, de ce fait, en diminue l'index glycémique.

Ainsi, une farine (T80 ou T130) ou une céréale peu raffinée comme le blé complet est plus riche en protéines (gluten) et a donc un IG plus bas qu'une farine très raffinée (T55).

La présence de fibres dans l'aliment natif (grain de blé par exemple) a, elle aussi, un impact important, en créant un réseau autour de l'amidon, retardant ainsi son hydrolyse, ce qui en abaisse l'IG. Cette caractéristique est perdue pour les produits raffinés où seul persiste la présence des glucides.

### La cuisson des glucides et des aliments

Une cuisson importante et réalisée dans beaucoup d'eau favorise la gélatinisation de l'amidon, ce qui en augmente l'IG. Ainsi, une cuisson *al dente* limite l'index glycémique de l'aliment alors qu'une cuisson plus longue le majore.

Les cuissons effectuées avec peu d'eau ou à sec (biscuits secs, croûte de pain) n'entraînent qu'une faible gélatinisation, ce qui limite, par la suite, l'hydrolyse par les alpha-amylases et donc l'IG de l'aliment. Le chauffage de la farine de blé dans la fabrication des pâtes crée un réseau protéique autour de l'amidon, ce qui limite, par la suite, l'hydratation, donc l'hydrolyse de ce dernier.

### Le mixage et la taille des molécules d'amidon

Le mixage ou la réduction des matrices alimentaires impacte aussi fondamentalement les variations de l'index glycémique pour un même aliment.

En effet, dans des grains d'une farine très finement broyée, les particules

d'amidon sont petites. Elles sont alors plus facilement hydratées et plus aisément accessibles aux alpha-amylases. Une farine réalisée sur meule de pierre (avec une granulométrie plus grossière) présente (pour une qualité identique de farine) un index glycémique plus faible qu'une farine finement broyée avec des "process" modernes.

Le mixage des fruits, des légumes et des féculents a, lui aussi, un impact sur la structure des fibres solubles et insolubles en limitant leurs effets (trame qui entoure les glucides), augmentant *de facto* l'index glycémique des aliments consommés. En toute logique, un jus de fruits ou une compote ont des IG supérieurs à un fruit natif.

### La maturité des fruits et des légumes

Au fil des processus de murissement, les glucides contenus dans les fruits et les tubercules s'hydrolysent progressivement pour arriver à des molécules plus petites, puis à des oses tels que le glucose.

Ainsi, un fruit très mûr (qui, souvent, a d'ailleurs un goût plus sucré), dont la teneur en glucose a proportionnellement augmenté, présente un IG plus élevé qu'un fruit peu ou pas mûr.

Dans le même principe, les pommes de terre nouvelles ont des IG inférieurs aux pommes de terre de conservation, consommées plus tardivement.

### La mixité alimentaire

Il faut garder à l'esprit que, dans la majeure partie des cas, les aliments ne sont pas consommés seuls mais au sein d'un repas. Tous les aliments et tous les nutriments (glucides, lipides, fibres, protéines) se mélangent au sein du bol alimentaire, ce qui en retarde la digestion et en minimise l'index glycémique.

L'IG d'un verre de soda – très élevé – est ainsi très fortement diminué si cette boisson est consommée avec une pomme et un yaourt (association de fibres, de protéines et de lipides...).

### Des indices complémentaires

De ces différents constats, deux nouvelles notions complémentaires à l'index glycémique se développent actuellement.

#### La charge glycémique

L'index glycémique définit la perturbation glycémique d'un individu pour une charge de 50 g de glucides, apportée par l'aliment considéré pris de façon isolée. Ce concept ne renseigne donc pas sur la quantité totale d'aliments consommés ni sur la perturbation glycémique rencontrée dans le cadre de la consommation d'un ensemble d'aliments différents.

La notion d'IG a donc été récemment complétée par celle de charge glycémique (CG) qui prend aussi en compte la quantité de glucides consommés, ce qui revient à pondérer l'IG d'un aliment selon la quantité ingérée.

Ainsi, et en toute logique, 200 g d'un glucide à faible IG perturbe plus la glycémie que la consommation de 5 g de glucose pur. Si la consommation de 1 g de glucose (IG = 100 %) n'a pas un grand impact sur la glycémie de celui qui l'ingère, celle de 100 g de riz blanc cuit à l'eau (IG 64) fait davantage varier la glycémie du consommateur.

Cependant, les aliments ne sont pas majoritairement consommés seuls, mais au sein d'un repas. L'approximation grossière de l'IG général de ce repas se réalise en calculant la moyenne pondérée de l'ensemble des IG des aliments pris durant celui-ci.

#### L'index insulinique

L'ensemble des débats et controverses concernant l'IG ont amené les experts à

développer le concept d'indice insulinique qui fut proposé par Holt et *al.* dès 1997<sup>5</sup>.

Il se définit comme le rapport entre l'aire sous la courbe de la réponse insulinique, après deux heures, suite à un apport de 1 000 KJ de l'aliment testé, et l'aire sous la courbe de la réponse insulinique au même apport calorique, dans les mêmes délais, mais avec du pain blanc. Ce rapport est ensuite multiplié par 100.

D'une façon générale, les courbes d'index glycémique et d'index insulinique sont corrélées car cette notion mesure la réponse insulinique à une charge glucidique.

Il existe cependant des exceptions inexplicables telles que les produits laitiers qui, bien qu'ayant un très faible IG (15 à 30) et étant riches en acides organiques, ont des effets insulinosecréteurs marqués. Leur indice insulinique est proche de 90 à 98 comme celui du pain blanc.

Attention toutefois car cet indice insulinique dépend totalement des sensibilités inter-individuelles.

### Conclusion

Au vu de tous ces paramètres et même si les valeurs d'IG ne sont pas très précises, il est facile de se rendre compte que la notion d'index glycémique reste essentielle pour la sélection des aliments d'apport glucidique.

Mais elle fait aussi débat car, en regard de la grande interaction des aliments et des différents nutriments qui s'associent au cours d'un repas, les mesures restent délicates et difficilement justes. Il est, en effet, très difficile d'évaluer précisément l'index glycémique global d'un repas.

Alors que l'Agence des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO – *Food and Agriculture Organization*) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ont largement mis en avant cette

notion<sup>6</sup>, la société américaine de diabétologie se refuse à la faire figurer dans ses recommandations diététiques<sup>7</sup>.

Il ne faut pas non plus se focaliser sur l'index glycémique car certains aliments d'apport glucidique à fort IG peuvent également présenter une très forte densité nutritionnelle qui leur octroie tout à fait une place au sein de la ration alimentaire à condition, cependant, de prendre aussi en compte la quantité d'aliments consommés.

Bien que la communauté scientifique reste partagée, cette notion, associée à la charge glycémique et à l'indice insulémique, reste tout de même un paramètre important pour déterminer la qualité glucidique d'un repas. Elle remet totalement en question la classification des glucides jusqu'alors communément utilisée (glucides simples = glucides rapides ; glucides complexes = glucides lents). Plus encore, elle permet de repenser l'alimentation des personnes diabétiques et a des impacts fondamentaux en termes de bien-être et de prévention santé.

Ainsi, plus que la simple répartition des glucides au sein de la ration quotidienne, ce sont les notions de qualité de glucides, de mode de préparation, de cuisson et d'accompagnement au sein des prises alimentaires qui vont jouer un rôle capital.

Il est important de souligner qu'un calcul de ration énergétique purement mathématique, fondé sur des grammages précis et des valeurs en glucides, protéines et lipides d'une table de composition, ne prédisposent en aucune façon de la qualité de la ration glucidique consommée ni de son impact sur la santé de celui qui l'ingère. ▀

#### Thibaut Layat

Diététicien-nutritionniste, Clermont-Ferrand (63)  
layat.thibaut@orange.fr

### L'index glycémique en pratique

- Éviter les aliments raffinés et préférer des produits complets et riches en fibres (riz complet, blé complet...).
- Utiliser de préférence des farines complètes (T130, farine intégrale) ou semi (T80) aux farines blanches et très raffinées (T55, T60).
- Préférer les légumineuses (lentilles, haricots rouges, pois cassés...) aux autres féculents.
- Consommer des pains réalisés avec des farines complètes ou semi-complètes et panifiés au levain.
- Sélectionner les produits natifs et les consommer avec leur peau sans les broyer ni les mixer.
- Préférer des cuissons *al dente* aux cuissons trop longues.
- Consommer les féculents froids (riz au lait, gâteau de semoule...), en salades (salade de riz, de pommes de terre).
- Penser à bien assurer la mixité alimentaire lors de chaque repas.



#### Notes

1. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr*, (1981b) 34, pp. 362-6.
2. Foster-Powell K, Miller JB. International tables of glycemic index. *Am J Clin Nutr*. 1995; 62: 871S-90S.
3. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr*. 2002; 76: 5-56.
4. Jenkins DJ, Kendal CW et al. Effects of low-glycemic index or a high cereal fiber diet on type II diabetes". *Journal of the American Association*. 17 dec 2008 ; 300 : 2742-3.
5. Holt SH, Miller JC, Petocz P. An insulin index of foods: the insulin demand generated by 1000-kJ portions of common foods. *Am J Clin Nutr*. 1997; 66: 1264-76.
6. World Health Organization, Food Administration Organization. (1998) Carbohydrates in human nutrition: report of Joint FAO/WHO Expert Consultation 14-18 april 1997. FAO Food and nutrition paper. 1998 ; n°66. Rome, WHO/FAO.
7. American Diabetes Association. Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 1998; 21: S32-S35.

#### Pour en savoir plus

Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa). Glucides et santé. État des lieux, évaluation et recommandations. Rapport, 2004. [www.afssa.fr/ftp/afssa/26726-26727.pdf](http://www.afssa.fr/ftp/afssa/26726-26727.pdf)  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Index\\_glyc%C3%A9mique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Index_glyc%C3%A9mique)