



Le pain, un allié dans le contrôle de la glycémie

Introduction

Le pain est un aliment de base en France et dans le monde et l'une des principales sources de glucides et d'amidon [1]. Le rôle des glucides alimentaires dans le développement des maladies métaboliques telles qu'obésité et diabète n'est pas encore bien établi. En effet, l'impact de la consommation de glucides sur la santé dépend, d'une part, des quantités absolues ingérées et, d'autre part, de la qualité de glucides alimentaires [2]. Afin d'assurer un apport de glucides de qualité, l'Indice Glycémique (IG) représente un indicateur robuste et significatif pour la prévention et la gestion du diabète de type II [3]. D'autres indicateurs de la qualité des glucides alimentaires sont la charge glycémique, la teneur en fibres et en minéraux. Le pain blanc de type baguette représente une grande partie de la consommation de pain estimée en France (environ 70 %) et se caractérise par un IG souvent trop élevé avec des valeurs entre 70 et 80 [4] [5] (sur une échelle de 1 à 100 où 100 est attribué au glucose comme référence, Cf. Figure 1). Il contient également peu de fibres et de minéraux.

Les principaux facteurs pouvant impacter l'IG du pain dans la chaîne de transformation de la filière [6] sont : la variété de blé, le type de mouture ; le type de farine et l'inclusion du germe de blé ; la méthode de fermentation. L'impact sur la santé de la consommation sur le long terme d'un pain avec un IG élevé n'est pas complètement appréhendé mais il peut favoriser la prise de poids [7] et doit être évité chez les patients diabétiques.

[1] Collar C. Role of bread on nutrition and health worldwide. Bread and its fortification: nutrition and health benefits; 2015, p. 26-52. [2] Pavoni S. et al. Nutritional and Health challenges of bread as a staple food. *CND*, 2023 in submission. [3] Livesey G, et al. Is there a dose-response relation of dietary glycaemic load to risk of type 2 diabetes? Meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr* 2013;97(3):584-96. [4] Sluijs I, et al. Carbohydrate quantity and quality and risk of type 2 diabetes in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Netherlands (EPIC-NL) study. *Am J Clin Nutr* 2010;92(4):905-11. [5] Chiuo R, et al., 2004 Chiuo R, et al. Determination of the glycaemic index of selected foods (white bread and cereal bars) in healthy persons. *Biomed. Papers* 2004; 148(1):17-25. [6] Atkinson FS et al., 2008 [6] Fardet A, et al., Donner un nouvel avenir au pain dans le cadre d'une alimentation durable et préventive. *Cah Nutr Diététique* 2015;50(1):39-46. [7] De la Fuente-Arillaga C, et al. Glycaemic load, glycaemic index, bread and incidence of overweight/obesity in a Mediterranean cohort: the SUN project. *BMC Public Health* 2014;14(1):1091

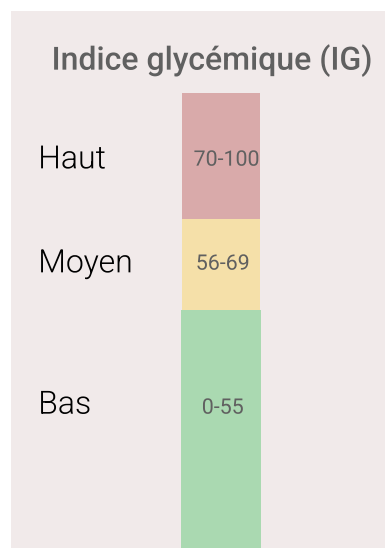


Figure 1. L'indice glycémique est une valeur mesurée suite à l'ingestion de 50 g de glucides de l'aliment à tester qui permet de classer les aliments glucidiques sur une échelle de 1 à 100.

Objectif Dans ce contexte, notre objectif a été celui de mesurer l'IG du pain de la marque PANE VIVO® (PV), un pain de farine intégrale moulue sur pierre et fabriqué avec une méthode longue de fermentation par levain artisanal.

La mesure de l'IG a été effectuée d'abord via une méthode *in vitro* et ensuite *in vivo*. Le but de ce travail de recherche a été de mesurer l'IG du pain PV® afin d'évaluer l'impact de sa consommation sur la glycémie post-prandiale chez des sujets sains via une étude clinique.

Résultats *in vitro*

L'objectif de cette étude a été de déterminer la valeur prédictive de l'IG de PV® *in vitro* en le comparant à une recette de baguette blanche de type artisanal et en utilisant le glucose comme référence. Dans un deuxième temps la valeur obtenue *in vitro* a été validée via une étude clinique *in vivo*.

Méthode *in vitro* : la méthodologie pour la réalisation des simulations de digestion gastro-intestinale utilisée s'appuie sur les dernières recommandation INFOGEST de 2019 [1] pour la réalisation de la digestion *in vitro*. Cette méthode permet de simuler les phases de digestion orale, gastrique et intestinale. La variable d'intérêt a été la mesure de la quantité de glucose libérée au cours de la simulation de digestion *in vitro* et potentiellement absorbable. Pour cela, des prélèvements ont été réalisés à 2, 30, 60, 90, 120, 150, 180 minutes après le début de la digestion (Figure 2).

Le calcul des aires sous les courbes des deux produits testés et celui du produit de référence (glucose) a permis de déterminer l'indice d'hydrolyse (IH) selon les formules de Goni et al., 1997 et de Granfeldt et al., 1994 [2].

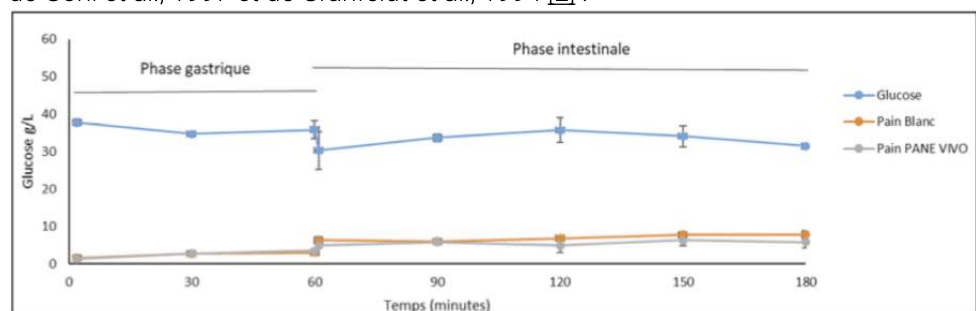


Figure 2 : Suivi de la concentration de glucose au cours des simulations de digestion gastro-intestinale *in vitro*. Moyenne +/- écart-type.

En comparaison avec le glucose, le pain Pane Vivo® présente un IG faible car inférieur à 55 (47,17 selon les formules pour l'estimation des IH, Goni et al., 1997). Cette formulation de pain peut donc avoir un impact faible à modéré sur les variations de glycémie sanguine après ingestion. En comparaison avec la référence standard (glucose), le pain PV® présente un IG faible car inférieur à 55 (47,17 selon les formules pour l'estimation des IH, Goni et al., 1997). Cette formulation de pain peut donc avoir un impact faible à modéré sur les variations de glycémie sanguine après ingestion. Néanmoins, il faut noter que le pain blanc de type baguette en comparaison avec la référence glucose présente un IG de 48,49 selon la formule pour l'estimation des IG. Cette étude expérimentale ne met pas en évidence de manière significative la différence entre les deux typologies de pain. En effet, des données de la littérature indiquent des valeurs d'IG supérieures pour les pains blancs, se classant parmi la catégorie des aliments à IG élevé (4) et qui peuvent être même supérieurs à 80 dans le contexte du diabète de type II. Cependant, ces données ne sont valides que pour les modèles de digestion *in vitro* et ne constituent qu'une estimation de la variation de la glycémie chez l'Homme en condition d'alimentation de type vie quotidienne. De ce fait et vue l'importance que le pain occupe dans le régime alimentaire et afin de pouvoir adapter ce type d'aliment dans le contexte des maladies métaboliques telles que le diabète de type II, une étude clinique a été effectuée pour mesurer l'IG *in vivo*.

[1] Brodtkorb A, et al., INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. [2] Goni I, et al., A starch hydrolysis procedure to estimate glycaemic index. *Nutr Research* 1997. Grandfeldt, Y., 1994. Food factors affecting metabolic responses to cereal products, Lund.

Résultats *in vivo*

Méthode *in vivo* : la méthodologie utilisée s'appuie sur les recommandations 2015 du Consortium International pour la mesure des Indices Glycémiques (Norme ISO 26642:2010).

A l'issue du protocole adopté (Norme ISO 26642:2010) pour la mesure de l'IG *in vivo*, il est possible de représenter l'évolution au fil du temps du taux de glucose dans le sang comme montré dans la Figure 3 ci-dessous en réponse à la consommation du pain PV® (orange) et en utilisant le glucose comme référence (bleu).

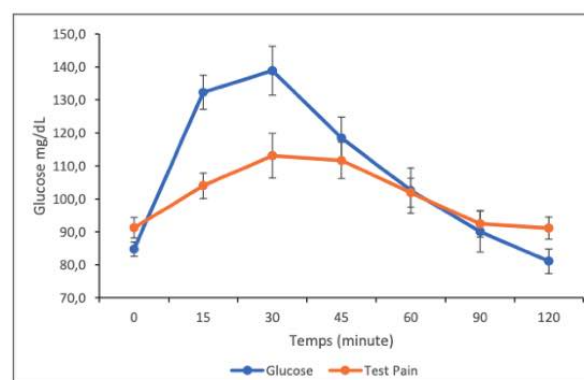


Figure 3. Courbes des données moyennes de glycémie des 11 volontaires pour l'étude de l'Indice glycémique du pain Pane Vivo® pour un protocole d'une durée de 120 minutes. Étude réalisée selon la norme ISO 26642-2010 en accord avec les recommandations 2015 du Consortium International pour la mesure des indices glycémiques.

Chaque point représente le niveau moyen de concentration de glucose sanguin observé chez 11 volontaires (Cf. Tableau 2 ci-dessous) : à jeun, après 15, 30, 45, 60, 90 et 120 min depuis l'ingestion de glucose pur d'abord, et de Pane Vivo® ensuite. La consommation de Pane Vivo® entraîne une augmentation progressive du taux de glucose sanguin (mg/dL) durant les 30 minutes qui suivent la prise alimentaire si comparé avec le glucose utilisé comme référence. Le pic de glucose peut être observé 30 minutes après la prise alimentaire pour le pain comme pour le test (glucose). Le taux de glucose sanguin redescend à la valeur initiale (80 mg/dL) après 90 minutes qui suivent la prise alimentaire et reste stable pour le pain par rapport au glucose. L'indice glycémique obtenu sur une moyenne de 11 analyses effectuée chez des sujets sains pour le pain Pane Vivo® (colonne rose), et par rapport au glucose utilisé comme référence (colonne bleue), a une valeur de 48,6 (avec un écart-type de 13,2).

L'IG obtenu suite à cette étude de 48,6 est considéré comme un IG bas car il est inférieur à 55.

Bien qu'il n'y ait pas de véritable discrimination entre pain blanc et Pane Vivo® à l'issue des analyses *in vitro*, il existe une cohérence entre les résultats obtenus *in vitro* (estimé à 47,17) et *in vivo*.

Les résultats obtenus *in vivo* peuvent s'expliquer sur la base d'une chaîne de fabrication qui englobe des critères qui visent à la production d'un aliment avec une qualité élevée de glucides alimentaires. Les matières premières choisies et le procédé de fermentation assurent un apport élevé en fibres alimentaires solubles (arabinoxylanes) et non solubles ainsi qu'en amidons résistants. Ces derniers en particulier sont considérés comme des substrats pré-biotiques et ayant un effet, entre autres, sur le contrôle de la glycémie sanguine[1].

[1] Puddu A, et al. Evidence for the gut microbiota short-chain fatty acids as key pathophysiological molecules improving diabetes. *Mediators Inflamm* 2014;2014:e162021.

Conclusion Pane Vivo est un pain à IG bas (48,6) et possède un impact réduit sur la glycémie (étude clinique *in vivo*). Ces résultats sont importants pour les consommateurs car ils donnent un indice de la qualité des glucides alimentaires. Des aliments et/ou boissons avec un IG bas permettent une absorption prolongée des glucides, réduisant la sensation de faim et participant à un meilleur contrôle de la glycémie.

L'IG du pain est une donnée indispensable pour les consommateurs, pour les personnes en bonne santé, mais également chez les personnes qui nécessitent d'un contrôle important de leur alimentation comme dans le cadre du diabète de type II.