

UNIVERSITÉ DE NANTES  
FACULTÉ DE MÉDECINE

Année 2004

N°6

THÈSE  
pour le  
DIPLOME d'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Qualification en Médecine Générale

Par

Guénaëlle SINAMAL, CLOTTEAU

Née le 15/07/1976 à Vannes

*Présentée et soutenue publiquement le 2 Avril 2004*

**INTRODUCTION DE L'INDEX GLYCÉMIQUE DANS LE  
RÉGIME DIABÉTIQUE: ÉVALUATION DE LA MISE EN  
PLACE D'UN OUTIL PÉDAGOGIQUE**

**Président: Monsieur le Professeur Krempf  
Directeur de thèse: Monsieur le Docteur Antigny**

Merci à Monsieur le Professeur M. Krempf,  
Qui m'a fait l'honneur de présider cette thèse,  
Qu'il reçoive ici toute ma considération.

Merci à Monsieur le Docteur J.F Antigny,  
Qui a été mon directeur de thèse dans ce travail,  
Qu'il reçoive ici toute ma reconnaissance.

Merci à Monsieur Le Professeur Darmaun,  
Qui m'a fait l'honneur de participer au jury de cette thèse,  
Qu'il reçoive ici toute ma reconnaissance.

Merci à Monsieur Le Professeur Trochu,  
Qui m'a fait l'honneur de participer au jury de cette thèse,  
Qu'il reçoive ici toute ma reconnaissance.

Merci à Monsieur Le Docteur Canévet,  
Qui m'a fait l'honneur de participer au jury de cette thèse,  
Qu'il reçoive ici toute ma reconnaissance.

Merci à Patricia  
diététicienne dans le service de diabétologie du Mans,  
Qu'elle reçoive ici toute ma reconnaissance

Merci à Caroline  
Pour son aide inestimable,  
qu'elle reçoive ici toute mon amitié

A mon mari Edouard  
qui m'a aidée et soutenue  
durant toute la préparation de ma thèse,  
Avec tout mon amour

# PLAN

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I/ <u>INTRODUCTION</u></b>  | <b>8</b>  |
| 1.1 <u>Historique sur le régime du diabète de type 2</u>   | 8         |
| 1.2 <u>Une classification biochimique des glucides progressivement abandonnée au profit d'une classification métabolique</u> | 10        |
| 1.3 <u>L'intérêt suscité par l'Index Glycémique dans le régime diabétique à l'échelon mondial</u>                            | 11        |
| <b>II/ <u>L'INDEX GLYCEMIQUE</u></b>   | <b>14</b> |
| 2.1 <u>Méthode de calcul</u>   | 14        |
| 2.2 <u>IG et repas mixte</u>   | 16        |
| 2.2.1 Méthode de calcul  | 16        |
| 2.2.2 Exemple de calcul d'IG d'un repas mixte  | 17        |
| 2.3 <u>Les facteurs de variations de l'IG</u>  | 19        |
| 2.3.1 La quantité de glucides  | 19        |
| 2.3.2 La nature des glucides   | 19        |
| 2.3.2.1 la présence de sucres simples  | 19        |
| 2.3.2.2 la teneur en amylose   | 19        |
| 2.3.2.3 les amidons résistants   | 20        |
| 2.3.3 Le rôle des protéines, des lipides, des fibres alimentaires  | 21        |
| 2.3.3.1 les protéines  | 21        |
| 2.3.3.2 les lipides  | 21        |
| 2.3.3.3 les fibres   | 22        |
| 2.3.4 Les micro-nutriments   | 23        |
| 2.3.5 Les anti-nutriments  | 23        |
| 2.3.6 La préparation alimentaire   | 23        |
| 2.3.6.1 la technique de cuisson  | 23        |
| 2.3.6.2 le degré de broyage des amidons  | 25        |
| 2.3.6.3 la nature du bol alimentaire   | 25        |

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| 2.3.7       | Le mode de consommation   | 26        |
| 2.3.8       | Les interactions avec les autres composants du repas                    | 26        |
| 2.3.8.1     | la consommation de vin  | 26        |
| 2.3.8.2     | l'adjonction de sel   | 26        |
| 2.3.9       | L'origine botanique   | 27        |
| 2.3.10      | La fréquence des repas journaliers et la nature du repas pris la veille | 27        |
| 2.3.11      | La vidange gastrique  | 27        |
| 2.4         | <u>Les facteurs d'erreur sur l'évaluation de l'IG</u>                   | 28        |
| 2.4.1       | Dans la méthode de calcul de l'IG                                       | 28        |
| 2.4.1       | Dans l'estimation de la teneur glucidique d'un aliment                  | 29        |
| 2.4.3       | La non prise en compte des facteurs de variabilité individuelle         | 29        |
| 2.5         | <u>Les limites</u>  | 30        |
| 2.6         | <u>Intérêts d'un régime à faible IG</u>                                 | 32        |
| 2.6.1       | Résultats de travaux  | 32        |
| 2.6.2       | Autres intérêts   | 35        |
| 2.6.2.1     | en diabétologie   | 35        |
| 2.6.2.2     | en pathologie cardio-vasculaire   | 37        |
| 2.6.2.3     | chez l'obèse  | 37        |
| 2.6.2.4     | chez le sportif   | 38        |
| 2.6.2.5     | pour tout individu  | 38        |
| <b>III/</b> | <b><u>L'ETUDE</u></b>   | <b>39</b> |
| 3.1         | <u>Introduction</u>   | 39        |
| 3.2         | <u>Méthodologie</u>   | 41        |
| 3.3         | <u>Les résultats</u>  | 42        |
| 3.3.1       | Type de population interrogée   | 42        |

|                 |  |           |
|-----------------|--|-----------|
| 3.3.2           | Le pain aux céréales                                   | 45        |
| 3.3.3           | La baguette  | 48        |
| 3.3.4           | Les légumineuses                                       | 51        |
| 3.3.5           | La purée de pomme de terre                             | 54        |
| 3.3.6           | Les corn flakes  | 57        |
| 3.3.7           | Le soda  | 60        |
| 3.3.8           | Le sucre   | 63        |
| 3.3.9           | Intérêt suscité par cet enseignement chez les patients | 66        |
| 3.3.9.1         | Est-ce que l'IG est une notion nouvelle?               | 66        |
| 3.3.9.2         | Est-ce une notion qui vous paraît simple?              | 68        |
| 3.3.9.3         | Allez-vous vous en servir?                             | 70        |
| <b>IV/</b>      | <b><u>DISCUSSION</u></b>                               | <b>73</b> |
| <b>V/</b>       | <b><u>CONCLUSION</u></b>                               | <b>78</b> |
| <b>VI/</b>      | <b><u>BIBLIOGRAPHIE</u></b>                            | <b>79</b> |
| <b>ANNEXE 1</b> |  | <b>85</b> |
| <b>ANNEXE 2</b> |  | <b>86</b> |
| <b>ANNEXE 3</b> |  | <b>88</b> |
| <b>ANNEXE 4</b> |  | <b>90</b> |

# I/ INTRODUCTION

## 1.1 Historique sur le régime du diabète de type 2

De tout temps, la diététique a été considérée comme une arme essentielle dans le traitement du diabète sucré. Aussi, les médecins ont basé leurs conseils à partir des connaissances physiopathologiques et thérapeutiques qu'ils avaient à leur disposition. Jusqu'au XIX<sup>ème</sup> siècle, le conseil diététique était le reflet de la méconnaissance profonde des mécanismes physiopathologiques de la maladie. La diététique ne pouvait être qu'irrationnelle ("régime à base d'un usage modéré de viandes faisandées et de graisses aussi rancies que l'estomac peut supporter", pour d'autres "un régime à base de sucre de canne"...).

La première tentative fut décrite par Jean Rollo (1798) qui prescrit un régime hypoglycémique et hypocalorique à un diabétique avec un excellent résultat. Sans négliger les acquis du passé, avant tout sémiologiques, on peut dire que l'ère moderne de la diabétologie, basée sur l'expérimentation et la physiologie date du XIX<sup>ème</sup> siècle et est née en France avec deux contemporains Claude Bernard (1813-1878) et Apollinaire Bouchardat (1809-1886). Ce dernier, du fait de ses origines bourgeoises, est confronté à un milieu où le bien vivre est associé au savoir-vivre et donc "au bien-beaucoup manger". Il va devenir en quelque sorte le pape du diabète gras et met au point une véritable cure hygiénique et diététique du diabète. Ses travaux vont durer 45 ans de 1830 à 1875; date à laquelle il publie un ouvrage essentiel: "de la glycosurie ou diabète sucré; son traitement hygiénique", dans lequel il prescrit une alimentation exclusivement azotée avec suppression absolue des féculents et des sucres qu'on remplace par des graisses et des alcools pour suppléer aux hydrocarbures exclus. L'efficacité de la cure de Bouchardat est confirmée par les Prussiens pendant le siège de Paris en 1870. Très involontairement, les restrictions dont sont victimes les Parisiens se traduisent par une amélioration de l'état de santé des diabétiques.

Jusqu'en 1920, cette pratique est étendue par Naunyn en Allemagne, puis par Allen aux Etats-Unis qui prescrit aux diabétiques des régimes de restriction glucidique draconiens ne dépassant pas 800 calories par jour, quitte à enfermer à clé dans leur chambre ceux qui ne peuvent suivre les prescriptions.

Plus récemment, on constate une vision plus globale de ce que doivent être les objectifs d'une prescription diététique, non seulement préoccupée par la glycémie mais également par la prévention de l'athérome, et par la dimension culturelle, sociale, hédonique de l'alimentation chez le diabétique; ce qui change surtout, c'est l'abandon du régime administré comme une suite d'interdits, faisant du diabétique un sujet à part, au profit d'une autre conception où le diabétique devient le modèle que devrait suivre un non-diabétique conscient de sa santé, c'est à dire tendre vers un "libéralisme dans la rigueur".

La diététique est un préalable obligatoire au traitement du diabète, et est l'élément central quel que soit le type de diabète. L'objectif est d'assurer un apport nutritionnel équilibré et adapté (au poids, à l'âge, à l'activité physique):

- en évitant ou en minimisant les fluctuations glycémiques extrêmes
- en contrôlant la répartition des apports glucidiques au cours de la journée
- en participant au contrôle des facteurs de risques vasculaires
- en aidant à réduire l'évolution de certaines complications micro vasculaires

## 1.2 Une classification biochimique des glucides progressivement abandonnée au profit d'une classification métabolique

### 1/ monosaccharides

- glucose
- fructose
- galactose

### 2/ disaccharides

- saccharose (dimère de glucose-fructose)
- lactose ( dimère de glucose-galactose)

### 3/ oligosaccharides

- alpha-galactosides (raffinose, stachyose)
- fructans (fructooligosaccharidses)

### 4/ polysaccharides

#### 4.1 l'amidon

- amylose
- amylopectine

#### 4.2 autres polysaccharides

- cellulose
- hemicellulose
- pectines
- beta-glucans
- fructans
- gums
- mucilages

1/ Tableau 1: récapitulatif des principaux glucides<sup>39</sup>

Durant des décennies, lors des prescriptions diététiques, on avait coutume de classer en "lents" et "rapides" les aliments glucidiques.

Cette classification ne reposait en fait que sur l'analyse chimique du nutriment. Un sucre rapide était un élément contenant des glucides chimiquement simples (glucose, saccharose...) que le tube digestif absorbait rapidement, et qui étaient donc susceptibles de passer rapidement dans le sang, ils devaient être obligatoirement des sucres "rapides". Un sucre lent au contraire, était un aliment apportant lui aussi des glucides, mais sous une forme chimiquement complexe qui était supposée ralentir son assimilation. Par exemple, les aliments glucidiques contenant des amidons, en raison de la complexité chimique de ces glucides, devaient être "lents". En effet, pour fournir le glucose à l'organisme, ces amidons subissent d'importantes transformations dans le tube digestif.

Cette classification purement chimique a servi de base aux prescriptions diététiques durant des dizaines d'années. Cette prescription ne reposait que sur des considérations théoriques. Le mérite des études récentes sur l'index glycémique a été de vérifier si, réellement, les sucres complexes étaient lents et les sucres simples étaient rapides. Il s'est avéré que, si dans l'ensemble la théorie s'adaptait à la pratique, il y avait d'importantes exceptions.

Il faut savoir que tous les glucides font augmenter la glycémie (à quelques nuances près) à la même vitesse et dans les mêmes délais, mais que chaque glucide a un pouvoir glycémiant (capacité d'augmenter la glycémie) qui lui est propre. Ainsi le glucose, l'amidon du pain ou les pommes de terre sont très hyperglycémiant; le saccharose (le fameux morceau de sucre), l'amidon de riz, les pâtes le sont moins et le fructose (retrouvé dans le miel et les fruits) ou les légumineuses le sont encore moins ! Donc tous les glucides ne font pas varier la glycémie de la même façon. La classification biochimique (sucre lent/sucre complexe et sucre rapide/sucre simple) devrait et doit être abandonnée au profit des index glycémiques (IG).

Les premiers travaux sur les IG apparaissent dans les années 1970 avec Crapo et Spaethe<sup>12</sup> et sont affinés par Jenkins<sup>24</sup>, qui propose en 1981 une première liste des IG de 62 aliments. Plus récemment, J.B Miller<sup>17</sup> a publié en 1995 une table internationale des IG où sont analysés 600 aliments.

### 1.3 L'intérêt suscité par l'IG dans le régime diabétique à l'échelon mondial

En Chine<sup>40</sup>, le concept d'IG est utilisé dans l'éducation nutritionnelle destinée aux patients diabétiques de type 2. L'IG de nombreux aliments chinois a été mesuré en référence au glucose au cours des dernières années. Quatre-vingt treize patients ambulatoires souffrant de diabète de type 2 ont participé à une étude concernant l'éducation nutritionnelle. Un groupe de ces patients a reçu une information concernant l'IG en plus des conseils habituels. Un autre groupe a reçu une information sur les équivalences glucidiques. Un troisième groupe a servi de témoin et n'a bénéficié d'aucun conseil diététique. Le programme d'éducation a duré 12 semaines et a compris des conférences, des entretiens, et le suivi du patient. Après 21 semaines, on a noté une amélioration des paramètres biochimiques chez les patients ayant reçu des conseils concernant l'IG: baisse de la glycémie à jeun (de 15,1 %), de la glycémie post-prandiale (16,2 %), de l'hémoglobine

glyquée (12,6 %), des triglycérides (5,85 %) et de l'IG global dont la valeur passa de 53 à 45,6. Ces changements étaient généralement meilleurs que ceux du groupe dont l'alimentation était choisie à partir d'équivalences alimentaires. Aucun changement significatif de la glycémie ne fut observé dans le groupe témoin après 21 semaines. L'alimentation à faible IG permit une diminution de 50 % des médicaments hypoglycémifiants; l'alimentation choisie à partir d'équivalences glucidiques autorisa une baisse de 36 % de ces médicaments, alors que la baisse dans le groupe témoin ne dépassa pas les 14,3 %. Au bout de 21 semaines de traitement, 92 % des patients avaient acquis une bonne compétence du maniement de l'IG et estimaient plus facile de choisir les aliments en fonction de l'IG plutôt qu'en fonction des équivalences glucidiques.

En Australie, les nutritionnistes<sup>23</sup> essaient déjà depuis une dizaine d'années de transcrire le concept d'IG dans les choix alimentaires de tous les jours. Une étude<sup>40</sup> réalisée chez 104 enfants de 10±2 ans diabétiques de type 1 a confirmé l'hypothèse qu'une alimentation choisie en fonction de l'IG serait plus efficace que les listes d'équivalences d'aliments glucidiques pour améliorer le contrôle glycémique et la qualité de vie. L'étude prospective, randomisée, a comparé en parallèle les effets des deux approches sur plusieurs paramètres concernant le métabolisme (HbA1C, incidence des épisodes d'hypo ou hyperglycémie, doses d'insuline), le comportement et la qualité de vie. Les consignes données aux patients dont l'alimentation était sélectionnée en fonction de l'IG soulignaient l'existence d'aliments à faible IG parmi les produits riches en glucides (pains, céréales, pâtes, riz, fruits). Les enfants étaient encouragés à prendre régulièrement des repas et des collations contenant des aliments glucidiques en quantités suffisantes pour satisfaire leur appétit. Une portion était définie par la quantité d'aliment glucidique qui tient dans la main de l'enfant. Les recommandations proposaient des choix inspirés du principe de la pyramide alimentaire, en mettant l'accent sur les aliments à IG faible. L'objectif était l'inclusion d'au moins un aliment à faible IG par repas et par jour. L'utilisation d'aliments de régime était fortement déconseillée (à l'exception des boissons light), au profit d'un usage modéré de produits contenant du saccharose. Une brochure d'information fut fournie aux patients, incluant une liste d'aliments à faible IG. De plus, une portion supplémentaire d'aliment glucidique fut accordée pour chaque heure d'exercice physique intense.

Après 12 mois d'alimentation à faible IG, une amélioration significative des niveaux d'HbA1C a été mise en évidence chez les enfants, comparativement aux résultats des enfants qui choisissaient leurs aliments à partir d'une liste d'équivalences glucidiques (8,05 % versus 8,61 %). L'hyperglycémie excessive était moins fréquente (35 % versus 66 %). Aucune différence n'apparut dans les doses d'insuline ou les épisodes d'hypoglycémie. En d'autres termes, l'alimentation à faible IG a induit une baisse de l'HbA1C sans augmenter le risque d'hypoglycémie. La qualité de l'alimentation était la même dans les deux groupes d'enfants, et aucune restriction des choix alimentaires n'apparut dans l'alimentation à faible IG. Les parents aussi bien que les enfants ont déclaré une meilleure qualité de vie lorsque l'alimentation était sélectionnée par l'IG plutôt qu'en fonction des équivalences. Les enfants n'avaient aucune difficulté à composer leur repas en fonction de l'IG. L'adhésion au régime était meilleure après 12 mois que dans l'autre groupe. Selon plus de la moitié des parents, l'alimentation à faible IG n'a jamais été une

source de tension ou de conflit dans la famille, et n'a jamais limité les activités pratiquées en famille. Quelques-uns des enfants (n= 53) ont fait l'expérience des 2 types de stratégie alimentaire; ils ont exprimé une préférence générale pour l'alimentation fondée sur l'IG, plutôt que sur les listes d'équivalences. Les parents de ces enfants pensaient que l'alimentation fondée sur l'IG permettait un meilleur contrôle glycémique. L'alimentation à faible IG était le régime préféré et la plupart des parents et des enfants ont choisi de le poursuivre à la fin de l'étude.

Aux Etats-Unis, il y a quelques restrictions à utiliser les régimes à faible IG, notamment de la part de l'ADA (Association Américaine de Diabétologie) qui préfère donner la priorité à la quantité de glucides consommée plus qu'à son origine.

En France, le concept d'index glycémique, connu depuis déjà 20 ans, est peu utilisé (pas de recommandation précise sur l'IG dans les recommandations de l'A.L.F.E.D.I.A.M, l'A.N.A.E.S<sup>1</sup> et l'A.D.L.F, Annexe 1). Plusieurs critiques ont été émises à son usage: le concept d'IG est trop complexe et il ajoute une dimension de plus au problème de la sélection alimentaire de sorte que les patients pourraient négliger d'autres aspects importants des recommandations nutritionnelles. La sélection d'aliments fondée sur l'IG pourrait entraîner une diminution de la variété du régime. Enfin, les sources d'information manquent à propos de l'IG de plusieurs aliments courants, en particulier les aliments nouveaux qui arrivent sur le marché.

## **II/ L'INDEX GLYCEMIQUE**

### **2.1 Méthode de calcul**<sup>60</sup>

L'index glycémique d'un aliment glucidique est mesuré sur un groupe d'une dizaine de personnes au minimum (au profil de santé différent: saine, en surpoids, diabétique de type 2, diabétique de type 1).

Le même patient, ingère sur deux matinées différentes, après une nuit de jeûn, soit le glucide de référence, soit une quantité d'aliment test contenant 50g de glucides. La glycémie est mesurée au temps 0, 15, 30, 45, 60, 90 et 120 min pour les sujets sains et à 0, 30, 60, 90 et 120 min chez les diabétiques. Les anti-diabétiques oraux ou l'insuline si elle doit être prise se prennent 5 à 10 minutes avant le début du repas. L'aire positive de la courbe de la glycémie est calculée de manière géométrique selon la règle de Simpson, avec pour ligne de base le taux de glycémie à jeun. Si la glycémie descend au-dessous du niveau basal, alors les zones négatives de la courbe n'entrent pas dans le calcul de la valeur final. L'index est exprimé par un pourcentage par rapport à la réponse individuelle à 50g de glucides de l'aliment de référence. Le plus fréquemment, l'aliment de référence est 50g de glucose, parfois remplacé par le pain blanc<sup>57</sup> (soit 100g), car pour certains l'effet osmotique du glucose en solution liquide pourrait ralentir la vidange gastrique. L'IG publié est la moyenne des IG du groupe de sujets. Pour convertir les résultats exprimés en référence au pain blanc, dans une classification où le référentiel est le glucose, on multiplie l'IG par 0,7 (ex : L'IG du pain = 70 si le glucose est le référentiel) et inversement on multiplie l'IG par 1,42 si le référentiel est le pain (L'IG du glucose sera de 138)

Figure 1. Mesure de l'augmentation de l'aire sous la courbe de la glycémie<sup>15</sup>

Comme les capacités glucorégulatrices varient même chez les sujets en bonne santé et sont très compromises chez les patients diabétiques, pour diminuer l'effet variabilité intra-sujet, la FAO <sup>40</sup> (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) recommande de répéter trois fois le test pour chaque aliment chez le même sujet.

La variabilité inter-individuelle est plus importante. Le riz blanc, testé <sup>51</sup> sur 6 personnes peut avoir un IG allant de 15 à 80 et l'IG des lentilles, testé <sup>53</sup> chez 6 sujets, varie entre 21 et 70. Il est donc important de tester un aliment sur au moins 10 sujets pour avoir une valeur glycémique interprétable. Bien que les réponses glycémiques puissent être différentes entre groupes de sujets sains ou malades, il est établi que les valeurs d'IG pour les mêmes aliments sont très fortement corrélées entre-elles quelles que soient les capacités glucorégulatrices des sujets.

A noter que la variabilité inter et intra- individuelle chez les diabétiques insulino-dépendants est plus élevée <sup>27</sup>.

La difficulté chez les diabétiques de type 1 est d'avoir un équilibre glycémique normal, avant l'ingestion des aliments tests, ce qui peut être obtenu par l'utilisation d'un pancréas artificiel.

L'un des aspects rassurants dans la table internationale <sup>17</sup> des IG publiés par Brand Miller, (Université de Sidney, où 600 aliments séparés sont répertoriés) est la cohérence des valeurs des différentes études pour un même aliment. Par exemple la pomme a un IG allant de 32 à 40 selon l'étude. Mais il n'y a pas d'IG précis et une marge de 10 à 15 unités est incluse dans l'erreur de la mesure de l'IG. Il y a aussi parfois de grandes variations sans qu'il y ait de causes évidentes ou maîtrisables.

- Exemple 1: le porridge varie entre 42 et 75 dans 8 études indépendantes

- Exemple 2: le riz selon son taux d'amylose a un IG qui varie de 88 (riz avec un taux bas d'amylose) à 59 (riz riche en amylose)

Pour compléter la notion d'IG, on peut également parler de la charge glycémique d'un aliment (CG). Ce paramètre incorpore à la fois la quantité et la qualité des glucides alimentaires, c'est à dire la quantité de glucides contenus dans un aliment multipliée par son IG. Selon cette définition, plusieurs fruits et légumes ont des CG basses, malgré un IG élevé ;c'est le cas de la carotte (IG =131, la quantité de glucides pour 100g = 7g).

## 2.2 IG et repas mixte

Des études menées notamment par Coulston<sup>14</sup> réfutent l'idée que l'IG d'un repas mixte peut être prédite. A l'inverse d'autres études<sup>13, 56, 58</sup> montrent que cela est possible, malgré l'adjonction de protéines et de matières grasses au repas glucidique.

-Premièrement, la quantité protéique et lipidique consommée au cours d'un repas est le plus souvent en dessous des quantités théoriques requises pour avoir un effet sur l'IG; deuxièmement, que si les protéines et les lipides ont un effet sur l'IG d'un repas, celui-ci reste minime par rapport à celui des glucides et que donc calculer l'IG d'un repas mixte qu'en ne tenant compte des aliments glucidiques contenus dans le repas donne un chiffre proche de l'IG mesuré de ce même repas mixte!

Ces résultats sont autant valables pour un sujet sain, que pour un sujet diabétique (type 1 et 2).

Il renforce l'idée que l'IG peut être un outil de plus pour composer des repas avec un bon contrôle glycémique dans le régime diabétique.

### 2.2.1 Méthode de calcul<sup>58</sup>

| aliment glucidique | IG  | G (quantité en grammes) | proportion | contribution à l'IG du repas |
|--------------------|-----|-------------------------|------------|------------------------------|
| A                  | IGa | Ga                      | Pa         | MIGa                         |
| B                  | IGb | Gb                      | Pb         | MIGb                         |
| C                  | IGc | Gc                      | Pc         | MIGc                         |
| total              |     | G                       | 1.0        | MIG                          |

-la quantité totale en g (grammes) de glucides du repas est égale à la somme des 3 composés glucidiques:

$$G = Ga + Gb + Gc$$

-la proportion de carbohydrates pour chaque aliment est calculée:

$$Pa = (Ga/G)$$

-cette valeur est multipliée par l'IG de l'aliment, pour avoir une contribution de l'aliment sur l'IG du repas:

$$MIGa = Pa \times IGa$$

-chaque IG calculé est additionné pour avoir l'IG du repas

$$MIG = MIGa + MIGb + MIGc$$

## 2.2.2 Exemple de calcul d'IG de repas mixte <sup>11</sup>

|                         | chinois | indien | grec | italien | western | libanais |
|-------------------------|---------|--------|------|---------|---------|----------|
| quantité (g)            | 245     | 360    | 489  | 360     | 361     | 166      |
| énergie (kcal)          | 407     | 401    | 391  | 400     | 409     | 409      |
| protéines (g)           | 17      | 17     | 17   | 17      | 17      | 14       |
| matières grasses (g)    | 16      | 16     | 15   | 17      | 15      | 16       |
| glucides (g)            | 51      | 51     | 50   | 48      | 53      | 50       |
| glucides principaux (g) |         |        |      |         |         |          |
| riz                     | 44      | 36     |      |         |         |          |
| lentilles               |         | 13     | 24   |         |         |          |
| pain spaghetti          |         |        | 16   |         |         |          |
| pommes de terre         |         |        |      | 39      |         |          |
| pain libanais           |         |        |      |         | 45      |          |
| petits pois             |         |        |      |         |         | 40       |
|                         |         |        |      |         |         | 4        |

| repas              | pourcentage des apports totaux de glucides | index glycémique calculé | index glycémique mesuré |
|--------------------|--|--------------------------|-------------------------|
| grec: lentilles    | 48%  | 38                       | 35-45                   |
| pain               | 32%  |                          |                         |
| italien: spaghetti | 81%  | 40                       | 43-61                   |
| indien: lentilles  | 26%  | 60                       | 50-70                   |
| riz                | 71%  |                          |                         |
| chinois: riz       | 86%  | 65                       | 56-80                   |
| western: patates   | 85%  | 69                       | 54-78                   |
| libanais: pain     | 80%  | 69                       | 74-98                   |
| petits pois        | 8%   |                          |                         |

Tableau 2

La méthode de calcul présentée ci-dessus ne trouve son intérêt que pour les professionnels de santé. Je ne pense pas qu'il faille l'enseigner aux patients diabétiques. L'idée à leur transmettre est qu'il est possible de consommer un aliment à IG élevé (exemple: des pommes de terre) à condition d'abaisser l'IG du repas en y associant un aliment glucidique à plus faible IG (exemple: des légumes).

## 2.3 Les facteurs de variation de l'IG

### 2.3.1 La quantité de glucides

Bien évidemment la quantité de glucides ingérée influe sur l'IG.

### 2.3.2 La nature des glucides

#### 2.3.2.1 la présence de sucres simples

|                    | index glycémique |
|--------------------|------------------|
| fructose           | 23               |
| lactose            | 46 ± 3*          |
| saccharose/sucrose | 65 ± 4           |
| miel               | 73 ± 15          |
| glucose            | 97 ± 3           |
| maltose            | 105 ± 12         |

\*L'index glycémique du lactose est 85 dans l'article de Thorburn<sup>51</sup>.

#### Tableau 3

Le glucose et le galactose sont les monosaccharides les plus rapidement absorbés. Cela est dû à l'action d'un transport actif au niveau de l'entérocyte leur permettant une excellente disponibilité et par conséquent un IG élevé. Le lactose est un disaccharide. Son IG est plus lent que celui des monosaccharides qui les composent (glucose-galactose) en raison de la nécessaire action enzymatique d'une lactase qui le dissocie en ses deux dimères pour le rendre disponible. Ce sucre est d'absorption lente. Le saccharose, pour être absorbable par la bordure en brosse de l'entérocyte, doit être hydrolysé par une sucrase-isomaltase. Son IG est donc ralenti.

Le fructose est la forme sucrée qui se retrouve le moins vite au niveau plasmatique. La cause en est une absorption intestinale passive qui ralentit notablement son IG. Les sucres simples<sup>25</sup> ont tendance à diminuer l'IG, par exemple les céréales All-Bran (36 % de sucres) ont un IG inférieur de 40 % à celui des corn flakes (9 % de sucres).

#### 2.3.2.2 la teneur en amylose

Il existe une relation inverse entre la teneur en amylose et les réponses glycémiques. En effet, l'amylose joue un rôle dans les propriétés rhéologiques de l'amidon au cours des différentes étapes de sa transformation hydrothermique. L'amylose par rapport à l'amylopectine est plus résistant du fait de sa structure linéaire.

Pour obtenir une réduction significative des glycémies et de l'insulinémie post-prandiales, le contenu en amylose de l'amidon utilisé dans des repas doit être supérieur à 50 %.

De plus un régime à haute teneur en amylose fait baisser le cholestérol de 6 % et les triglycérides de 19 %

|              | teneur en amylose |
|--------------|-------------------|
| céréales     | 15-30%            |
| tubercules   | 17-22%            |
| légumineuses | 30-66%            |

Tableau 4: tableau issu des apports nutritionnels conseillés pour la population française AFSSA, glucides <sup>4</sup>

### 2.3.2.3 les amidons résistants

On définit l'amidon résistant comme l'amidon non digéré qui fermente dans le colon. Ainsi les régimes avec un taux d'amidon résistant élevé diminuent les réponses glycémiques. La malabsorption d'une partie des glucides des aliments, peut expliquer une partie de la baisse de la glycémie, ainsi les lentilles qui contiennent 13 % d'amidon résistant, contre 6 % pour le pain complet explique en partie la différence d'IG (44 pour les lentilles contre 102 pour le pain)

A noter que:

- Premièrement, comme le montre le tableau 5, la relation ne se retrouve pas pour tous les aliments:

| aliment        | index glycémique | taux d'amidon résistant |
|----------------|------------------|-------------------------|
| pomme de terre | <b>70-97</b>     | <b>très élevé</b>       |
| corn flakes    | 80               | 3 %                     |
| pain           | 70               | 2 %                     |
| banane         | 62               | high                    |
| pâtes          | 40-50            | 6 %                     |
| fruits         | 23-70            | 0 %                     |
| légumes        | <b>25-45</b>     | <b>très élevé</b>       |
| orge           | 22               | moyennement élevé       |

Tableau 5: Taux d'amidon résistant des principaux aliments glucidiques <sup>53</sup>

- Deuxièmement, en théorie la présence d'amidon résistant en soi ne devrait pas affecter l'IG de l'aliment car la méthodologie spécifie 50g de glucides disponibles (excluant donc tout amidon résistant), or il n'y a pas de formule pour calculer la charge glucidique d'un aliment en excluant sa teneur en amidon résistant.

### 2.3.3 Le rôle des protéines, des lipides, des fibres alimentaires

#### 2.3.3.1 les protéines

Elles atténuent la réponse glycémique post-prandiale. Cet effet est en partie lié à la stimulation par les protéines de l'insulinosécrétion. Mais cet effet n'apparaît qu'après une ingestion d'au moins 30 à 50g de protéines en même temps que les glucides !

Les protéines diminuent aussi la réponse glycémique car elles forment un réseau qui protège les molécules glucidiques de l'action des enzymes glycolytiques.

Ainsi, les pâtes simples (IG = 45) ont un pouvoir glycémiant supérieur aux pâtes aux œufs (IG = 32±4).

Mais l'effet des protéines sur l'IG est variable, d'autant plus que le type de protéine joue un rôle; ainsi le blanc d'œuf augmente moins rapidement le taux d'insuline que le cottage<sup>62</sup> (fromage anglais), car il est moins rapidement digéré.

#### 2.3.3.2 les lipides

Ils réduisent l'effet hyperglycémiant des glucides par un ralentissement de la vidange gastrique et /ou en réduisant la gélatinisation de l'amidon. Mais il faudrait des apports importants pour en voir les effets sur l'IG (l'apport lipidique devrait être de 45-65 % des apports énergétiques totaux du repas, ce qui se voit rarement sur un repas, en pratique courante). Par contre certains aliments naturellement riches en lipides comme la glace ont un IG moyen (60), mais leur apport en acides gras saturés (AGS), doit en faire limiter leur apport surtout chez les diabétiques.

### 2.3.3.3 Les fibres

Les fibres, qui sont par définition des constituants d'origine végétale non digestibles regroupent:

-les glucides pariétaux (la cellulose, insoluble; l'hémicellulose, +/- soluble; la pectine, très soluble; la lignine, composé complexe non glucidique et insoluble retrouvé dans le son des céréales et les légumes secs)

-les extraits végétaux utilisés comme additif alimentaire (gommes extraites d'arbre comme la gomme arabique issue de l'acacia; extrait de graines comme le guar issu du haricot; mucilages issus de certaines algues comme l'agar, les alginates, les carraghénanes)

-l'amidon résistant (celui ingéré cru comme la banane; une partie des graines des légumineuses, riche en glucides pariétaux; l'amidon ayant subi un phénomène de rétrogradation)

-l'inuline (polymère de fructose présent dans les artichauts, les pissenlits) et l'acide phytique, non assimilables.

Elles améliorent la tolérance glucidique et diminuent le cholestérol total, en interférant avec l'activité des lipases intestinales et en piégeant des molécules de cholestérols et de sels biliaires. Cet effet résulte d'une augmentation du volume et de la viscosité du bol alimentaire et du ralentissement de l'absorption intestinale. Mais toutes les fibres n'ont pas le même effet. Ce sont surtout les fibres visqueuses comme les pectines contenues dans les fruits et les légumes, le guar contenu dans certaines légumineuses, qui abaissent l'IG. Par leur viscosité elles pénalisent le contact chyme/muqueuse. A l'inverse les fibres du pain, du riz et des pâtes n'ont pas un effet similaire.

Exemple: l'IG du pain blanc (2g de fibres/100g) est identique à celui du pain complet (7,3g de fibres/100g) malgré la plus haute teneur en fibre de ce dernier.

A noter que tous les légumes n'ont pas une richesse égale en fibres: les tomates, les laitues, sont des légumes verts, mais leurs teneurs en fibres n'est pas suffisante pour avoir un quelconque effet sur l'IG.

#### 2.3.4 Les micro-nutriments

Plusieurs vitamines ont un rôle non négligeable dans le métabolisme des hydrates de carbone, comme la vitamine B6 et son rôle dans la synthèse de glucose; ainsi la prise de 100 mg de vit B6/ jour semble corriger l'intolérance au glucose dans le diabète gestationnel.

#### 2.3.5 Les anti-nutriments

Les phytates, enveloppe des céréales, les lectines, les saponines et les tanins, contenu dans le thé, ralentissent la digestion des glucides assimilables en se complexant avec les protéines contenues dans le féculent ou en se complexant avec les ions métalliques nécessaires à l'activité enzymatique durant la digestion.

A noter que les légumes (notamment les haricots) contiennent aussi des inhibiteurs de l'amylase, mais ils sont inactivés pendant la cuisson.

#### 2.3.6 La préparation alimentaire

Toute modification de la structure du granule d'amidon agit sur sa digestibilité donc sur son effet hyperglycémiant.

##### 2.3.6.1 la méthode de cuisson

Les altérations hydrothermiques de l'amidon peuvent modifier les réponses métaboliques et la susceptibilité aux amylases par rapport à des amidons crus. En effet, pour beaucoup d'amidons natifs, la structure et les propriétés de l'enveloppe externe du grain sont une barrière physique à l'action des amylases.

Lors d'un chauffage voisin de 80°C en milieu aqueux, le grain d'amidon s'hydrate et gonfle. Une partie de l'amylose, puis de l'amylopectine passe en solution (empesage et gélatinisation de l'amidon). La solution devient visqueuse, l'amidon est alors plus facilement hydrolysable par les alpha-amylases. Lorsque la température de la solution aqueuse diminue, le système se gélifie puis se réorganise en une structure semi-cristalline formée d'amylose, d'amylopectine et de cristaux amylose-amylopectine (phénomène de rétrogradation). Ces modifications de structure des amidons s'accompagnent de susceptibilités différentes aux amylases. Cette susceptibilité augmente lors de la gélatinisation et diminue au cours de la rétrogradation.

La cuisson en milieu humide a un effet favorable sur la digestibilité de l'amidon in vitro et donc sur la réponse glycémique.

|            | amidons gélatinisés   | gels d'amidon (amidons rétrogradés à gonflement limité)                                | gels d'amidon (amidons rétrogradés)   | amidons complexes  |
|------------|---|--|---|--|
| aliments   | purée de pomme de terre, mie de pain, biscuits apéritifs, petits déjeuners aux céréales solubles, corn flakes, farines instantanées | pâtes alimentaires, riz, légumineuses  | vermicelles chinois   | pain farine extrudée corn flakes                           |
| cuisson    | T°100-180°<br>eau: teneur élevée<br>cuisson-extrusion, cylindres chauffants   | T°100<br>eau: teneur élevée  | T°100°<br>eau: teneur élevée  | T°80-100°<br>eau: teneur moyenne                           |
| caractères | grains détruits<br>solubilité+++<br>formation de dextrines  | grains persistants (amylose + amylopectine)<br>amidon gélifié peu soluble ou insoluble | amidon riche en amylose<br>réseau thermorésistant<br>solubilité limitée<br>amidon insoluble | amidon gélatinisé<br>grains cristallins et thermosensibles |
| digestion  | digestibilité par l'alpha-amylase rapide et totale  | lente et presque totale  | lente et partielle  | lente et partielle   |

Tableau 6: différents type d'amidon <sup>43</sup>

Exemple 1:. Dans la fabrication des biscuits, la pâte contient très peu d'eau, ce qui limite la gélatinisation de l'amidon malgré une température de cuisson élevée (IG du petit-beurre = 51). Dans les crackers (IG = 64), une certaine gélatinisation se produit à cause de l'humidité modérée de la pâte avant cuisson.

Exemple 2: les pâtes cuites 5 minutes "al dente" sont d'excellents sucres lents mais trop cuites, elles deviennent aussi hyperglycémiantes que du pain.

A noter que les aliments cuits industriellement ont souvent un IG plus élevé que les mêmes aliments cuits à domicile, probablement en lien avec des températures de cuisson et de pression plus élevée en industrie, source de modification des particules amylacées.

### 2.3.6.2 le degré de broyage de l'amidon

Le traitement mécanique dans la préparation d'un aliment altère la surface du grain d'amidon et le rend plus sensible à l'attaque des amylases. Plus le broyage est important, plus l'aliment final est hyperglycémiant.

Exemple 1: l'IG final du porridge est influencé par la force avec laquelle l'avoine est comprimée entre les rouleaux et le degré de pré cuisson.

Exemple 2: le pain a un IG plus élevé que les pâtes, à cause de cette différence de taille des particules.

### 2.3.6.3 la nature du bol alimentaire

La vidange gastrique est ralentie si le bol alimentaire est solide comparativement à un apport liquide.

Exemple : La farine de riz cuite ingérée sous forme de bouillie fluide est plus hyperglycémiant que le riz en grains cuit.

### 2.3.7 Le mode de consommation

L'ingestion des aliments au cours d'un repas mixte induit un IG moindre que la consommation des aliments isolément. Cependant la hiérarchie relative des IG demeure comparable.

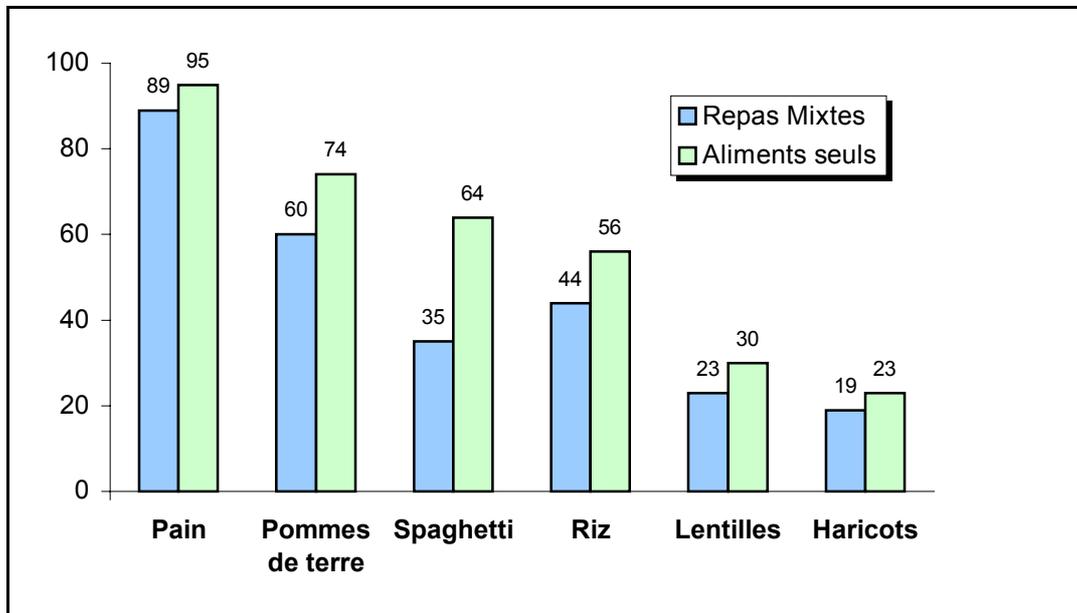


Figure 2: IG obtenus lors de la consommation d'aliments, soit seuls, soit dans le contexte d'un repas mixte.

### 2.3.8 Les interactions avec les autres composants du repas

#### 2.3.8.1 la consommation de vin

Une consommation modérée de vin au cours d'un repas diminue la réponse glycémique post-prandiale, sans détérioration du contrôle lipidique.

Exemple: huit sujets ont participé à des tests où ils consommaient le même repas mixte accompagné de l'une des quatre boissons suivantes: eau, solution d'éthanol à 11,9 %, vin rouge à 11,9 % d'éthanol, et du vin sans alcool. La consommation d'alcool a induit une augmentation post-prandiale d'acétate et de triglycérides (TG) sanguins, tout en diminuant la glycémie. Le vin sans alcool a donné une augmentation des niveaux d'acétate accompagnée d'une diminution des TG. Aucune différence significative des profils lipidiques post-prandiaux ne fut observée.

#### 2.3.8.2 l'adjonction de sel

Le sel de table peut augmenter l'IG d'un aliment de façon significative. En effet, le chlorure est un activateur essentiel de l'enzyme amylasique et le sodium est connu pour promouvoir l'absorption du glucose.

### 2.3.9 L'origine botanique

L'IG du porridge, du riz varie dans de grandes proportions selon ses caractéristiques génétiques.

### 2.3.10 La fréquence des repas journaliers et la nature du repas pris la veille

Ces 2 paramètres pourraient moduler la réponse glycémique <sup>33</sup>.

### 2.3.11 La vidange gastrique

Toute modification de la vidange gastrique naturelle (référence ci-dessus) ou pathologique (gastroparésie ou diabète) interfère avec l'IG.

Par contre il n'y a pas de corrélation entre la durée de consommation d'un aliment (temps de mastication) et son IG. L'étude de Jenkins <sup>25</sup> montre que les aliments à faible IG comme les lentilles et les pois chiches, sont respectivement consommés en 8 minutes (soit rapidement) et 13 minutes (soit lentement); la moyenne de consommation des aliments s'étalant de 8 à 15 minutes.

## 2.4 Les facteurs d'erreur sur l'évaluation de l'IG

### 2.4.1 Dans la méthode de calcul de l'IG

- Le choix du référentiel est soit le glucose en solution, référence initiale prise par Jenkins<sup>24</sup> en 1981 , soit le pain comme Wolever<sup>57</sup> en 1985. La critique faite au glucose est son hyper-osmolarité et son absence de nécessité d'être digéré pour être métabolisé. Mais prendre le pain comme référentiel nécessite d'être standardisé car il peut exister de grande différence dans sa composition et sa fabrication.
- Dans la méthode de calcul de l'aire sous la courbe<sup>51</sup>, il peut y avoir des différences, biaisant les résultats.

### Tableau 7

Certains calculent l'aire à partir du niveau d'élévation de la glycémie, d'autres vont jusqu'à la valeur glycémique la plus basse.

Certains calculent l'aire sur deux heures, d'autres sur trois . La méthode de calcul sur deux heures a l'avantage de diminuer le nombre de prélèvements sanguins et c'est la durée prise par Jenkins<sup>24</sup> en 1981 , mais deux heures de suivi ne permettent pas de voir la courbe descendre en dessous de la ligne de base. La méthode des trois heures donne une image plus complète du profil glycémique et une comparaison plus fonctionnelle entre les différents aliments, la troisième heure permettant de prendre en compte les hypoglycémies observées.

- Les prélèvements faits sont soit capillaires, soit veineux, ce qui peut créer des différences dans les résultats. Le plus souvent, le prélèvement de sang est capillaire, car il est plus facile à réaliser. L'augmentation du glucose est plus marquée, et les données sont moins variables que celles qui sont obtenues à partir du sang veineux.

Par conséquent, l'utilisation de sang capillaire donne des différences plus précises entre les aliments et il est plus facile de démontrer des effets statistiquement significatifs.

- La détermination des IG pour certains aliments n'est pas évidente. Une portion d'aliment contenant 50 g de glucides assimilables, peut parfois s'avérer irréalisable.

Exemple: il faudrait consommer 1Kg de carottes pour avoir en équivalence 50g de glucides; ce qui est au-delà d'une consommation habituelle. De plus, une si grande quantité peut altérer la vidange gastrique biaisant les résultats.

En pratique, l'IG des carottes se calcule qu'à partir de 25g de glucides assimilables, et seulement 25g de glucose sont pris comme référentiel.

- Le nom des aliments glucidiques dans les tableaux publiés est défini par un ou deux mots sans préciser les variabilités (origine botanique, méthode de cuisson...) qui pourraient affecter la digestibilité des aliments; ceci explique en partie les différences d'IG pour un même aliment selon les équipes. On rencontre moins de variation avec des produits industriels (fabrication standardisée) comme les céréales corn flakes.

#### 2.4.2 Dans l'estimation de la teneur glucidique d'un aliment

Quelques variations sont liées à la différence d'estimation par les laboratoires de la quantité de glucides assimilables.

#### 2.4.3 La non-prise en compte des facteurs de variabilité individuels<sup>33</sup>

- La réponse glycémique qui suit un repas est déterminée par des facteurs propres à l'individu (sensibilité à l'insuline, motilité gastro-intestinale, activité physique, métabolisme du repas précédent, variation des paramètres métaboliques d'un jour à l'autre...)

- Il faudrait tenir compte de l'âge, car il est certain que chez les sujets âgés les processus ne sont pas exactement les mêmes, au moins dans la dynamique.

- Chez les femmes enceintes l'élévation de la glycémie et sa persistance est un phénomène connu et lié aux variations hormonales.

- Enfin, il faudrait tenir compte du rythme nyctéméral, car les chiffres glycémiques sont spontanément plus élevés le soir que le matin.

## 2.5 Les limites

- L'IG ne renseigne pas sur la réponse insulinique.

Mais plusieurs études ont mesuré l'insuline pendant l'ingestion d'un aliment test et ont calculé l'aire sous la courbe de l'insuline (comme il est fait avec la glycémie) et ont montré qu'en général la réponse insulinique suit à quelques rangs près celle de la glycémie .

Figure 3 : Corrélations entre IG et index insulinémique (Björck et al.)

Figure 4 : Réponses glycémiques et insulinémiques après l'ingestion de différents aliments. (Crapo et al.1977)

Les produits laitiers font exception à cette règle, car ils stimulent une importante sécrétion d'insuline en comparaison de leur IG, et la connaissance de leurs effets métaboliques doit être approfondie.

- L'IG ne renseigne pas non plus sur la densité énergétique (richesse en lipides surtout)

Exemple 1: les aliments riches en matières grasses, comme les chips (IG= 55) ou les glaces (IG= 60) ont un IG moyen, mais leur consommation doit être limitée pour d'autres raisons. Leur haute teneur en lipides augmente l'apport énergétique, et augmente le taux de LDL cholestérol.

Exemple 2: les cacahuètes ont un IG faible (IG= 13), pratiquement identique au pois chiche (IG=15); mais leurs teneurs en lipides et donc en calories diffèrent, et ils n'ont donc pas le même bénéfice sur l'organisme.

**En matière de diététique, chez un diabétique, il faut privilégier la réduction des aliments riches en AGS et secondairement préférer les aliments à IG bas.**

- Enfin, les sources d'information manquent à propos de l'IG de plusieurs aliments courants, en particulier les aliments nouveaux qui arrivent sur le marché.

## 2.6 Intérêt d'un régime à faible IG

### 2.6.1 Résultats de travaux

Quelques travaux cliniques ont étudié les conséquences métaboliques à moyen et à long terme de régimes à faible IG. Des effets bénéfiques ont été trouvés, tantôt sur les lipides, tantôt sur le contrôle glycémique.

A ce jour, 3 études prospectives ont été réalisées chez l'homme, et retrouvent une corrélation positive entre les régimes riches en glucides fortement hyperglycémiant et la genèse du diabète de type 2. Ces études <sup>63</sup> ont été réalisées chez 42759 hommes (Salmeron et al.1997), 65173 femmes (Salmeron et al.1997), et 35988 femmes (Meyer et al .2000).

Chez l'homme sain, quelques études <sup>3, 6, 26</sup> ont comparé la consommation chronique de glucides à faible ou à fort IG, et ont montré une amélioration de l'équilibre glycémique, voire lipidique après régime à faible IG. L'amélioration du profil lipidique serait expliquée par la consommation de fibres, d'aliments riches en amylose qui, en abaissant la réponse insulinaire favoriserait la baisse de la lipogénèse hépatique. En effet, l'insuline régule la synthèse du cholestérol et des triglycérides, et le taux de triglycérides est un reflet indirect du contrôle glycémique .

A Paris, une thèse de médecine générale <sup>6</sup> comparant les effets métaboliques de régimes à IG différents , a montré une diminution de la masse grasse, une augmentation de la masse maigre, un meilleur profil glycémique et insulinémique, et une diminution des taux de triglycérides et de cholestérol total.

Toutefois une seule étude <sup>32</sup> a montré des effets négatifs du régime à faible IG chez des sujets sains, avec une diminution de l'insulinosensibilité, évaluée par champ euglycémique .

Chez les sujets diabétiques de type 2, plusieurs études <sup>7, 16, 27</sup> comparant la consommation chronique de glucides fortement hyperglycémiant et celles de glucides faiblement hyperglycémiant ont été réalisées. Elles montrent un bénéfice des régimes à faible IG avec une diminution de la glycémie post-prandiale et de l'hémoglobine glyquée, parfois associé à une amélioration du profil lipidique avec une diminution des triglycérides et/ou du cholestérol total <sup>61</sup>.

J.C. Brand Miller en 1994 <sup>8</sup>, a effectué une méta-analyse de 11 études (menées entre 1987 et 1992 chez les sujets diabétiques) où la valeur extrême de l'IG des régimes chutait de 66 à 55, par remplacement de plus de 50 % des aliments à fort IG par des aliments à faible IG.

| référence           | sujets                                | durée    | nombre d'unité de réduction de l'IG | Hb A1C % | fructo-samine % | cholestérol % | TG % |
|---------------------|---------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------|-----------------|---------------|------|
| Jenkins et al       | sains (n=6)                           | 2x2 sem  | 40 units                            | ND       | -7              | -15           | NS   |
| Jenkins et al       | diabétiques de type 2 (n=8)           | 2x2 sem  | 22                                  | -7       | -7              | NS            | NS   |
| Brand et al         | diabétiques de type 2 (n=16)          | 2x12 sem | 13                                  | -11      | ND              | NS            | NS   |
| Wolever et al       | diabétiques de type 2 (n=15)          | 2x2 sem  | 27                                  | ND       | -3              | -7            | NS   |
| Wolever et al       | diabétiques de type 2 et obèses (n=6) | 2x6 sem  | 28                                  | ND       | -8              | -7            | -22  |
| Fontvieille et al   | diabétiques de type 1 et 2 (n=18)     | 2x5 sem  | 26                                  | NS       | -12             | NS            | -21  |
| Calle-Pascual et al | diabétiques de type 1 et 2 (n=24)     | 2x4 sem  | 6*                                  | NS       | ND              | ND            | ND   |
| Colier et al        | enfants diabétique de type 1 (n=7)    | 2x6 sem  | 13                                  | -27      | ND              | -14           | NS   |
| Fontvieille et al   | diabétique de type 1 (n=8)            | 2x3 sem  | 14                                  | ND       | -18             | NS            | -16  |
| Jenkins et al       | patients dyslipidémiques (n=12)       | 3x1 mo   | 13                                  | ND       | ND              | -9            | -16  |
| Jenkins et al       | patients dyslipidémiques (n=30)       | 3x1 mo   | 11                                  | ND       | 0.1             | -8            | -15  |
| moyenne des données |                                       | 4.5 sem  | 19                                  | -9       | -8              | -6            | -9   |

NS=non significatif, ND=non déterminé  
sem= semaine, Mo= mois

Tableau 8

Les résultats de cette analyse ont mis en évidence une amélioration des paramètres métaboliques:

**Avec un régime à faible IG: on constate une réduction en moyenne de la glycémie de 16 %, de l'hémoglobine glyquée de 9 %, de la fructosamine de 8 %, du cholestérol de 6 % et des triglycérides de 9 %.**

Dans les études cliniques sur les régimes à faible index glycémique, pour avoir une amélioration des contrôles glycémiques il faut une réduction des IG des aliments de 12 à 40 %. Donc comme le régime moyen d'un diabétique a un IG moyen de 65, pour avoir un effet bénéfique, il faudrait diminuer l'IG d'au moins 11 unités, ce qui est réalisable en substituant 50 % des féculents à IG fort par des féculents à IG faible. En pratique il est conseillé de prendre 2 repas/jour avec un IG faible: c'est à dire en privilégiant les aliments à faible IG et riche en fibres .

De plus la notion d'IG a été critiquée car certains aliments ont été étiquetés comme « bons » ou « mauvais » simplement sur la base de leur IG. Or, l'usage des IG est à intégrer comme une notion complémentaire à la prise en compte de la quantité totale des glucides, des apports qualitatifs et quantitatifs en lipides, de l'apport en fibres et de la teneur en sel des aliments. Toutes ces caractéristiques sont des considérations importantes à prendre en compte dans la diététique du diabète. L'IG pris isolément peut être dangereux mais il permet de dédramatiser la prise de sucre et de desserts sucrés; car les aliments contenant du sucre naturel ou raffiné donnent des réponses glycémiques et insuliniques qui sont identiques voire plus basse que la plupart des féculents habituels de l'alimentation occidentale, ce qui permet une plus grande diversité alimentaire, donc un meilleur équilibre nutritionnel, une meilleure adhésion au régime et un confort de vie supplémentaire. On considère que la consommation de 30g de saccharose/jour ne perturbe pas l'équilibre glycémique et lipidique.

J.C. Brand Miller <sup>8</sup> a dans son étude calculé la réponse glycémique et insulinique chez des sujets sains consommant des aliments contenant des sucres simples (naturels ou raffinés) incluant des cookies, du chocolat, les céréales du petit-déjeuner, des cakes et muffins avec ou sans adjonction de saccharose. Il n'y avait pas de différence entre l'IG des céréales avec ou sans saccharose. La moyenne des aliments avec saccharose était de  $62 \pm 14$  et l'index insulinique de  $59 \pm 19$ , soit comparativement plus bas que le pain IG = 73, et les céréales sans sucre. De plus il n'y avait pas d'hypoglycémie rebond constatée après l'ingestion d'aliments contenant du sucre. Les sucres simples comme le fructose (principalement contenu dans les fruits) et le lactose peuvent donc aider à faire baisser l'IG. Il faut toutefois éviter une surconsommation de fructose, car il perturbe le bilan lipidique en augmentant les LDL, et les triglycérides. Son effet délétère se voit surtout quand sa consommation quotidienne atteint 20 % des AET.

## 2.6.2 Autres intérêts

### 2.6.2.1 En diabétologie

#### - en prévention primaire

Il existe une relation positive entre l'augmentation de la consommation d'aliments à fort IG et le risque d'apparition d'un diabète de type 2.

Pour appuyer cela, une étude en Finlande <sup>54</sup> a été faite sur " la prévention du diabète de type 2 en modifiant le style de vie chez des sujets ayant une intolérance au glucose".

Les sujets à risque avaient comme objectif une perte de poids de 5 %, un apport lipidique quotidien < 30 %, avec moins de 10 % d'apport de graisses saturées, une augmentation des apports en fibres (>15g/j) en consommant plus de fruits, de légumes et d'amidon. Le suivi s'est fait sur 3 ans et 2 mois. La proportion de sujets chez qui le diabète est apparu a été de 3 % par an contre 6 % dans le groupe contrôle. L'incidence cumulative a été de 11 % contre 23 % à 4 ans.

Ainsi, des recommandations simples comme une perte de poids modérée et une modification du comportement alimentaire peut changer le profil et le pronostic des sujets à risque.

- en prévention secondaire

Le choix d'aliments à faible IG réalise un contrôle efficace non seulement de glycémie post-prandiale mais aussi de l'insulinémie post-prandiale. Comparés aux aliments à fort IG, les aliments à IG bas n'induisent que des élévations modestes ou faibles de la glycémie post-prandiale, de telle sorte que peu d'insuline est nécessaire et donc on observe un retour progressif de la glycémie aux valeurs basales, sans provoquer d'hypoglycémie. En revanche, l'ingestion d'aliment à fort IG est suivie d'une hyperinsulinémie compensatrice, responsable d'hypoglycémie. Enfin, la diminution des hyperglycémies post-prandiales améliore la glycémie à jeun.

Donc, chez les diabétiques de type 2, un régime à IG faible permet de mieux contrôler les hyperglycémies post-prandiales, et de favoriser l'épargne insulinaire.

Chez le diabétique de type 1, le même régime permet de corriger les hypoglycémies de façon plus adaptée à leur importance, de limiter les trop grandes excursions glycémiques, d'adapter son repas selon sa glycémie pré-prandiale. Il permet également de prévenir les hypoglycémies nocturnes en privilégiant le soir des aliments à faible IG. De plus il a été démontré " un effet second repas". On constate une augmentation moindre de la glycémie post-prandiale (et de l'insulinémie et des TG) du repas qui fait suite à un premier repas à faible IG. Cet effet retard peut être observé même si l'intervalle qui sépare les deux repas est de plusieurs heures.

Par exemple un repas du soir contenant soit du pain blanc (IG élevé), soit de l'orge (IG bas) affecte la réponse glycémique du petit-déjeuner standardisé (pain blanc) consommé le matin suivant. L'hyperglycémie post-prandiale du petit-déjeuner est atténuée après la consommation d'orge au dîner de la veille au soir.

### 2.6.2.2 En pathologie cardio-vasculaire

Un régime à faible IG préviendrait l'apparition des maladies coronariennes.

Exemple 1: Une étude transversale <sup>19</sup> réalisée chez 2200 adultes en bonne santé a montré que l'IG de l'alimentation est un déterminant du taux de cholestérol HDL plus décisif que tout autre caractéristique du régime (les lipides et les fibres en particulier). Les femmes dont l'alimentation se situait dans le plus bas quintile de distribution des valeurs d'IG avaient un taux de cholestérol HDL supérieur de 0,25 mmol/ au taux de celles dont l'alimentation se situait dans le quintile supérieur. Une telle différence pourrait théoriquement conduire à une diminution de 29 % de la morbidité cardio-vasculaire chez les femmes. Les valeurs correspondantes chez les hommes pourraient représenter une diminution de 7 % de la morbidité cardio-vasculaire, soit une différence de 0,09 mmol/l du taux de cholestérol HDL.

Exemple 2: Une étude longitudinale <sup>34</sup> (Heath Professionnel follow-up Study) réalisée chez 244 femmes d'âge moyen a montré que la charge glycémique (CG) était associée de manière indépendante aux évènements cardio-vasculaires après ajustement en fonction de l'âge, du tabagisme, de la consommation énergétique totale, et des autres facteurs de risque cardio-vasculaire (lipides totaux, saturés...). L'IG s'est avéré être un meilleur facteur prédictif des accidents cardio-vasculaires que les mesures habituelles de la consommation de glucides totaux, simples ou complexes.

Dans une autre étude réalisée chez 75 521 infirmières américaines, la CG était directement associée au risque d'infarctus du myocarde sur un suivi de 10 ans, après ajustement pour les autres facteurs de risque cardio-vasculaires. Dans cette étude, la CG était un meilleur facteur prédictif des pathologies cardio-vasculaires que les autres mesures de consommation glucidique.

### 2.6.2.3 Chez l'obèse

Une nouvelle approche du traitement de l'obésité serait une réduction de l'IG ou de la CG de l'alimentation. Des études récentes <sup>35</sup> sur la prise alimentaire ont montré que la vitesse d'absorption des glucides après un repas est inversement proportionnelle à la satiété d'une part, et qu'elle prédit la consommation alimentaire volontaire durant la période post-prandiale d'autre part. Une de ces études a examiné les changements hormonaux et métaboliques qui se produisent après la consommation de repas iso- énergétique ne variant que par leur IG ou leur CG. Des adolescents obèses ont participé à cette étude comportant trois repas test dont l'IG était bas, moyen ou élevé. Après le repas à IG élevé, les adolescents ont consommé spontanément 53 % plus d'énergie au cours des 5 heures d'observation qu'après le repas à IG moyen et 81 % qu'après le repas à faible IG. Ces différences de prise alimentaire spontanée s'accompagnaient de différences du profil métabolique. 3 à 5 heures après le repas la glycémie et le taux d'acides gras étaient plus bas en cas de repas à fort IG, qu'en cas de repas à faible IG. De plus le taux des hormones de contre-régulation était plus élevé avec les repas à fort IG. Ces résultats indiquent que

les conséquences métaboliques de la consommation d'un repas à IG élevé limitent la disponibilité des substrats nutritionnels durant la phase digestive et stimulent la surconsommation.

En d'autres termes, les aliments à faible IG agissent sur l'appétit et la consommation en retardant significativement les signaux de faim qui vont déclencher le prochain repas. La durée de la satiété qui suit un repas est ainsi déterminée par le profil glycémique post-prandiale.

Par ailleurs, d'autres études ont montré que dans un régime hypocalorique avec des IG soit faibles soit élevés, le régime restrictif à faible IG était mieux toléré à long terme, et que l'amaigrissement était plus important.

#### 2.6.2.4 Chez le sportif<sup>32</sup>

L'ingestion d'aliment à faible IG avant un effort prolongé et intense peut augmenter le temps d'endurance et apporte des niveaux plus élevés de combustibles plasmatiques vers la fin de l'exercice.

#### 2.6.2.5 Pour tout individu

- Les aliments à IG faible apportent une satiété plus grande que les aliments à forte réponse glycémique et insulémique (Leathwood et Polet.1988; Brand et al.1992)<sup>53</sup>. Il y a une relation inverse entre le pic de satiété et la courbe glycémique et insulémique. Le degré de satiété serait lié à la production de cholecystokinines. De plus les fibres augmentent l'effet satiétogène des glucides.

- La glycémie soutenue qui suit l'ingestion d'aliment à faible IG pourrait être à l'origine de nombreux effets sur les fonctions supérieures<sup>31, 55</sup> (l'humeur, la vigilance, les fonctions mentales...)

- Le régime à faible IG pourrait servir en prévention primaire dans l'apparition des caries dentaires. Les aliments amylicés qui sont rapidement digérés, relargueraient plus de glucose dans la bouche, à partir de l'action de l'amylase salivaire (Lingström et al.1989)<sup>53</sup>.

- Il pourrait également ralentir le vieillissement en réduisant la glycosylation des protéines de l'organisme (Cerami et al.1987)<sup>53</sup>, en partant de l'hypothèse qu'un des mécanismes du vieillissement serait dû au phénomène de glycosylation sur les protéines de l'ensemble de notre organisme (collagène, protéines du cerveau, protéines du muscle...).

## **III/ L'ETUDE**

### **3.1 Introduction**

Suite au stage chez le praticien, j'ai réalisé combien il était courant de prendre en charge un diabétique de type 2, en médecine générale, et combien il pouvait parfois être difficile d'équilibrer un diabète, d'obtenir une compréhension et une adhésion du diabétique à son régime, si toutefois les notions lui étaient données.

Modifier un comportement alimentaire n'est pas une chose évidente (Annexe 2)<sup>29</sup>, et vouloir appliquer les dernières recommandations en matière de régime diabétique sans adaptation au cas par cas, est irréalisable.

Pour chercher à améliorer l'observance du diabétique à son régime, j'ai voulu évaluer l'introduction de la notion d'IG au travers d'une étude. Les trois questions essentielles de l'étude étaient de savoir:

- si l'apprentissage de l'index glycémique à partir d'un outil éducatif pouvait contribuer à améliorer l'observance du régime
- si ce concept était facile à enseigner
- et surtout si les diabétiques eux-mêmes y voyaient un intérêt pratique.

Dans un premier temps, avec l'équipe d'hospitalisation de semaine de diabétologie du CH Le Mans ( le médecin référent Dr Antigny, la diététicienne, et l'équipe infirmière), nous avons inclus dans le programme de diététique du diabétique un cours sur l'IG, en créant un outil éducatif (Annexe 3) exploité sous une forme interactive. Cet enseignement se servait d'un tableau simplifié classant les différents aliments glucidiques selon leur pouvoir glycémiant (IG faible, moyen ou élevé). L'enseignement d'une durée de 30 minutes, donné à une dizaine de patients diabétiques, était divisé en 2 parties. Dans une première partie la diététicienne définissait et caractérisait l'IG à partir du tableau (partie passive de l'enseignement), puis dans une deuxième partie plus interactive, elle distribuait aux participants des affiches sur lesquelles était mentionné un aliment glucidique. Chaque patient classait l'aliment distribué sur un panneau divisé en 3 colonnes: IG faible, IG moyen, IG élevé. Les autres apportaient des commentaires et corrections si besoin, avec l'aide de la diététicienne .

Dans un deuxième temps, afin d'apprécier la qualité de cet outil pédagogique et de juger de son efficacité sur l'apprentissage, on a distribué 2 questionnaires aux patients assistant au cours, un avant la participation au cours pour évaluer les acquis antérieurs et un autre en fin d'hospitalisation pour évaluer leurs acquisitions sur l'IG (Annexe 4).

**Le 1<sup>er</sup> questionnaire** était donc distribué en début d'hospitalisation.

Il était anonyme.

Dans un encadré, les patients précisaient leur sexe, âge, durée du diabète, type de diabète et leur niveau d'étude. Puis suivaient 6 questions sur la notion d'IG.

- Pour les patients, ce questionnaire avait pour but de les interpeller sur cette notion et de les rendre plus attentifs lors du cours.
- Pour la diététicienne, il pouvait constituer une amorce du plan de son cours:
  - en remettant en question des principes nutritionnels jadis enseignés et depuis dépassés, comme l'interdit sur le sucre (référence question 1)
  - en mettant en évidence qu'à équivalence égale tous les féculents n'ont pas le même IG (question 5)
  - en montrant que tous les sucres simples n'ont pas le même pouvoir glycémiant (fructose/saccharose, question 6)
  - en précisant que certains facteurs physiques peuvent modifier l'IG d'un aliment glucidique, selon la méthode de cuisson (question 4), selon la méthode de préparation (comme le caractère soufflé d'une céréale, question 2), selon la forme d'ingestion de l'aliment (solide ou liquide, question 6)
  - et, en montrant que l'apport de matières grasses (question 2 et 4) ou de fibres (question 3) peut aussi avoir un impact sur l'IG d'un aliment.
- Pour moi, il me permettait d'évaluer les connaissances antérieures des diabétiques interrogés sur l'IG, et donc de mieux juger de l'évolution de leurs acquis dans les jours qui suivaient le cours, lors du deuxième questionnaire.

**Le deuxième questionnaire** remis aux mêmes personnes en fin d'hospitalisation, dans les suites de l'enseignement (1-2 jours après) était divisé en 3 parties.

- La 1<sup>ère</sup> partie évaluait l'acquisition simple de la notion d'IG. Les mêmes aliments (au nombre de 19) du 1<sup>er</sup> questionnaire étaient repropoés sous une autre formulation. Il fallait les positionner sur un tableau à trois colonnes (IG faible, moyen ou fort), ce qui me permettait de voir si les patients avaient corrigé leurs erreurs du 1<sup>er</sup> questionnaire.
- La 2<sup>ème</sup> partie, qui contenait trois questions, évaluait leur capacité à intégrer cette notion dans des situations de la vie quotidienne (la gestion d'une hypoglycémie, l'intégration de l'IG dans un repas mixte).
- La 3<sup>ème</sup> partie me permettait de voir si cette notion était connue antérieurement par les patients, s'ils la trouvaient facile et surtout s'ils y trouvaient un intérêt pour leur régime au quotidien, et donc si cela avait un intérêt de poursuivre cet enseignement.

## 3.2 Méthodologie

L'étude a été réalisée sur 3 mois (novembre 2003 à février 2004) dans le service de diabétologie du CH Le Mans. Les questionnaires étaient adressés aux patients diabétiques hospitalisés en hôpital de semaine et assistant au cours sur l'IG. Le seul critère d'inclusion, outre que celui d'assister au cours, était d'être un patient diabétique de l'hôpital de semaine. Ce critère d'inclusion excluait les patients déments ou au niveau intellectuel trop faible, et dépendants (puisque seuls les patients aux facultés intellectuelles et physiques suffisantes sont admis en hôpital de semaine; les autres ne tireraient aucun bénéfice des enseignements) .

Il n'y avait aucune obligation d'y répondre.

L'analyse des résultats s'est faite à l'aide du logiciel Excel 2000. De nombreux histogrammes et diagrammes ont été réalisés pour mieux apprécier les réponses obtenues.

Outre les données ayant servies à définir le type de population interrogé, l'analyse a consisté à comparer le nombre de patients qui avaient correctement classé 6 aliments glucidiques choisis selon leur IG (faible, moyen ou élevé) avant et après le cours.

Les 6 aliments glucidiques choisis parmi les 19 cités dans les questionnaires étaient:

- le pain aux céréales
- la baguette
- les légumineux
- la purée de pomme de terre
- les corn flakes
- le soda

Pour chaque aliment, il y a cinq tableaux: le premier donne le nombre total de bonnes réponses de la population interrogée, puis les quatre autres le nombre de bonnes réponses selon le sexe, l'âge, le type du diabète et la durée d'évolution du diabète. Les tableaux présentent les résultats en valeur absolue, et le commentaire en valeur relative.

A l'inverse, pour le sucre l'analyse s'intéresse au nombre de mauvaises réponses, c'est à dire au nombre de patients considérant le sucre comme un aliment à IG élevé , et ce avant ou après le cours.

Enfin, trois tableaux témoignent de l'intérêt des patients pour l'IG.

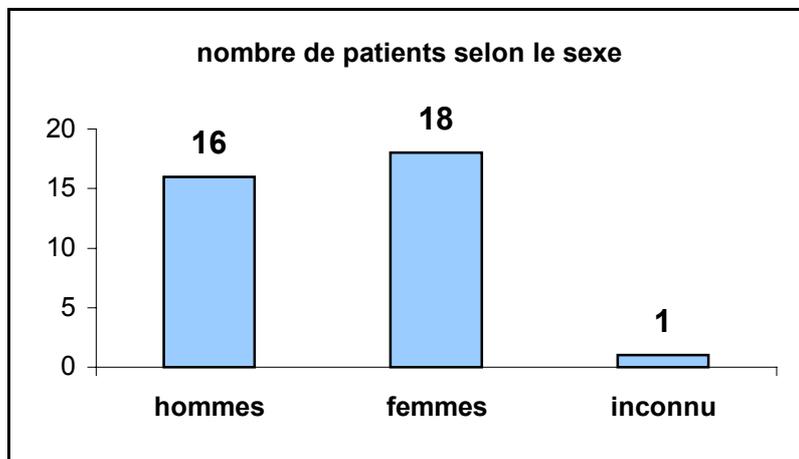
### 3.3 Les résultats

Sur la période de 3 mois, nous avons obtenu 104 questionnaires: 35 patients avaient répondu aux deux questionnaires, 28 seulement au questionnaire d'entrée, et 6 au questionnaire de sortie.

L'analyse s'est faite uniquement sur les réponses des patients ayant rendu les deux questionnaires soit 35 personnes. Parmi eux, deux personnes de 79 et 71 ans ont répondu partiellement au deuxième questionnaire, oubliant de répondre aux questions au verso de la feuille.

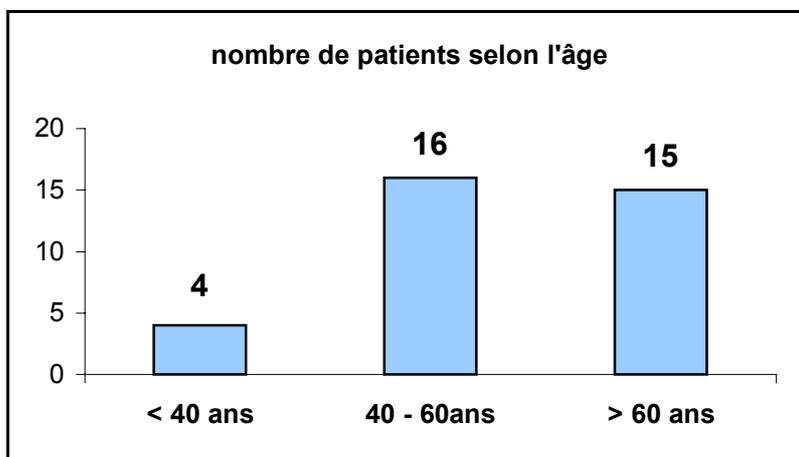
#### 3.3.1 Type de la population interrogée

- sexe:



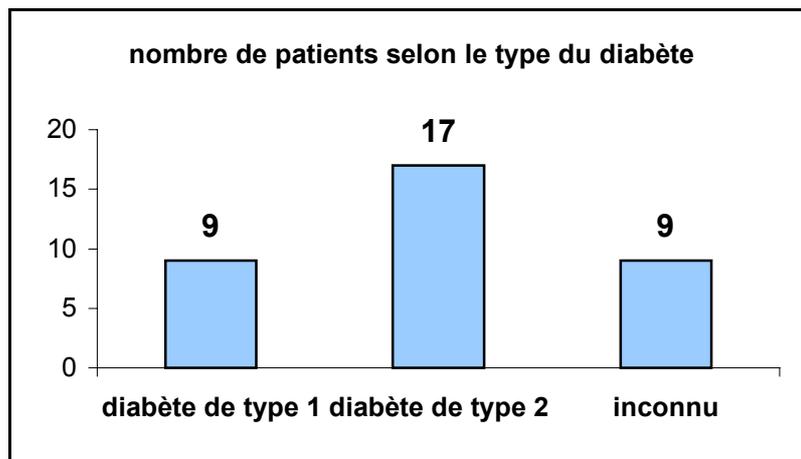
16 hommes et 18 femmes ont participé à l'étude (1 questionnaire de sexe non précisé).

- âge:



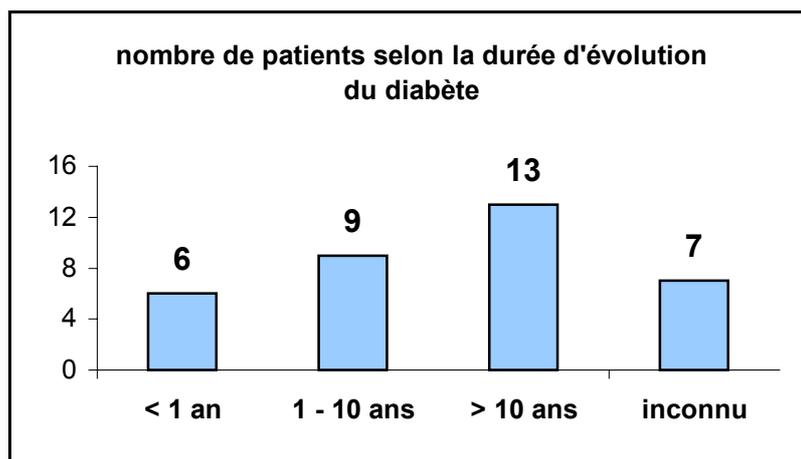
4 des patients avaient moins de 40 ans, 16 entre 40 et 60 ans et 15 plus de 60 ans.

- type de diabète:



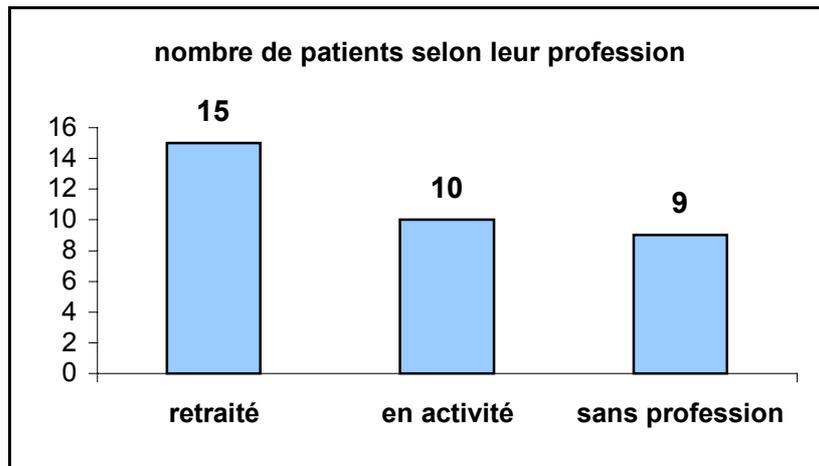
9 avaient un diabète de type 1, 17 un diabète de type 2, 9 ne précisait pas.

- durée d'évolution du diabète:



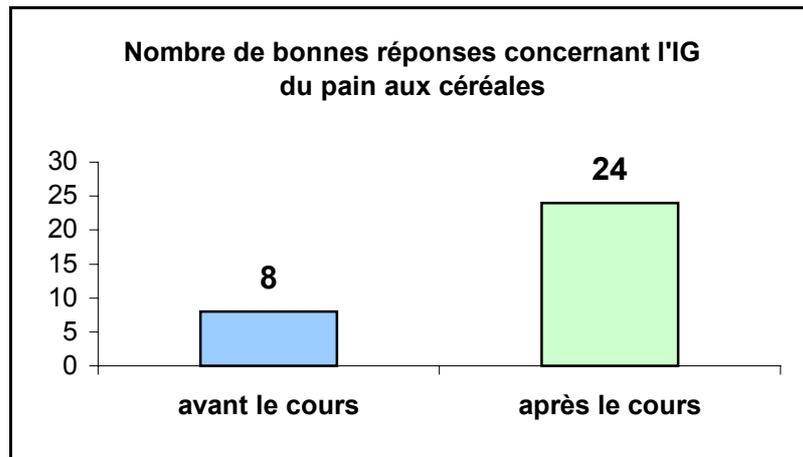
6 avaient un diabète diagnostiqué il y a moins d'1 an (souvent la participation au cours correspondait à la découverte du diabète), 9 diagnostiqués entre 1 et 10 ans, 13 diagnostiqués il y a plus de 10 ans, et 7 ne précisait pas.

- profession :

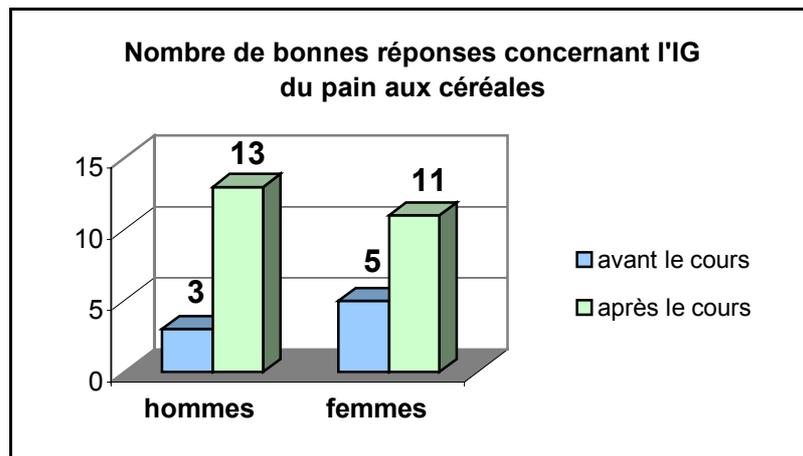


Professionnellement, 10 travaillaient, 15 étaient à la retraite, 9 étaient sans profession (mère au foyer incluse dans cette catégorie), et 1 était en invalidité.

### 3.3.1 Le pain aux céréales

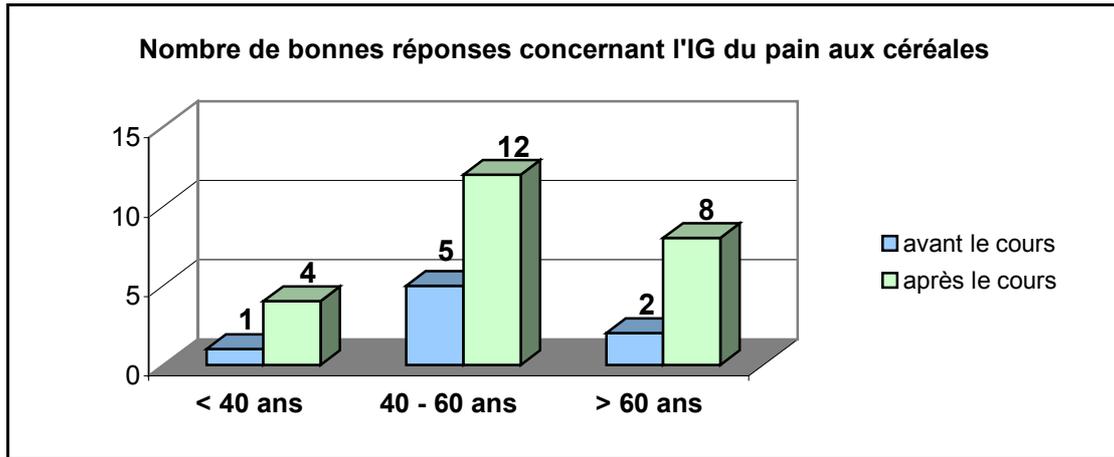


Avant le cours, il y a 23 % de bonnes réponses et 69 % après le cours.

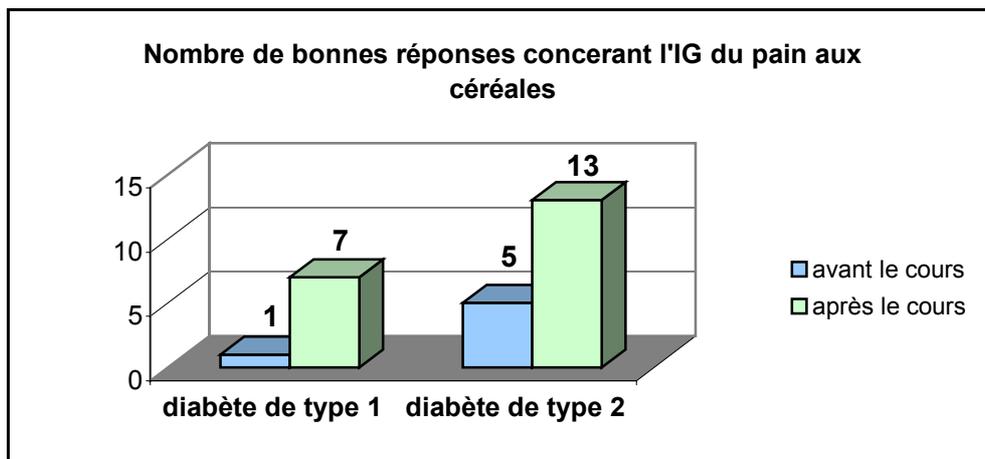


Avant le cours, il y a 19 % de bonnes réponses chez les hommes et 28 % chez les femmes.

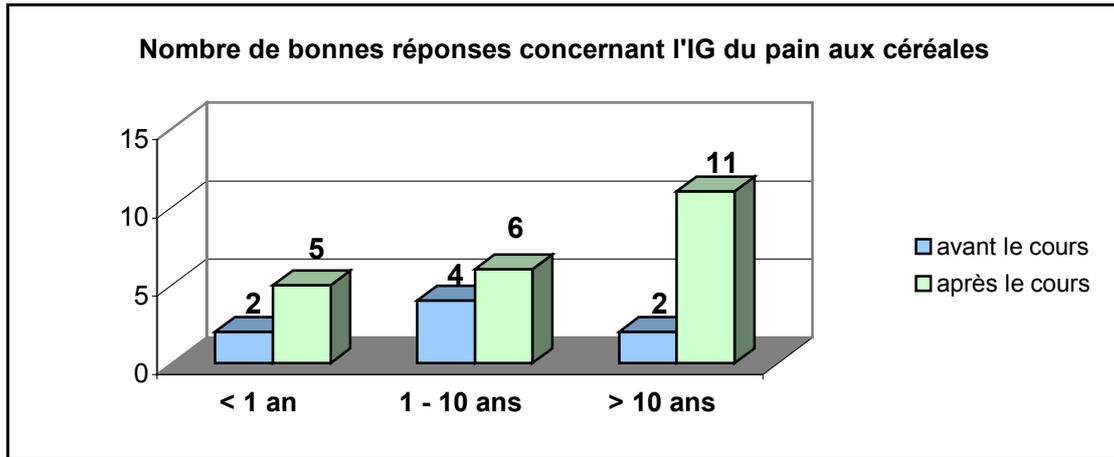
Après le cours on retrouve respectivement 81 % et 61 % de bonnes réponses.



Avant le cours, il y a 25 % de bonnes réponses chez les diabétiques de moins de 40 ans, 31 % chez les 40-60 ans, et 13 % chez les plus de 60 ans.  
 Après le cours, on retrouve respectivement 100 %, 75 % et 53 % de bonnes réponses.



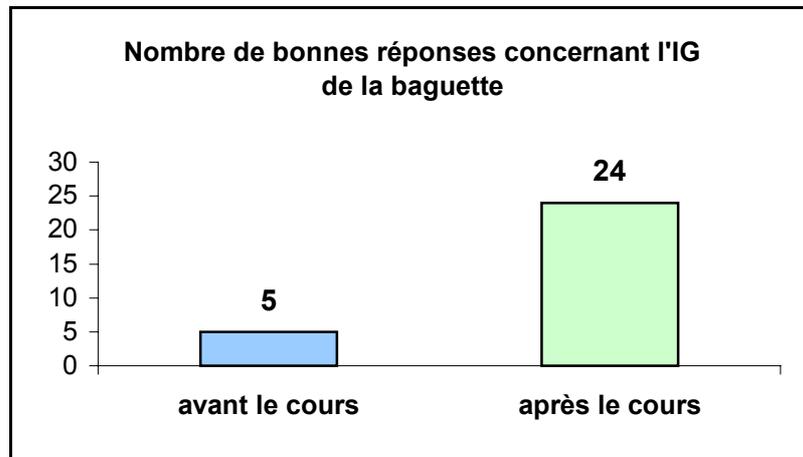
Avant le cours, il y a 11 % de bonnes réponses chez les diabétiques de type 1 et 29 % chez les diabétiques de type 2.  
 Après le cours, on retrouve respectivement 78 % et 76 % de bonnes réponses.



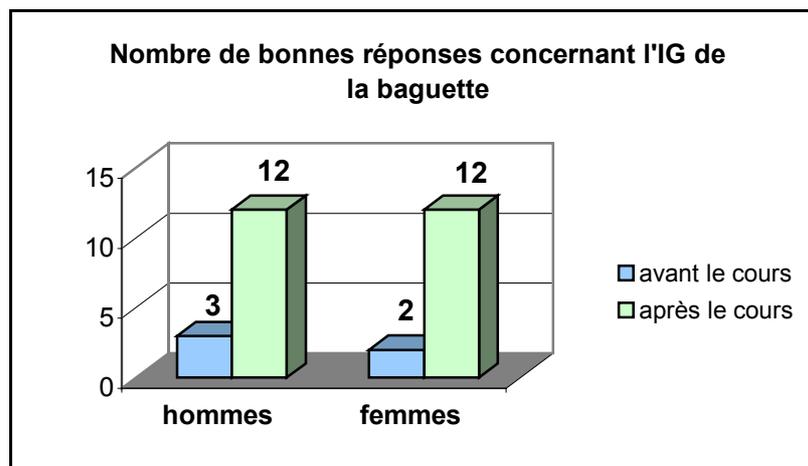
Avant le cours, il y a 33 % de bonnes réponses chez les patients dont le diabète a été diagnostiqué il y a moins d'un an, 44 % chez ceux diagnostiqués entre 1 et 10 ans, et 15 % chez ceux diagnostiqués il y a plus de 10 ans.

Après le cours, on retrouve respectivement 83 %, 67 %, et 85 % de bonnes réponses.

### 3.3.3 La baguette

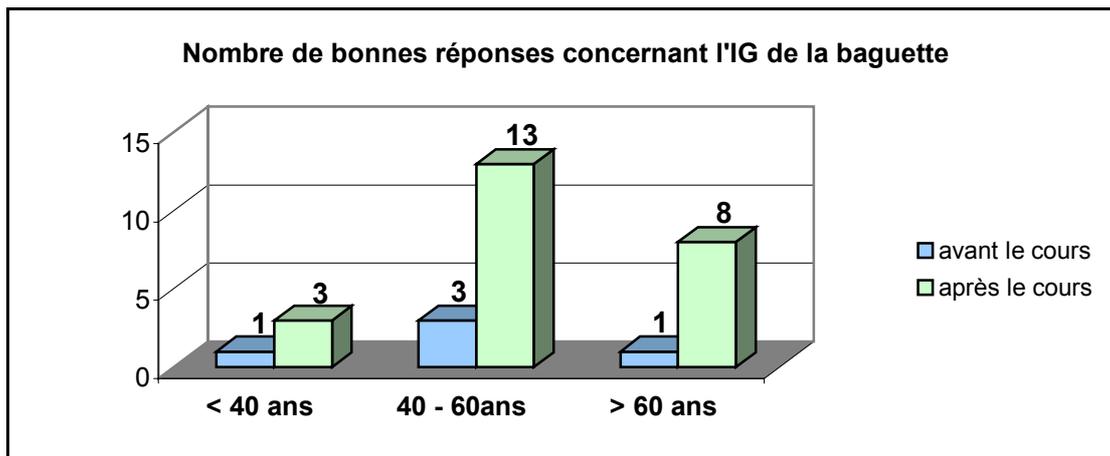


Avant le cours, il y a 14 % de bonnes réponses et 69 % après le cours.

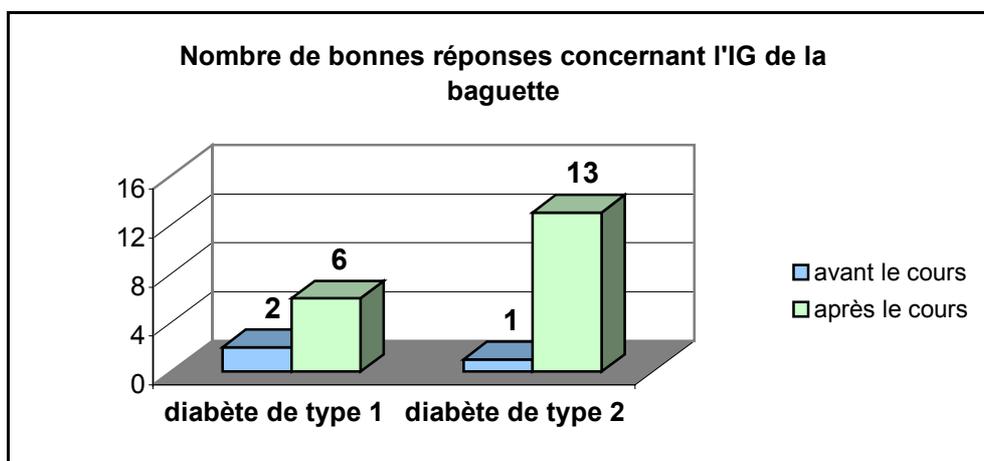


Avant les cours, il y a 11 % de bonnes réponses chez les hommes et 19 % chez les femmes.

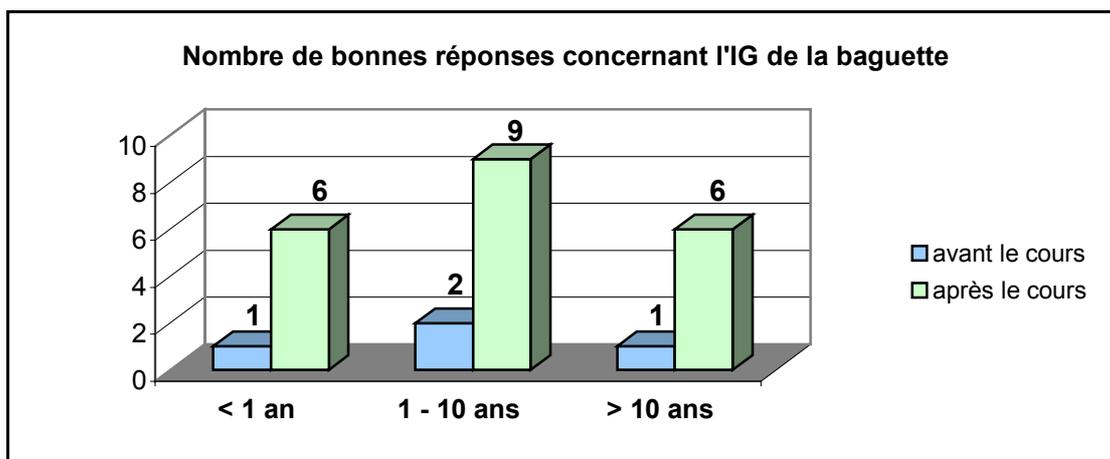
Après le cours, on retrouve respectivement 67 % et 75 % de bonnes réponses.



Avant le cours, il y a 25 % de bonnes réponses chez les diabétiques de moins de 40 ans, 19 % chez ceux entre 40-60 ans et 7 % chez les plus de 60 ans. Après le cours, on retrouve respectivement 75 %, 81 % et 53 % de bonnes réponses



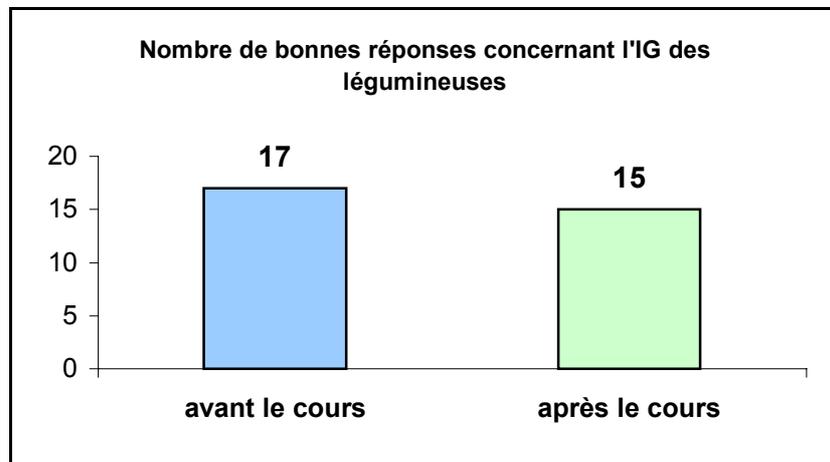
Avant le cours, il y a 22 % de bonnes réponses chez les diabétiques de type 1 et 6 % chez les diabétiques de type 2. Après le cours, on retrouve respectivement 67 % et 76 % de bonnes réponses.



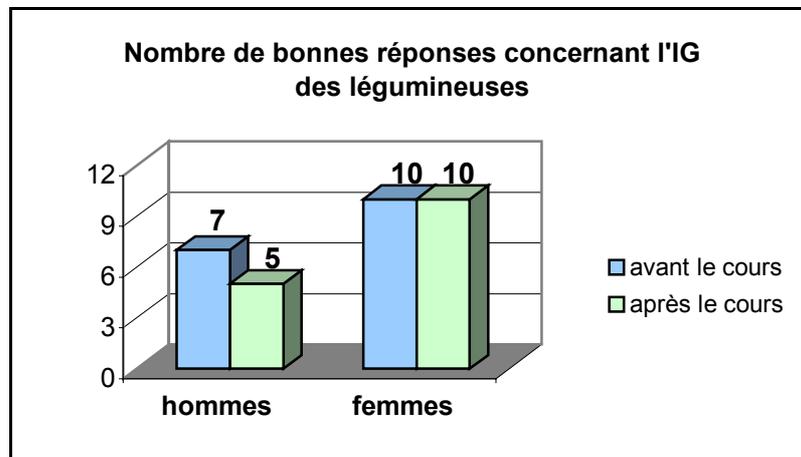
Avant le cours, il y a 17 % de bonnes réponses chez les patients dont le diabète a été diagnostiqué il y a moins d'un an, 22 % chez ceux diagnostiqués entre 1 et 10 ans et 8% chez ceux diagnostiqués il y a de plus de 10 ans.

Après le cours, on retrouve respectivement 100%, 100 % et 46 % de bonnes réponses.

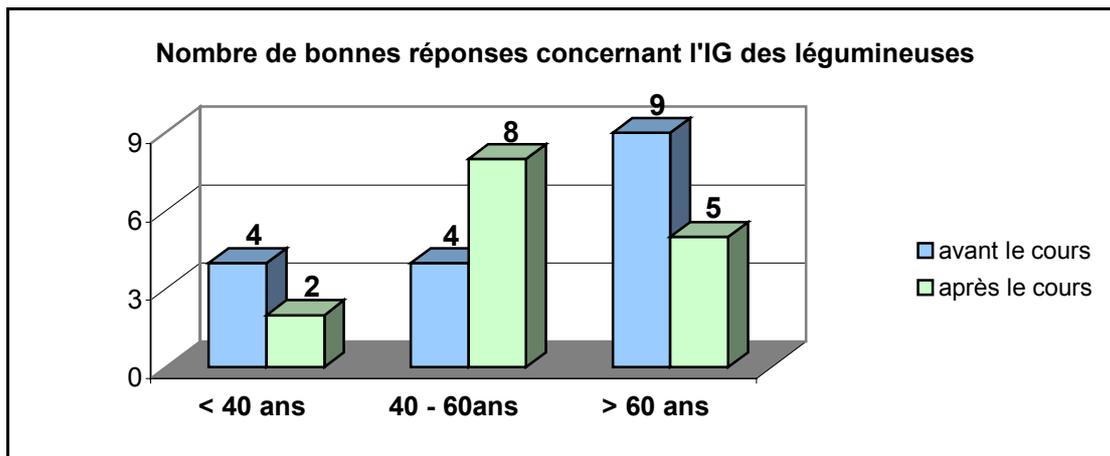
### 3.3.4 Les légumineuses



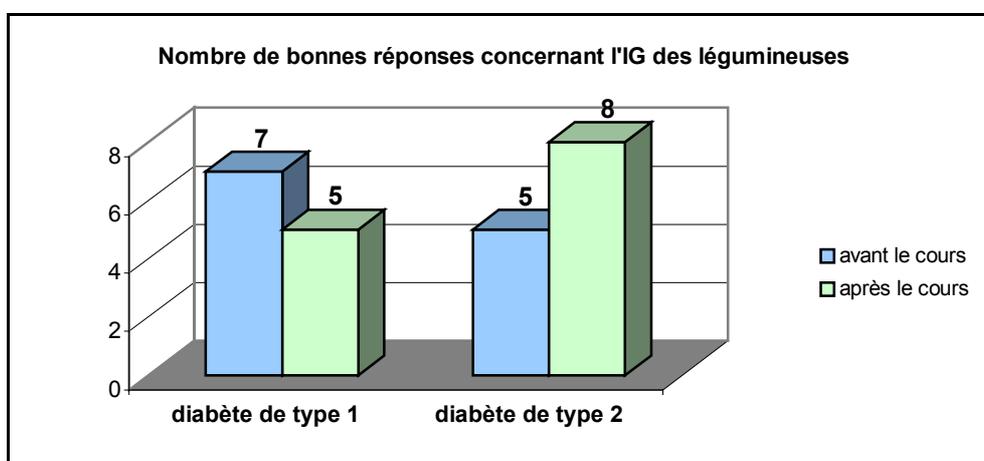
Avant le cours, il y a 49 % de bonnes réponses et 43 % après le cours.



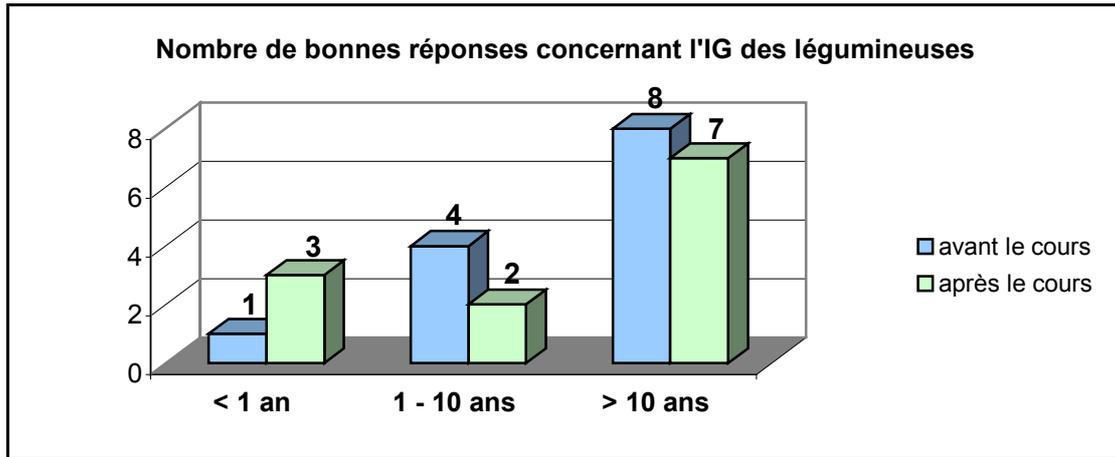
Avant le cours, il y a 44 % de bonnes réponses chez les hommes et 56 % chez les femmes. Après le cours, on retrouve respectivement 31 % et 56 % de bonnes réponses.



Avant le cours, il y a 100 % de bonnes réponses chez les diabétiques de moins de 40 ans, 25 % chez ceux entre 40-60 ans, et 60 % chez les plus de 60 ans.  
Après le cours, on retrouve respectivement 50 %, 50 % et 33 % de bonnes réponses



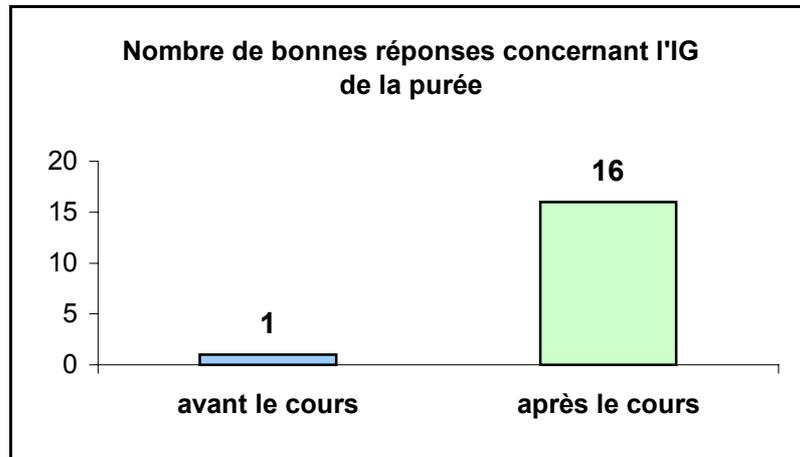
Avant le cours, il y a 78 % de bonnes réponses chez les diabétiques de type 1 et 29 % chez les diabétiques de type 2.  
Après le cours, on retrouve respectivement 56 % et 47 % de bonnes réponses.



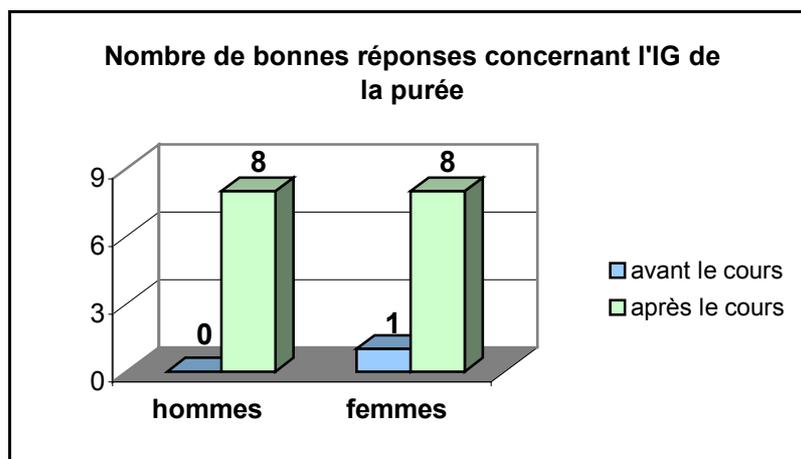
Avant le cours, il y a 17 % de bonnes réponses chez les patients dont le diabète a été diagnostiqué il y a moins d'un an, 44 % chez ceux diagnostiqués entre 1-10 ans et 61 % chez ceux diagnostiqués il y a de plus de 10 ans.

Après le cours, on retrouve respectivement 50 %, 22 % et 54 % de bonnes réponses.

### 3.3.5 La purée de pomme de terre

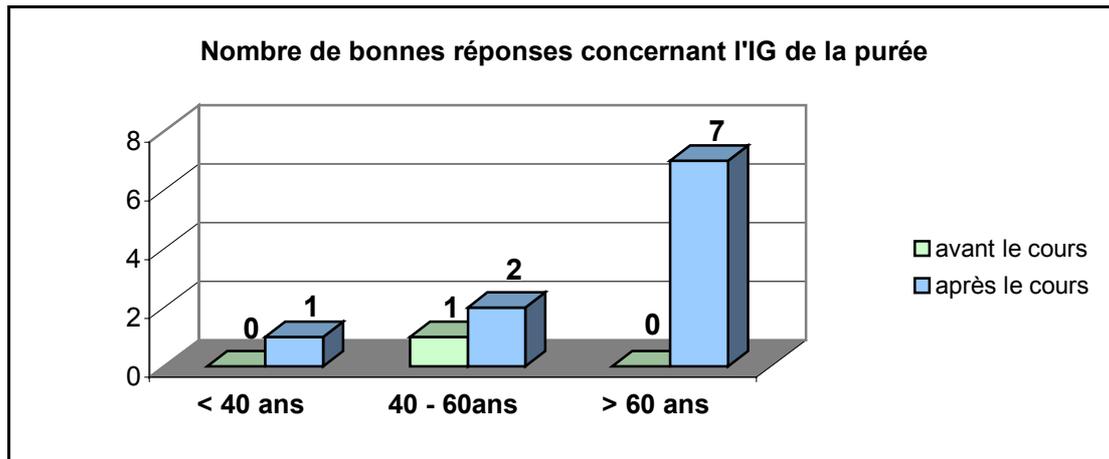


Avant le cours, il y a 3 % de bonnes réponses et 46 % après le cours.

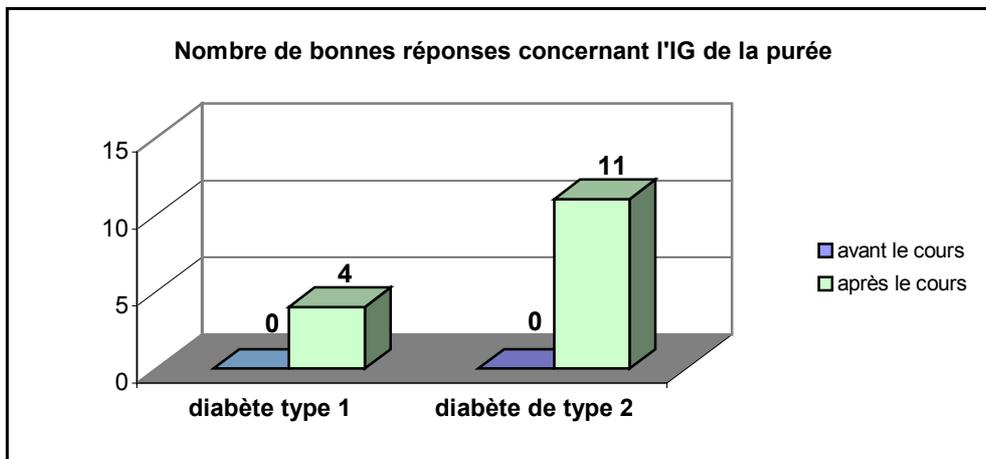


Avant le cours, il n'y a aucune bonne réponse chez les hommes et 6 % de bonnes réponses chez les femmes.

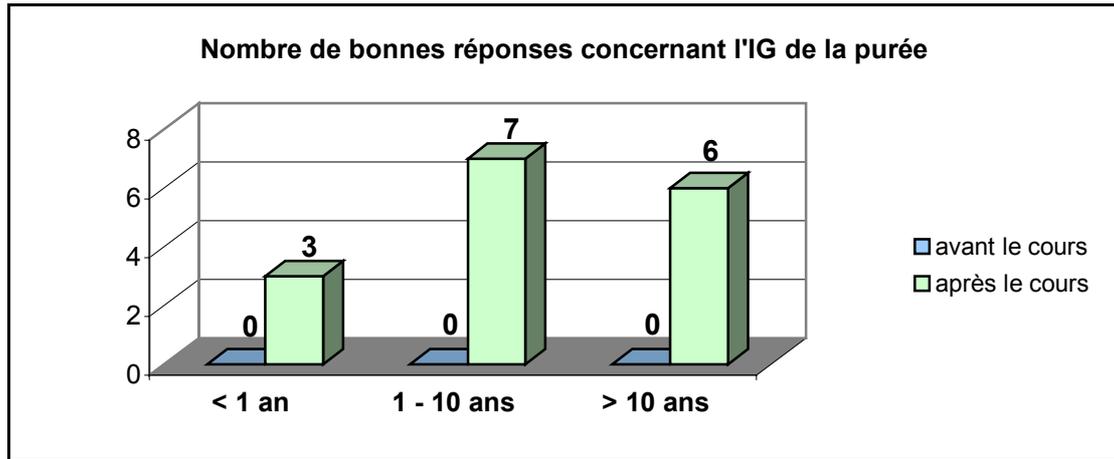
Après le cours, on retrouve respectivement 50 % et 44 % de bonnes réponses.



Avant le cours, il n'y a aucune bonne réponse chez les diabétiques âgés de moins de 40 ans, et chez les plus de 60 ans, 6 % de bonnes réponses chez les 40-60 ans. Après le cours, on retrouve respectivement 25 %, 12,5 % et 47 % de bonnes réponses.



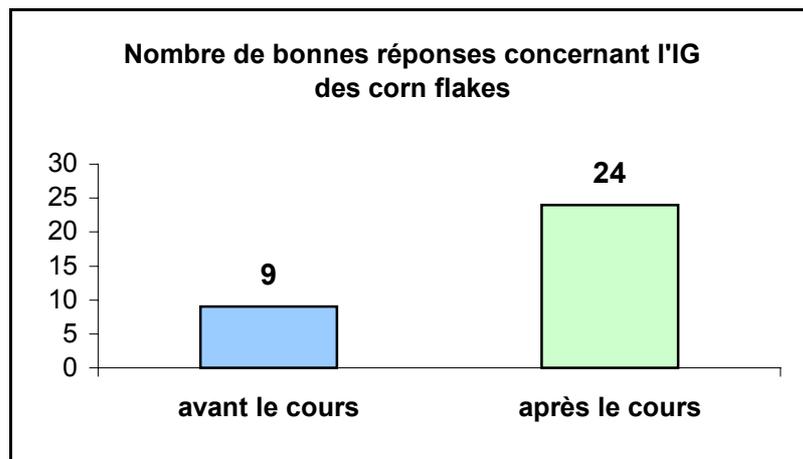
Avant le cours, il n'y a aucune bonne réponse chez les diabétiques de type 1 et de type 2. Après le cours, on retrouve respectivement 44 % et 65 % de bonnes réponses.



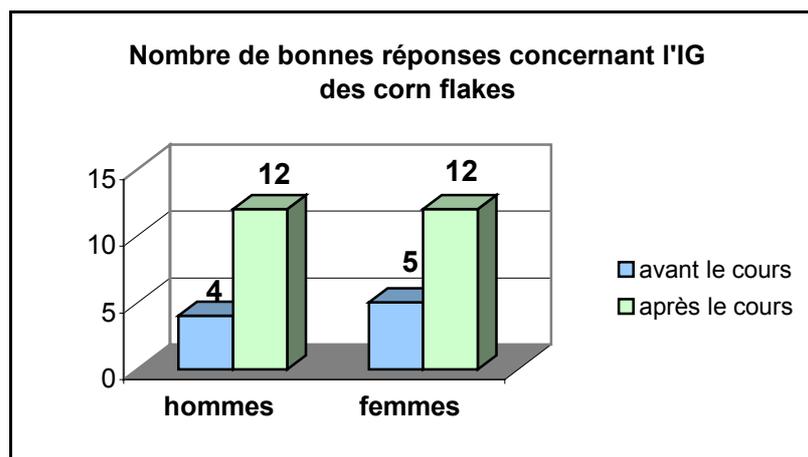
Avant le cours, il n'y a aucune bonne réponse ni chez les patients dont le diabète a été diagnostiqué il y a moins d'un an, ni chez ceux diagnostiqués entre 1-10 ans et ni chez ceux de plus de 10 ans.

Après le cours, on retrouve respectivement 50 %, 78 % et 46 % de bonnes réponses.

### 3.3.6 Les corn flakes

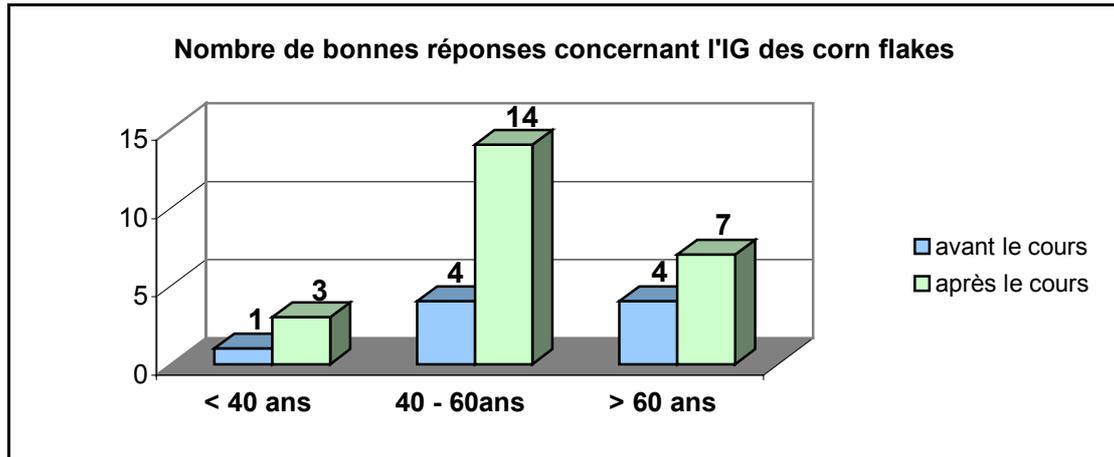


Avant le cours, il y a 26 % de bonnes réponses et 69 % après le cours.



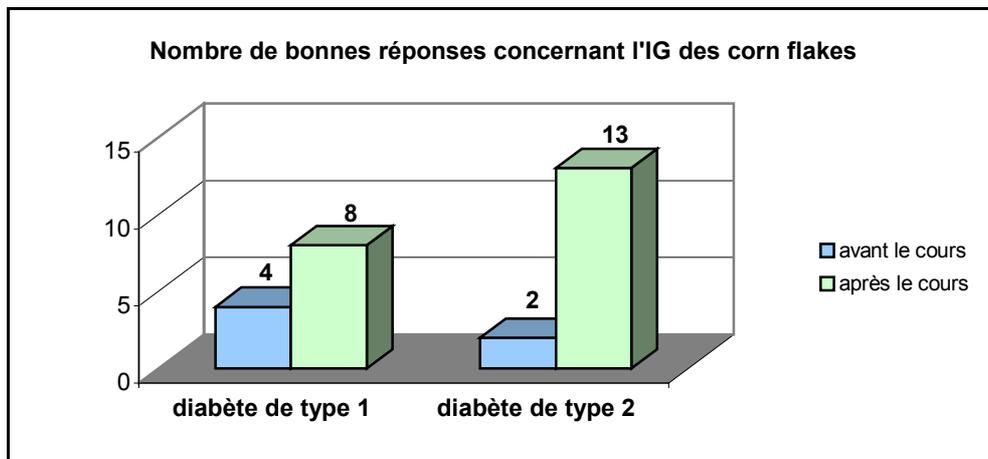
Avant le cours, il y a 25 % de bonnes réponses chez les hommes et 28 % chez les femmes.

Après le cours, on retrouve respectivement 75 % et 67 % de bonnes réponses.



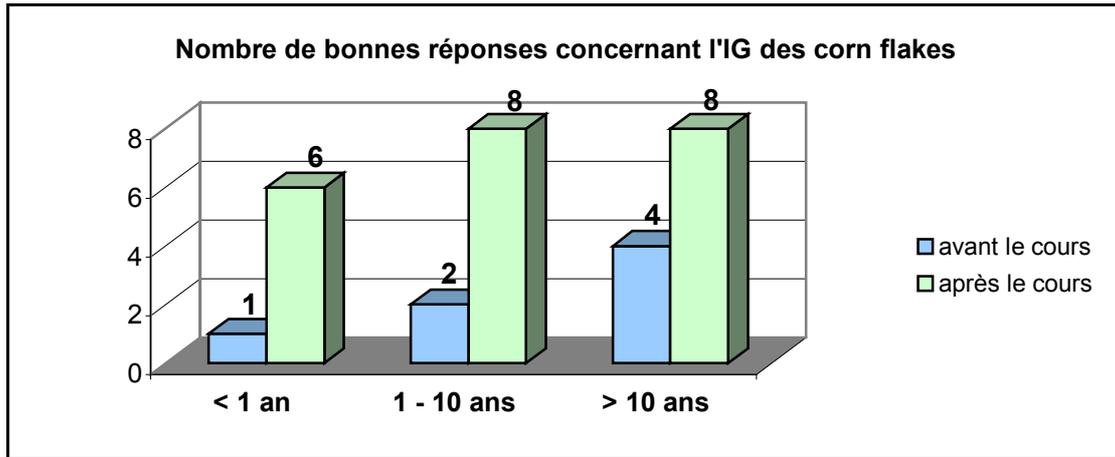
Avant le cours, il y a 25 % de bonnes réponses chez les diabétiques de moins de 40 ans, 25 % chez les 40-60 ans et 27 % chez les plus de 60 ans.

Après le cours, on retrouve respectivement 75 %, 87,5 % et 47 % de bonnes réponses.



Avant le cours, il y a 44 % de bonnes réponses chez les diabétiques de type 1 et 12 % chez les diabétiques de type 2.

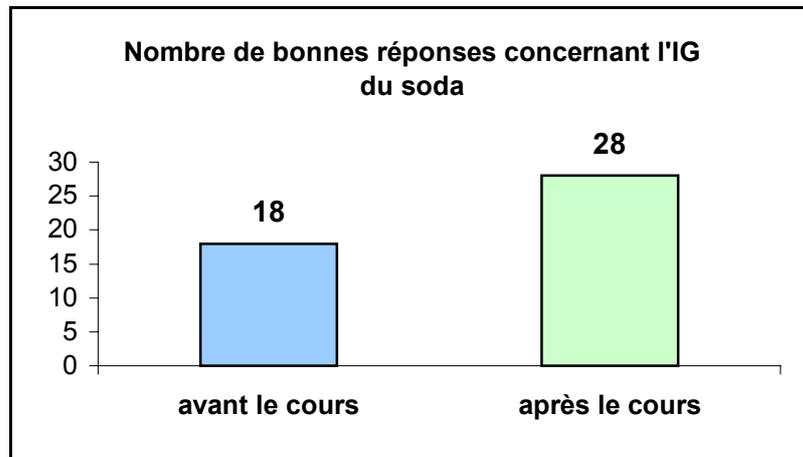
Après le cours, on retrouve respectivement 89 % et 76 % de bonnes réponses.



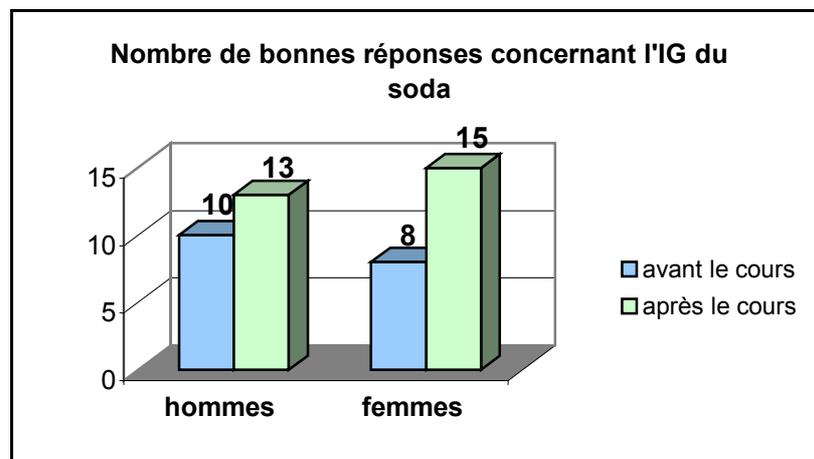
Avant le cours, il y a 11% de bonnes réponses chez les patients dont le diabète a été diagnostiqué il y a moins d'1 an, 22 % chez ceux diagnostiqués entre 1-10 ans et 31 % chez ceux diagnostiqué il y a plus de 10 ans.

Après le cours, on retrouve respectivement 100 %, 89 % et 61 % de bonnes réponses.

### 3.3.7 Le soda

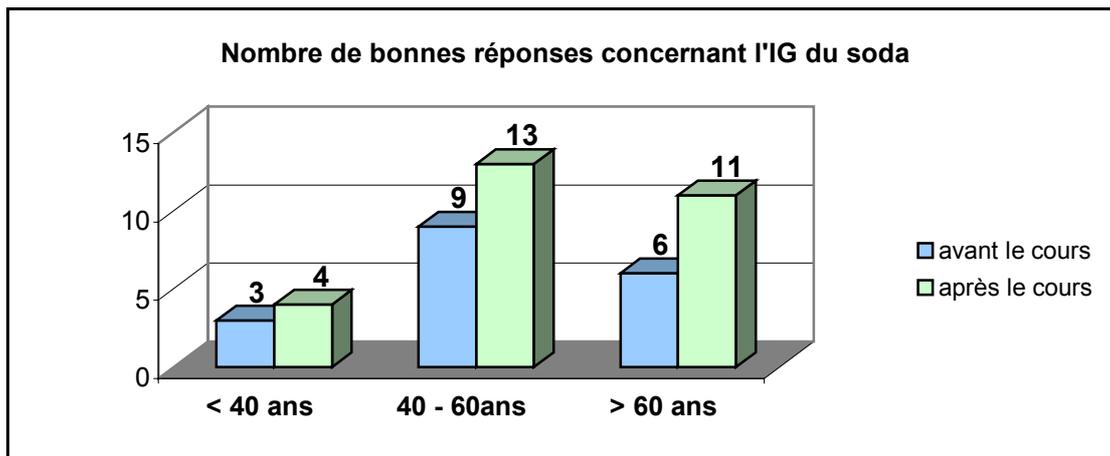


Avant le cours, il y a 51 % de bonnes réponses et 80 % après le cours.

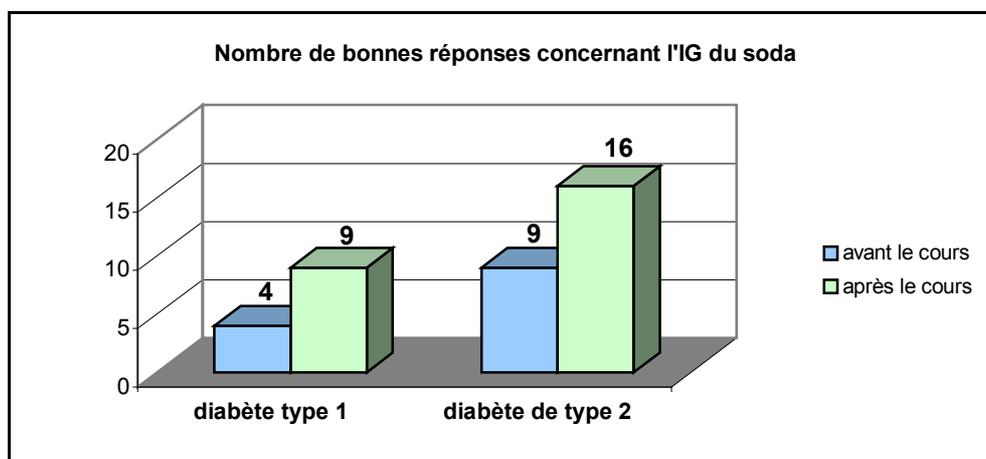


Avant le cours, il y a 62,5 % de bonnes réponses chez les hommes et 44 % chez les femmes.

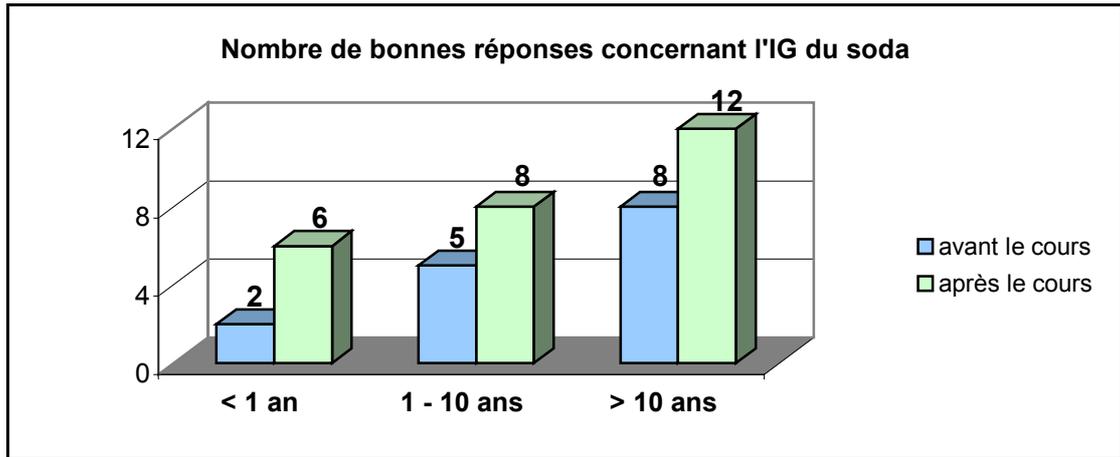
Après le cours, on retrouve respectivement 81 % et 83 % de bonnes réponses.



Avant le cours, il y a 75 % de bonnes réponses chez les diabétiques de moins de 40 ans, 56 % chez les 40-60 ans et 40 % chez les plus de 60 ans.  
Après le cours, on retrouve respectivement 100 %, 81 % et 73 % de bonnes réponses.



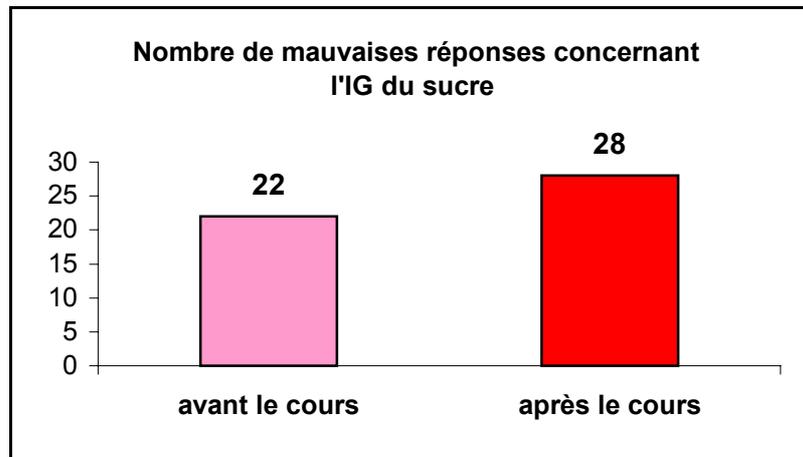
Avant le cours, il y a 44 % de bonnes réponses chez les diabétiques de type 1 et 53 % chez le type 2.  
Après le cours, on retrouve respectivement 100 % et 94 % de bonnes réponses.



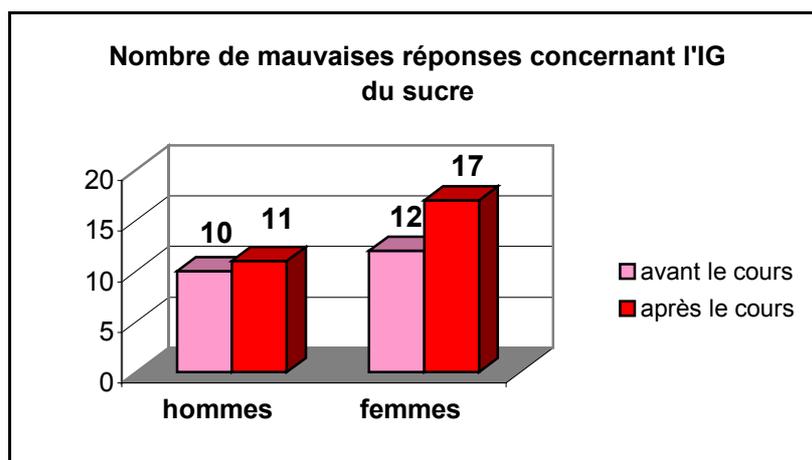
Avant le cours, il y a 33 % de bonnes réponses chez les patients dont le diabète a été diagnostiqué il y a moins d'1 an, 56 % de ceux diagnostiqués entre 1-10 ans et 61 % chez ceux diagnostiqués il y a plus de 10 ans.

Après le cours, on retrouve respectivement 100 %, 89 % et 92 % de bonnes réponses.

### 3.3.8 Le sucre

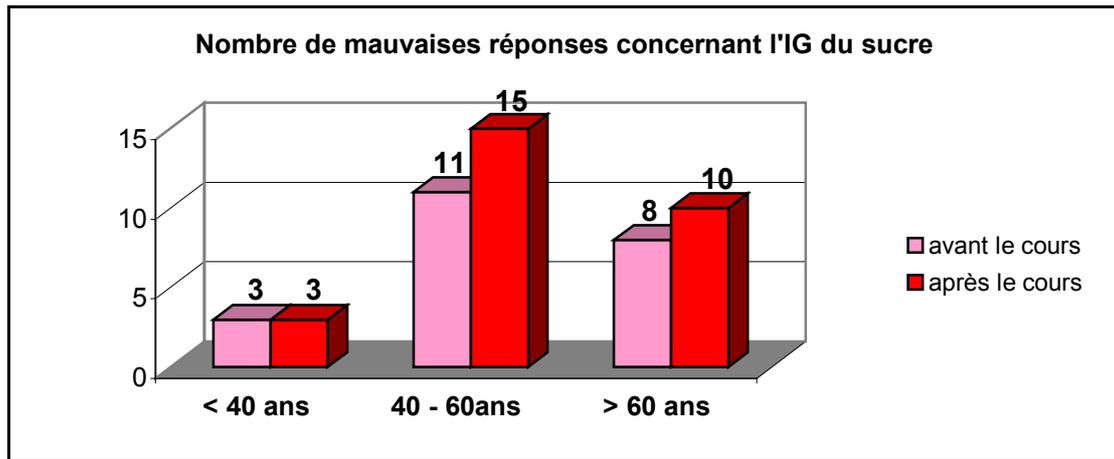


Avant le cours, il y a 63 % de bonnes réponses et 80 % après le cours.

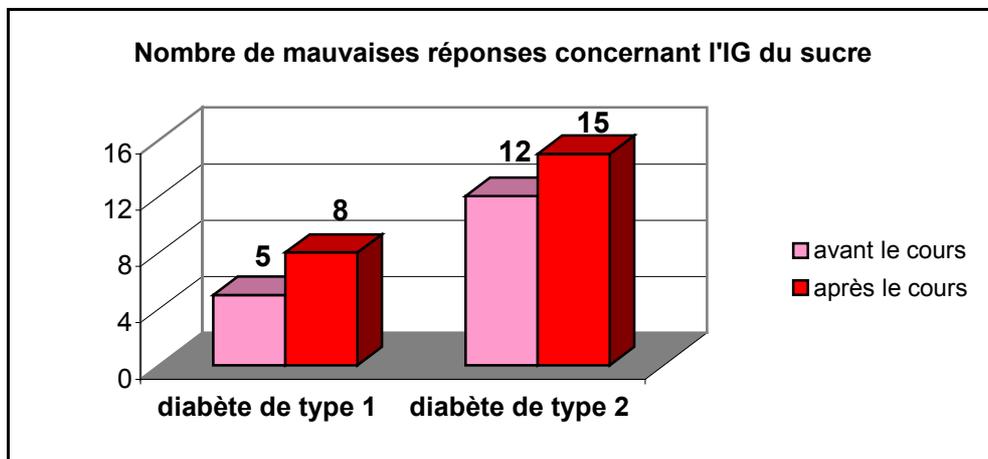


Avant le cours, il y a 62,5 % de mauvaises réponses chez les hommes et 67 % chez les femmes.

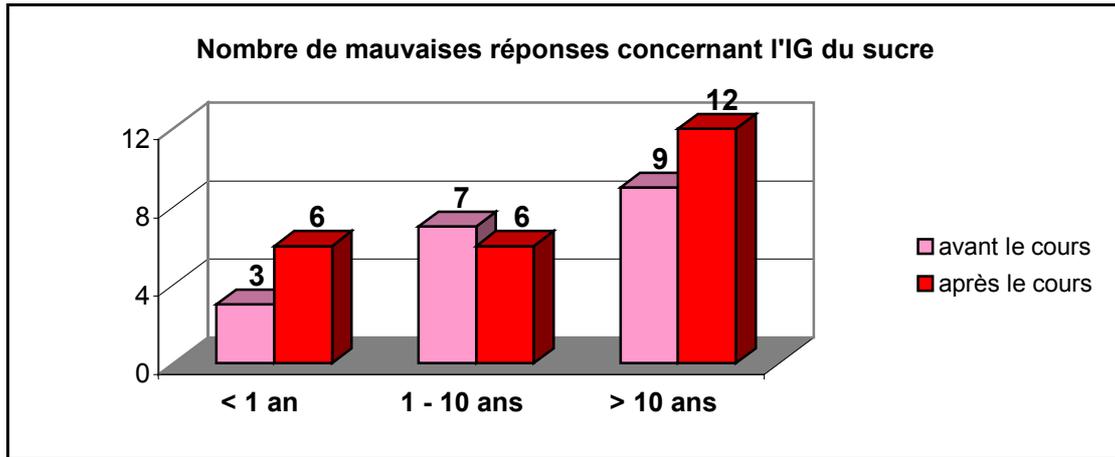
Après le cours, on retrouve respectivement 69 % et 94 % de mauvaises réponses.



Avant le cours, il y a 75 % de mauvaises réponses chez les diabétiques de moins de 40 ans, 69 % chez les 40-60 ans, et 53 % chez les plus de 60 ans.  
Après le cours, on retrouve respectivement 75 %, 94 % et 67 % de mauvaises réponses.



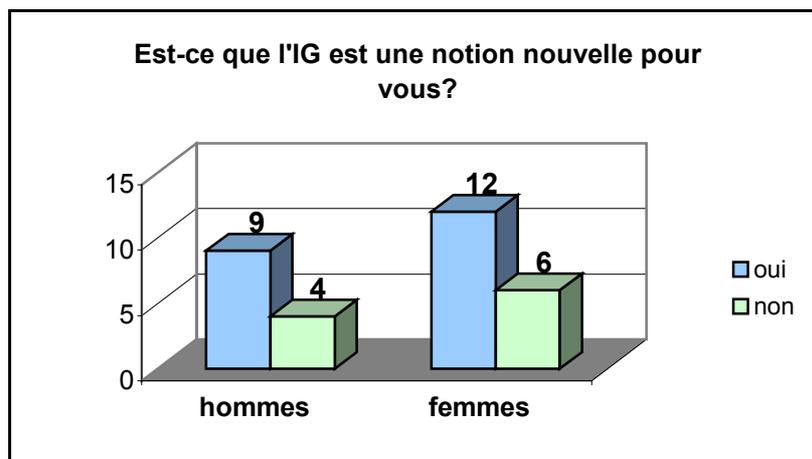
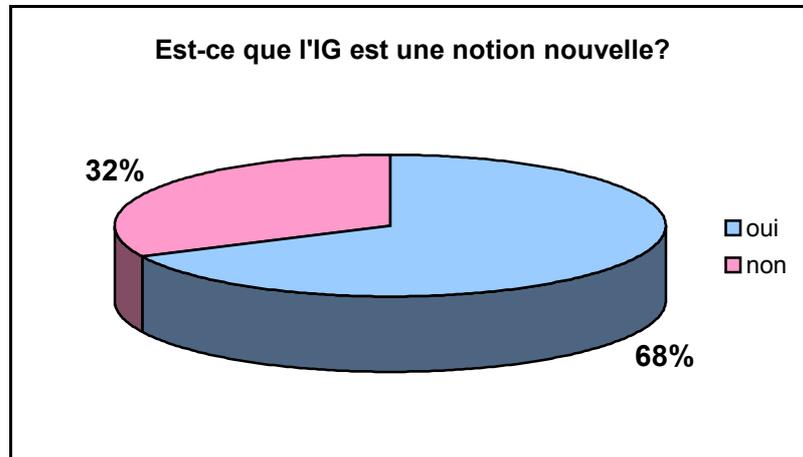
Avant le cours, il y a 56 % de bonnes réponses chez les diabétiques de type 1 et 71 % chez les diabétiques de type 2.  
Après le cours, on retrouve respectivement 89 % et 88 % de mauvaises réponses.



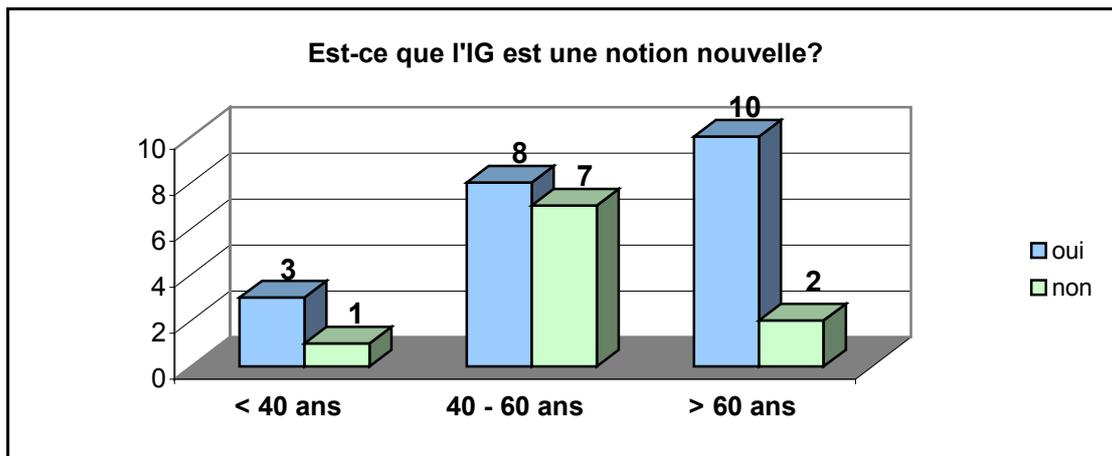
Avant le cours il y a 50 % de mauvaises réponses chez les patients dont le diabète a été diagnostiqué il y a moins d'1an, 78 % chez ceux diagnostiqués entre 1-10 ans, et 69 % chez ceux diagnostiqués il y a de plus de 10 ans.  
 Après le cours, on retrouve respectivement 100 %, 67 % et 92 % de mauvaises réponses.

### 3.3.9 Intérêt suscité par cet enseignement chez les patients

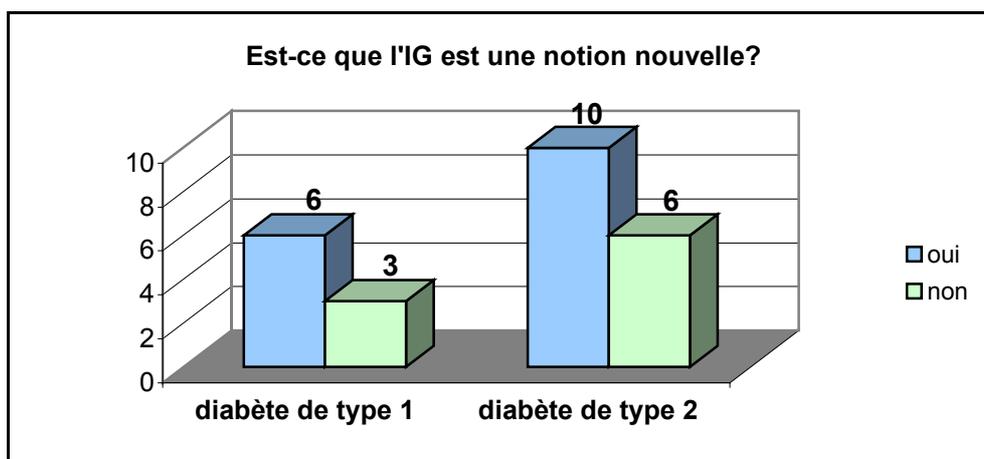
#### 3.3.9.1 Est-ce que l'IG est une notion nouvelle ?



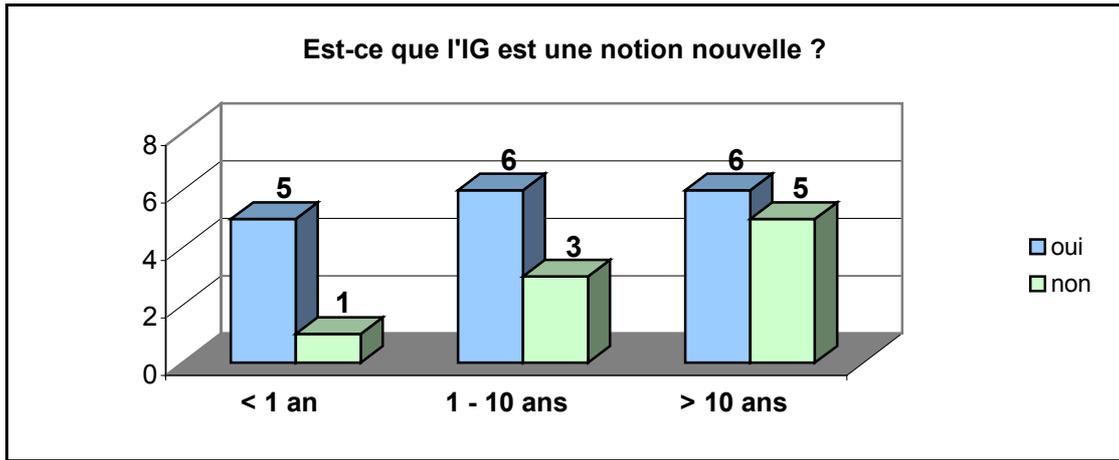
25 % des hommes et 33 % des femmes ne connaissaient pas la notion d'IG.



25 % de diabétiques de moins de 40 ans, 44 % des 40-60 ans et 13 % des plus de 60 ans ne connaissaient pas la notion d'IG.

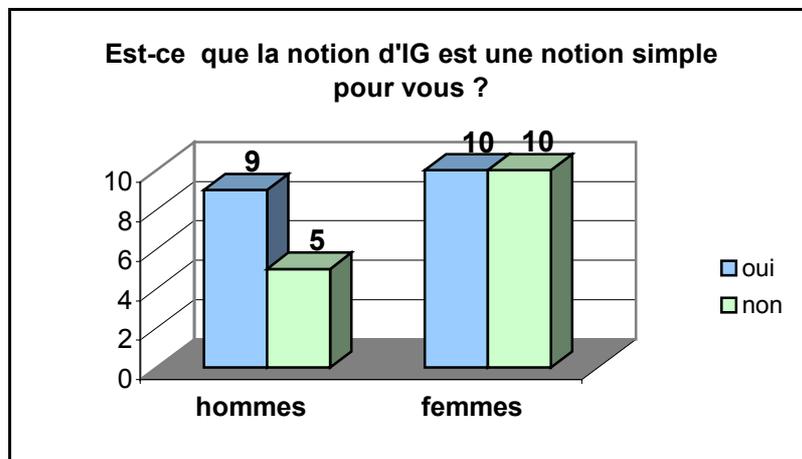
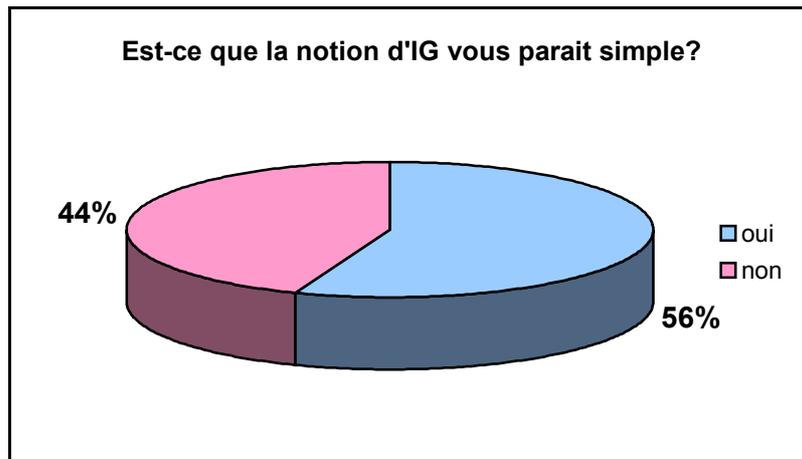


33 % des diabétiques de type 1 et 35 % des diabétiques de type 2 ne connaissaient pas la notion d'IG.

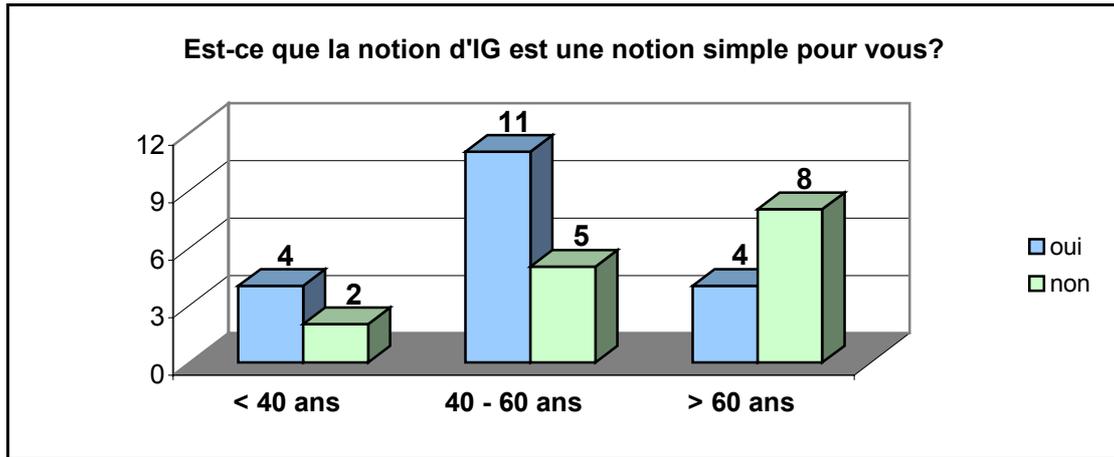


17 % des diabétiques diagnostiqués il y a moins de 1 an, 33 % de ceux diagnostiqués entre 1-10 ans et 38 % de ceux diagnostiqués il y a de plus de 10 ans ne connaissaient pas la notion d'IG.

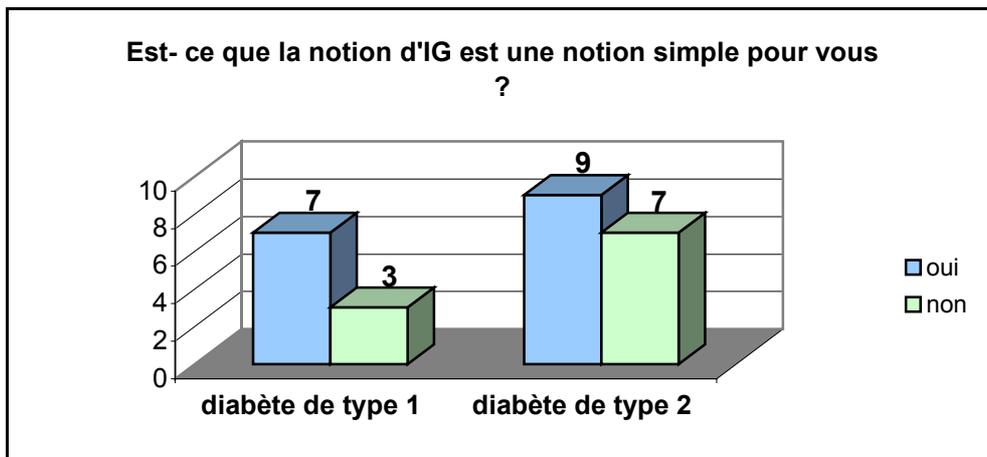
### 3.3.9.2 Est-ce une notion qui vous paraît simple ?



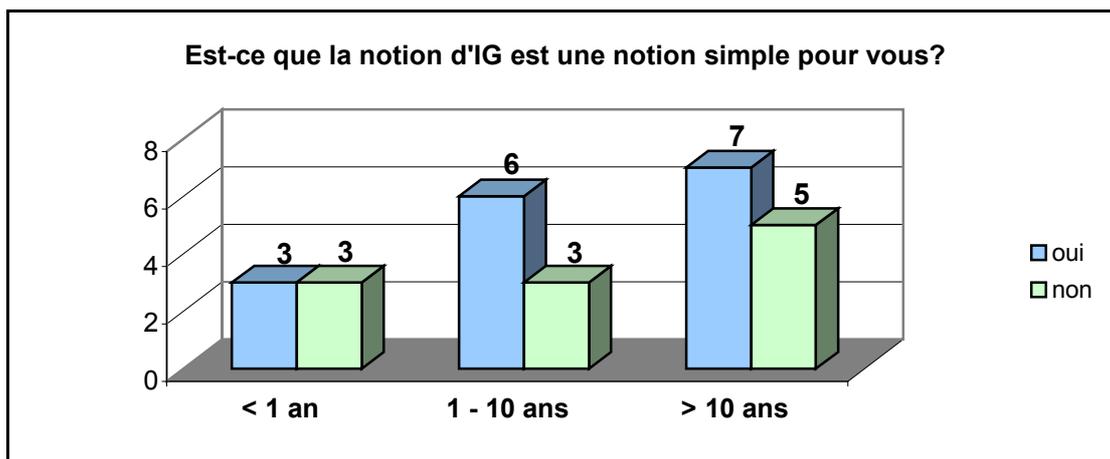
31 % des hommes et 56 % des femmes ne trouvent pas cette notion simple.



50% des diabétiques de moins de 40 ans, 31 % des 40-60 ans et 53 % des plus de 60 ans ne trouvent pas cette notion simple.

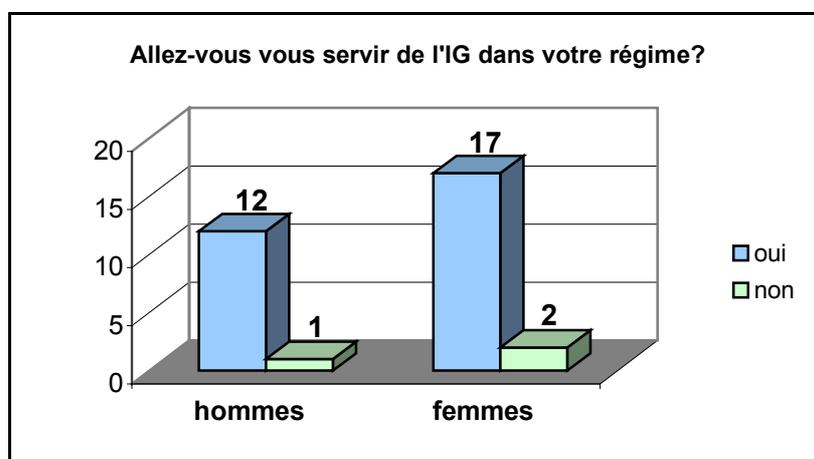
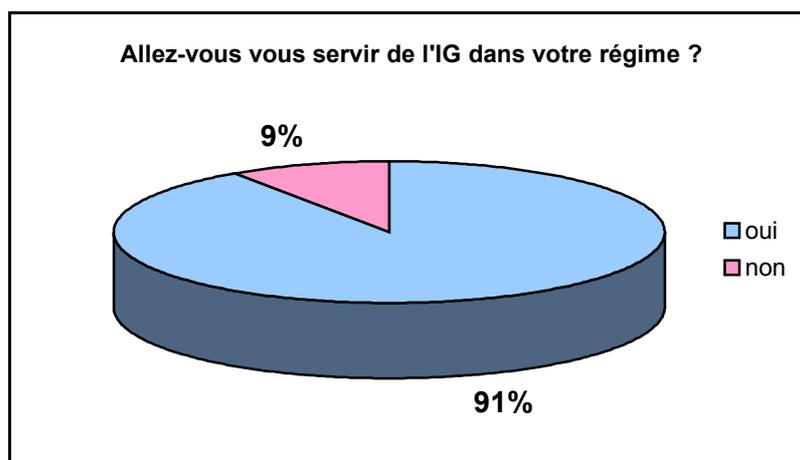


33 % des diabétiques de type 1 et 41 % des diabétiques de type 2 ne trouvent pas cette notion simple.

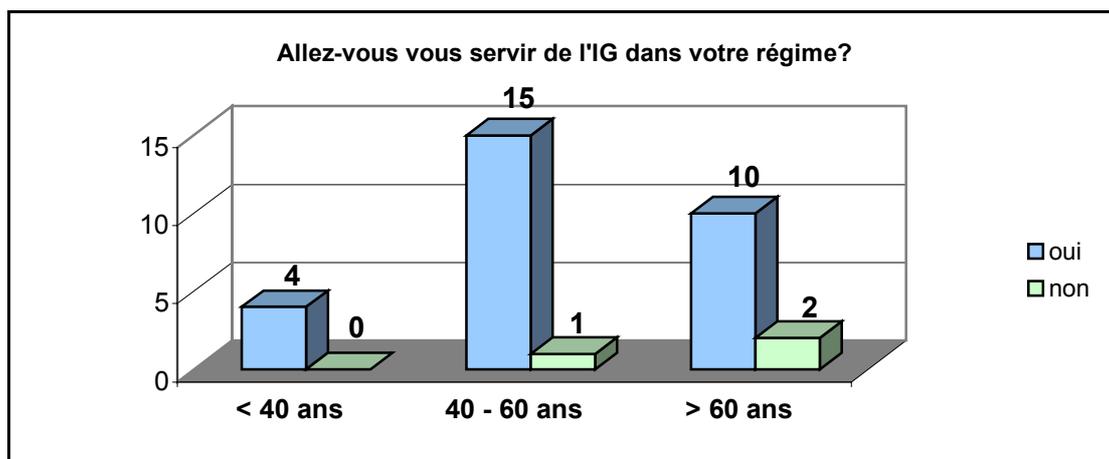


50 % des diabétiques diagnostiqués il y a moins d'1 an, 33 % de ceux diagnostiqués entre 1-10 ans et 38 % de ceux diagnostiqués il y a plus de 10 ans ne trouvent pas cette notion simple.

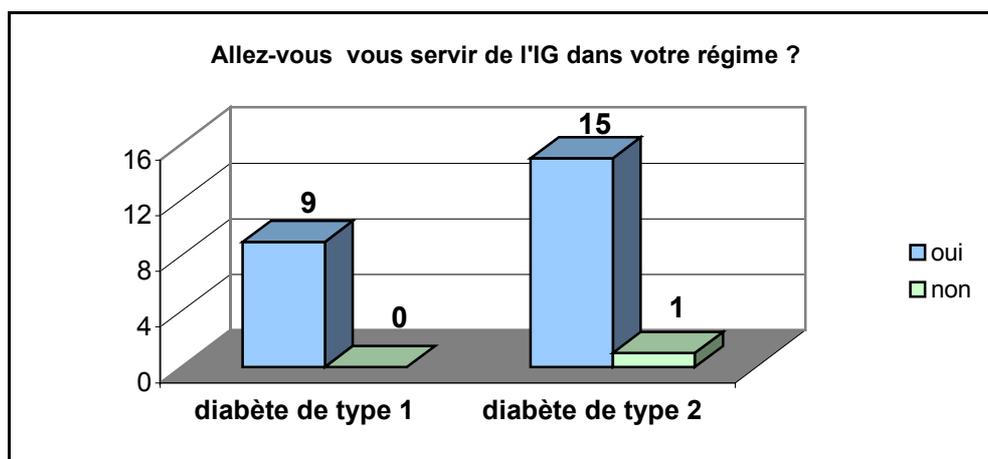
### 3.3.9.3 Allez-vous vous en servir?



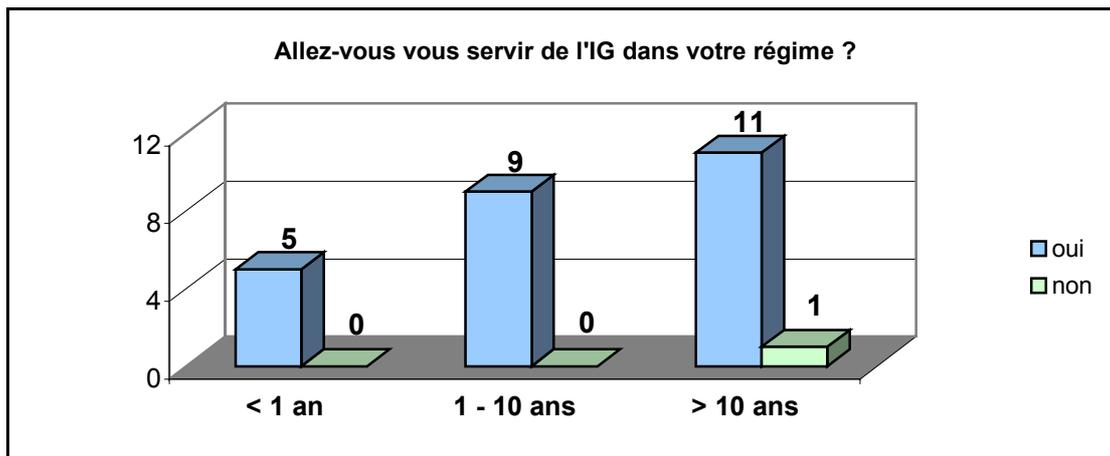
75 % des hommes et 94 % des femmes sont favorables à l'utilisation de l'IG dans leur régime.



100 % des diabétiques de moins de 40 ans, 94 % des 40-60 ans et 67 % des plus de 60 ans sont favorables à l'utilisation de l'IG dans leur régime.



100 % des diabétiques de type 1 et 88 % des diabétiques de type 2 sont favorables à l'utilisation de l'IG dans leur régime.



83% des diabétiques diagnostiqués il y a moins de 1 an, 100 % de ceux diagnostiqués entre 1-10 ans et 85 % de ceux diagnostiqués il y a plus de 10 ans sont favorables à l'utilisation de l'IG dans leur régime.

## **IV/ DISCUSSION**

On constate dans l'ensemble une amélioration des connaissances sur les IG suite à l'enseignement. On peut toutefois noter deux exceptions: les légumineux pour lesquels le pourcentage de bonnes réponses après le cours est inférieur au pourcentage de bonnes réponses avant le cours (53 % contre 47 %), et le sucre pour lequel le taux de mauvaises réponses est supérieur après le cours (56 % contre 44 %). Plusieurs éléments peuvent expliquer ces résultats discordants. Tout d'abord le fait que le mot légumineux n'apparaisse dans aucun des deux questionnaires; je parlais de flageolets dans le 1<sup>er</sup> questionnaire et de lentilles dans le 2<sup>ème</sup> questionnaire. Certains patients ne savent peut être pas que les flageolets et les lentilles sont tous les deux des légumineux .

De plus, certaines croyances antérieures, et longtemps enseignées, comme "sucre = sucre simple = sucre rapide" sont difficiles à oublier bien qu'elles soient inexactes.

Enfin, les patients confondent les notions d'équivalence et IG : si 5g de sucre = 100 % de glucides, l'IG est lui différent de 100.

L'analyse des réponses selon le type de population (sexe, âge, type de diabète, durée d'évolution) retrouve également une amélioration des connaissances, avec toujours comme exception les légumineux et le sucre.

Néanmoins, les acquis et acquisitions varient selon le type de population:

- les connaissances avant le cours sont plus importantes chez les femmes mais l'apprentissage chez les hommes est meilleur (plus de bonnes réponses chez les hommes après le cours).
- les diabétiques de type 1 ont des acquis antérieurs supérieurs à ceux des diabétiques de type 2, mais leur capacité d'apprentissage est identique.
- selon la durée d'évolution, je retrouve essentiellement une différence dans la capacité d'apprentissage. Plus le diabète est de découverte récente, plus les facultés d'apprentissage sont importantes. Ainsi chez les diabétiques de diagnostic inférieur à 1 an, n'ont que des bonnes réponses après le cours pour l'IG de la baguette, des corn flakes et du soda. Mais ils sont aussi unanimes (100 %) pour dire que le sucre a un IG élevé après l'enseignement (alors que 50 % ne l'était pas avant), ce qui signifie que leurs acquis sont fragiles.

Cependant même après plus de 10 ans d'évolution du diabète, les patients continuent à s'intéresser à leur régime.

- L'âge des patients influe également sur leurs capacités d'apprentissage. Ceci explique les meilleurs résultats obtenus par les moins de 40 ans, avec 100 % de bonnes réponses pour l'IG du pain aux céréales et du soda après enseignement, alors qu'ils ne sont que 53 % des plus de 60 ans à avoir correctement répondu à l'IG du pain aux céréales et 73 % à l'IG du soda après le cours.

Il est donc très satisfaisant de constater que les patients semblent généralement réceptifs au cours même si l'absence de mauvaises réponses est peu fréquente. Le profil de patient, chez qui la notion était la mieux intégrée est le patient de sexe masculin, âgé de moins de 40 ans et dont le diabète a été diagnostiqué récemment.

Une partie du 2ème questionnaire (la deuxième partie, qui comprend 3 questions) n'a pas pu être exploitée sous forme de tableau et/ou graphique récapitulatif, car il s'agit de questions ouvertes. De plus, des réponses incomplètes aux 3 questions ont été nombreuses (7 non-réponses à la première question, 10 non-réponses à la deuxième question, 14 non-réponses à la troisième question).

L'analyse globale des réponses à ces questions montre que l'utilisation de l'IG en situation concrète semble difficile, et ce quel que soit le profil du patient interrogé.

Mais, certaines réponses par leur pertinence montre que certains patients ont mieux intégré la notion d'IG:

- "utiliser un aliment à IG élevé" pour se re-sucrer
- "apporter des fibres", "des laitages", "des légumineuses" au cours du repas contenant un aliment glucidique pour diminuer le risque d'hyperglycémie post-prandiale
- "augmenter l'insuline", "diminuer la portion de l'aliment glucidique", "rajouter des fibres" pour diminuer l'IG du repas lors de l'ingestion d'un aliment à IG élevé.

En dehors de ces réponses, il y a des réponses inadaptées, témoignant de toute la difficulté à intégrer la notion d'IG dans le régime:

- adjonction de "corn flakes", "un sorbet", "sucre", "miel", "soda" pour diminuer la glycémie post-prandiale
- associer à l'aliment à IG élevé " de la baguette", " de l'eau", " une pâtisserie", "de la confiture", pour diminuer l'IG global du repas

On constate également la confusion dans l'esprit des patients entre les notions d'IG et d'équivalence; ainsi pour certains "ôter un fruit" permet de baisser la glycémie après ingestion d'un aliment à IG élevé.

A la question concernant les aliments à prendre en cas d'hypoglycémie, la réponse "le sucre" revient 13 fois, confirmant que son appartenance aux aliments glucidiques à IG moyen (et non aux IG élevés) est difficile à intégrer.

De plus, la différence entre jus de fruit (à base de fructose et donc à IG faible) et soda (à base de glucose et donc à IG élevé) n'est pas claire; les deux étant cités comme aliment de re-sucrage.

Enfin la notion d'associer un sucre dit "lent" et un sucre dit "rapide" pour lutter contre l'hypoglycémie persiste, comme le montre ces réponses "petit-beurre (IG moyen) + sucre (IG moyen)", ou "pain-confiture (IG moyen) + sucre". Ces associations ne permettent pourtant pas d'obtenir le plus rapidement l'effet souhaité.

Même si la notion d'IG est nouvelle pour plus de la moitié des patients (68 %), et que la moitié d'entre eux (56 %) ne trouve pas cette notion simple, ils sont 91 % à être favorable à son utilisation dans leur régime au quotidien, ce qui est très encourageant pour poursuivre dans l'apprentissage de l'IG.

En analysant les réponses selon le profil de la population, on constate que la notion est surtout nouvelle pour les diabétiques les plus jeunes (<40 ans) et dont la découverte du diabète est récente (<1 an).

100 % des diabétiques de moins de 40 ans sont favorables à l'utilisation de l'IG dans leur régime contre 67 % chez les diabétiques de plus de 60 ans. Il est plus difficile de vouloir changer ses habitudes avec l'âge, et ce quel que soit le type de diabète et la durée d'évolution du diabète

Les résultats de cet essai d'outil pédagogique sont dans l'ensemble encourageants même si le niveau de connaissance est très variable selon l'âge, le sexe, la durée d'évolution du diabète, le type de diabète et probablement le niveau d'éducation (que je n'ai pas pu étudier avec mon questionnaire car la formulation était peu précise et la majorité des patients étant à la retraite ne m'a pas précisé leur profession antérieure), et même si cela remet en cause les enseignements antérieurs (ce qui était interdit auparavant, ne l'est plus aujourd'hui), ce qui perturbe les diabétiques les plus anciens.

En effet, les résultats sont concluants car je constate une amélioration des connaissances après l'enseignement sur l'IG pour tout patient confondu. Le fait d'être jeune, et d'avoir un diabète évoluant depuis peu semble plus propice à l'apprentissage d'une notion nouvelle, mais être plus âgé n'est pas un obstacle en soi.

Toutefois, je constate que l'utilisation concrète de l'IG au quotidien est prématurée après seulement un enseignement de 30 minutes. Mais, l'engouement des patients à se servir de ce nouvel outil diététique, alors qu'ils n'en prenaient connaissance que pour la première fois, incite à l'améliorer afin qu'il puisse prendre sa véritable place dans le régime du diabétique.

Il convient également de souligner l'intérêt d'enseigner la notion d'IG sous forme de cours collectif plutôt qu'individuel.

En effet, grâce au travail de groupe, les patients passent d'une situation d'écoute passive, où il est difficile de savoir ce qui a été retenu et compris, à une situation active où le patient essaie de restituer les connaissances enseignées. Le travail en groupe stimule l'apprentissage individuel, les solutions proposées par un patient sont rediscutées, critiquées ou renforcées par les autres, les réponses amènent du dialogue entre les patients et de l'émulation. Le formateur peut n'être à ce moment là qu'un simple animateur. Les informations sont apportées par les apprenants eux-mêmes, faisant référence à leur vécu personnel, et ont souvent plus d'impact que celles de l'enseignant, car venant d'un pair. Le travail en groupe permet également de gommer la pression exercée par l'enseignant sur l'enseigné. Le sentiment d'infériorité s'estompe, l'apprentissage en est favorisé.

## Les modifications éventuelles à faire

La mise en place pour la première fois d'un outil pédagogique permet de souligner les éléments à améliorer.

Plusieurs tableaux sont proposés pour classer les aliments glucidiques selon leur IG, mais celui choisi (Annexe 3) avait la particularité de répertorier une partie des aliments glucidiques en IG faible, moyen, et élevé, et de faire la distinction entre les différents groupes d'aliments glucidiques (féculents, laitages, fruits et légumes...). Ce tableau s'adressant aux patients et non aux professionnels de santé pourrait être davantage simplifié: dans chaque colonne, la valeur de l'IG de chaque aliment pourrait être supprimé, les patients ne devant retenir que la notion d'IG faible, moyen, élevé; de plus le tableau pourrait ne garder que les aliments de consommation courante et supprimer les aliments de consommation rare dans notre civilisation occidentale (exemple: suppression de l'orge perlé, igname, patate douce...).

Au vu des résultats des questionnaires, il semblerait nécessaire d'insister sur certains points, et notamment de développer la partie concernant le sucre et de détailler le groupe d'aliment glucidique des légumineux.

Pour cela, il conviendrait de centrer le cours uniquement sur l'IG et donc d'aborder l'enseignement des glucides et des notions d'IG et d'équivalence séparément.

Lors de l'étude, les deux notions (IG et équivalences) étaient initialement enseignées durant la même heure, mais suite aux remarques des patients se plaignant d'une confusion entre les deux, ces enseignements ont été dissociés. Il faudrait de plus dissocier l'enseignement des glucides de celui de l'IG.

La limitation dans le temps du cours, ne permet pas d'insister suffisamment sur l'utilisation de l'IG au cours des repas, comme le montrent les difficultés à répondre aux situations de re-sucrage, d'hyperglycémie post-prandiale.

Il conviendrait d'allonger la durée du cours (une heure environ) pour se consacrer dans un premier temps à l'apprentissage des IG des aliments glucidiques consommés isolément (cette partie est déjà enseignée depuis la mise en place du cours) et dans un deuxième temps d'aborder la notion d'IG au cours d'un repas mixte. Pour mettre en pratique cette deuxième partie, il pourrait être intéressant de créer un deuxième outil pédagogique sous forme de menus à compléter.

Il serait également judicieux de regrouper les patients par niveau de capacité d'apprentissage, car comme le montre les résultats de mon étude une personne âgée mettra plus de temps à apprendre, ou aura plus de mal à dépasser les vieux adages d'antan. La durée d'enseignement sera différente selon les groupes.

Enfin pour renforcer l'apprentissage de cette notion. Le tableau dans un modèle grand format, pourrait être affiché dans la salle de cours et la salle de vie des diabétiques. Une autre solution envisageable pour pallier aux limites rencontrées serait la mise en place de réseau diabète, comme celui créé en Sarthe. Ce réseau favorise le développement de

l'éducation thérapeutique ambulatoire, où le patient diabétique peut, en s'inscrivant au réseau diabète, suivre des cours développant 4 à 6 thèmes, notamment un sur le régime. Ces cours regroupent 6 à 10 personnes, l'enseignement est adapté au niveau du groupe, et 1 à 2 séances de rappel par an renforcent les acquisitions. Par ailleurs, le médecin généraliste tient un rôle important. Il se doit à son cabinet de contrôler la persistance des acquis lors du suivi de patients diabétiques, et idéalement de compléter l'enseignement par des mises en situation concrète. Il peut également intégrer un réseau diabète (travail interdisciplinaire avec les autres professionnels de la santé concernés par les patients diabétiques), dont il tirera des bénéfices à la fois pour lui (il reçoit des formations, des protocoles, des outils de suivi...) et pour ses patients (avis spécialisés faciles d'accès, séances d'éducation de groupe réservées à ses patients adhérant au réseau...).

Enfin, de toutes ces connaissances théoriques et pratiques, il serait intéressant de remettre une fiche de rappel aux patients diabétiques:

1/ L'utilisation au quotidien d'un régime à faible IG:

- améliore votre HbA1C, en diminuant les glycémies post-prandiales et la glycémie à jeun.
- améliore votre bilan lipidique, ce qui permet de diminuer le risque cardio-vasculaire (insuffisance coronarienne, infarctus du myocarde...)
- aide à la perte de poids pour les diabétiques en surcharge pondérale, par son action sur la satiété.

2/ Les sucres simples comme le saccharose (morceau de sucre), et le fructose (sucre des fruits), consommés en quantité raisonnable ne sont pas à exclure du régime, car ajoutés à un aliment glucidique nature ils ne font pas augmenter son IG

- l'IG d'un yaourt = l'IG d'un yaourt sucré

3/ L'IG d'un aliment glucidique est modifiable par:

-la cuisson

- des pâtes al dente ont un IG plus faible que les pâtes trop cuites

-la présence de fibres

- les pains aux céréales ont un IG plus faible que la baguette

-la forme d'absorption solide ou liquide

- la pomme a un IG plus faible que le jus de pomme

-la préparation industrielle

- le riz a un IG plus faible que le riz soufflé des galettes ou des céréales

4/ La notion d'IG est valable au cours d'un repas mixte. L'évaluation de l'IG d'un repas est possible en tenant compte surtout des aliments glucidiques.

L'association d'un aliment glucidique à faible IG à un aliment glucidique à IG élevé abaisse l'IG global (IG global = moyenne des deux IG)

5/ Pour bénéficier de ces effets, il faut:

-consommer à chaque repas un aliment glucidique à faible IG ( $\leq 55$ )

- référence tableau

-réserver la consommation isolée d'aliments à IG élevé aux hypoglycémies

- le coca

-en cas de repas mixte, il faut les associer avec un autre aliment glucidique à IG faible:

- purée de pomme de terre et légumes verts
- Mauvais exemple: pain et purée de pomme de terre

ou, les intégrer dans un repas glucido-protido-lipidique:

- Exemple de menu: entrée: crudités/ vinaigrette  
plat principal: purée de pomme de terre/ steak  
dessert: fromage blanc et mandarines

## **V/ CONCLUSION**

Participer à l'élaboration d'un outil éducatif sur l'IG (notion uniquement théorique jusqu'à présent en France) pour le régime des diabétiques m'a beaucoup intéressée.

Cet outil est simple à exploiter et malgré ses limites a l'avantage d'être utilisable autant en milieu hospitalier qu'en ambulatoire, autant par des médecins spécialistes que généralistes, et donc d'être un outil commun à tout intervenant.

De plus l'utilisation de l'IG a l'avis favorable des patients.

Certes, l'utilisation des IG en France n'est pas aussi développée qu'en Australie (précurseurs en la matière), mais dans un idéal proche peut-être arriverons-nous à les imiter en abandonnant le principe des équivalences au profit des IG, et indiquer les IG sur l'emballage des produits commercialisés.

Il faut rappeler que le suivi d'un régime à IG faible est aussi utile en prévention primaire (en diminuant la prévalence du diabète). Il serait donc licite de le proposer aux personnes à risque: les personnes porteuses d'un syndrome pluri-métabolique, les personnes ayant un pré-diabète, les personnes obèses et pourquoi pas à la population générale.

## BIBLIOGRAPHIE

1-A.N.A.E.S. (mars 2000). Stratégie de prise en charge du patient diabétique de type 2 à l'exclusion de la prise en charge des complications.

2-Araya H, Contreras P, Alvina M, Vera G, Pak N.(2002). A comparison between an in vitro method to determine carbohydrate digestion rate and the glycemecic response in young men. *European journal of Clinical Nutrition*. **56**:735-739

3-Behall KM, Howe JC. (1995). effect of long term consupton of amylose versus amylopectin starch on metabolic variables in human subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*. **61**: 334-340

4-Bellisle F, Couet C, Delarue J, Flourié B, Krempf M, Leverve X, martin A, Monnier L, Péronnet F, Viallettes, ZieglerO. Glucides

5-Lairon D, Cherbut C, JI Barry. Fibres alimentaires.

Afssa. Apports nutritionnels conseillés pour la population française

6-Bouche C, rizkalla Sw, Luo J, Veronese A, slama G.(2000). Regulation of lipid metabolism and fat mass distribution by chronic low-glycemic index in non-diabetic subjects.*Diabetes.suppl A40-49*

7-Brand Miller JC, Colagiuri S, Crossman S, Allen A, Roberts DCK, Truswell AS.(1991). Low-glycemic index foods improve long-term glycemic control in NIDDM *Diabetes Care*.**14**:95-101

8-Brand Miller JC.(1994). Importance of glycemic index in diabetes. *American Journal of Clinical Nutrition*. **59**(suppl.): 747S-752S

9-Brand Miller JC. (Fev1997). L'index glycémique des aliments. *Cahiers de nutrition et de diététique*.**32**: 42-4

10-Cavé C, domengé F, Garuz F.(1999). Education de l'adulte diabétique. *Diététique et médecine*.31-32

11-Chew I, brand JC, Thorburn AW, Truswell AS. (1988). Application of glycemic index to mixed meals. *American journal of Clinical Nutrition* **47**:53-56

12-Crapo PA, Reaven GM, Olfesky JM. (1976). Plasma glucose and insulin responses to different complex carbohydrates. *Diabetes*. **25**: 741-774

- 13-Collier Gr, Wolever TMS, Wong GS, Josse RG. (1986). Prediction of glycemic response to mixed meals in non insulin-dependant diabetic subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition*. **44**:349-352
- 14-Coulston AM. (1997). Much ado about nothing. *Diabetes care*. **20**: 241-243
- 15-FAO/WHO Expert consultation.(1998).Carbohydrates in human nutrition.**66**
- 16-Fontvieille AM, Rizkalla SW, Penfornis A, Acosta M, Bornet F, Slama G. (1992). The use of low glycemic index foods improves metabolic control of diabetic patients over five weeks. *Diabetes medicine*. **9**: 444-450
- 17-Foster-Powell K, Brand Miller J.( 1995).International tables of glycemic index. *American Journal of Clinical Nutrition*. **62**: 871S-93S
- 18-Frost GS, Brynes, Dhillon WS, Bloom Sr, Mc Burney MI.(2003). The effects of fiber enrichment of pasta and fat content on gastric emptying, GLP-1, glucose, and insulin responses to a meal. *European Journal of Clinical Nutrition*. **57**:293-298
- 19-Frost G, Keogh B, Smith D, Akinsanya K, Leeds A.1996. The effect of low-glycemic carbohydrate on insulin and glucose response in vivo and in vitro in patients with coronary heart disease. *Metabolism*.**45**: 669-72
- 20-Giacco R, Parillo M, Rivelles A, Lasorella G, Giacco A, D'Episcopo L, Riccardi G.(2000). Long-term dietary treatment with increased amounts of fiber-rich low-glycemic index natural foods improves blood glucose-lombrol and reduces the number of hypoglycemic event in type 1 diabetic patients. *Diabetes Care* .**23**:1461-1466
- 21-Grimaldi A, sachon C, Bosquet F. Diététique des diabètes. Les diabètes: comprendre pour traiter.154-159 et 163—165
- 22-Hermansen H, Rasmussen O, Arnfred J, Winthjer E, Schmitz O.(1986). Differential glycaemic effects of potato, rice and spaghetti in type 1(insulin-dependant) diabetic patients at constant insulinaemia. *Diabetologia*.**29**:358-361
- 23-International Diabetes institute, Melbourne.(1994). eating for health.*Diabetes*.
- 24-Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH et al.(1981).Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *American Journal of clinical nutrition*.**34**:362-6

25-Jenkins DJA, Wolever TMS, Jenkins AL, Thorne MJ, Lee R, Kalmusky J, reichert R, Wong GS.(1983).The Glycaemic index of foods tested in diabetic patients:A new basis for carbohydrates exchange favouring the use of legumes.Diabetologia.**24**:257-264

26-Jenkins DJA, Wolever TMS, Kalmusky J, Guidi S, Giordano C, Patten R, Wong G, Bird JN, Hall M, Buckley G, Csima A, Little JA.(1987). low glycemic index diet in hyperlipidemia: use of traditionnal starchy foods. American Journal of clinical nutrition. **46**: 66-71

27-Jenkins DJA, Wolever TMS, Jenkins AL. (1988).Starchy foods and the glycemic index.Diabetes care. **11**:149-59

28-Jenkins AL, Jenkins DJA, Zdravkovic U, Würsch .(2002).original communication.depression of the glycemic index by high levels of beta-glucan fiber in two functional foods tested in type 2 diabetes. European Journal of Clinical Nutrition. **56**:622-628

29-Les journées de diabétologie, Hôtel Dieu.(1991). Editions Flammarion, Médecine-Sciences.

Jörgens V, Berger M.L'éducation du patient diabétique: Abrégé de son histoire. Les résultats et les problèmes d'aujourd'hui.

Green L.W, Costagliola D, Chwalow AJ.Diagnostic éducatif et évaluation de stratégies éducatives(modèle PRECEDE): méthodologie pratique pour induire des changements de comportements et d'état de santé.

Chwalow AJ, Costagliola D, Mesbah M, Moret L Eschwège. Diagnostic et évaluation de stratégies éducatives pour les diabétiques non insulino-dépendants et leurs médecins traitant en France.

30-Les journées de diabétologie, Hôtel Dieu, 1993. Editions Flammarion, Médecine-Sciences.LeanMEJ. Quel type de régime alimentaire choisir dans le diabète de type 2 ? Les hydrates de carbones: nature, quantité et métabolismes.

31-Kennedy DO, schoeley AB.2000. Glucose administration, heart rate and cognitive:effects of increasing mental effort.Psychopharmacology.**149**:63-71

32-Kiens B, Richter A.(1996). Type of carbohydrate in a ordinary diet affect insulin action and muscles substrates in humans. Americen journal of Clinical Nutrition.**63**: 47-53

33-Lestradet H. (1996). L'index glycémique. Médecine et nutrition.**32**: 89-93

- 34-Liu S, Stampfer MJ, Hu FB, Franz M, Sampson L, Hennekens CH.2000. a prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women.American Journal of clinical nutrition.**71**:1455-61
- 35-Ludwig Ds. 2000. Dietary glycemic index and obesity. Journal nutrition.**130**(suppl): 280S-3S
- 36-Marsaudon E. 2001; Index glycémique: pourquoi et pour qui? La revue du praticien médecine générale. Tome 15 **530**: 511-514
- 37-Masson O. Bases de biochimie de la diététique. édition TEC & DOC
- 38-Monnier L, Avignon A.(1999).Diététique et hygiène du diabète de type 2. La revue du praticien. **49**: 40-45
- 39-Nils-georg L Asp.(1995). classification and methodology of food carbohydrates as related to nutritional effects. American Journal of Clinical nutrition.**61**(suppl):930S-7S
- 40-Nutrition and health collection. Index glycémique et santé: bilan des démonstrations scientifiques.
- 41-E. Noriega et J.F Brun. (1997).L'index glycémique va t-il révolutionner nos habitudes alimentaires ? Equilibre Pays de Loire, extrait de la revue de l'association régionale de Montpellier.**66** : 7-10
- 42-Papoz I, Williams R, Fuller J. Le diabète en Europe. Editions INSERM.
- 43-Perlemuter L.(2001). Les index glycémiques. Contraintes pour une réalité: quels aliments à conseiller à qui? Entretiens de Bichat.
- 44-Perlemuter L, Sélam JL, Collin de l'Hortet G.Diabète et maladies métaboliques. Histoire et actualité. Alimentation et diabète. Edition Masson.
- 45-Réseaux diabète. (Mars 2000). L'éducation du patient diabétique.
- 46-Sachon C.Education des diabétiques. Les diabètes: comprendre pour traiter. Chapitre **9**: 139-147
- 47-Slama G.L'alimentation des diabétiques. Traité de diabétologie. Edition Pradel
- 48-Slama G. les évènements de l'année en diabétologie.2001. Editions ESKA

- 49-Soh NI, Brand-Miller J. (1999). The glycaemic index of potatoes: the effect of variety, cooking method and maturity. *European Journal of Clinical Nutrition* **53**:249-254
- 50-Tchobroutsky G, Slama g, Assan R, Freychet P.L'alimentation des diabétiques. Editions pradel.**63**: 657-671
- 51-Thorburn AW, Brand JC, Truswell AS.(1986). The glycaemic index of foods. *The Medical Journal of Australia*.**144**:580-2
- 52-Thorburn AW, Brand JC, truswell AS.(1987). Slowly digested and absorbed carbohydrate in traditional bushfoods: a protective factor against diabetes? *American journal of Clinical Nutrition*. **45**: 98-106
- 53-Trusweel As.(1992). Glycaemic index of foods. *European Journal of Clinical Nutrition*. **46**(suppl):S91-S101
- 54-TuomilhethoJ, Lindestrôm J, Eriksson JG, Valle TT, Hämälâinene H, et al(2001). Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *New England Journal of Medicine*.**344**;1343-50
- 55-Vaisman N, Voet H, Akivis A, Vakil E.(1996). Effect of breakfast timing on the cognitive functions of elementary school students. *Archive of pediatric adolescent medicine*.**150**:1089-92
- 56-Wolever TMS, Jenkins DJA.(1985).Application of glycaemic index to mixed meals. *The lancet*.**26**:94
- 57-Wolever TMS, frank Q, Nuttal MD, Randolph Lee MD.(1985). Prediction of the relative blood glucose response of mixed meals using the white bread glycemic index. *Diabetes Care*.**8**: 418-428
- 58-Wolever TMS, Jenkins DJA.(1986).The use of the glycemic index in predicting the blood glucose response to mixed meals. *The American Journal of Clinical Nutrition*. **43**:167-172
- 59-Wolever TMS, Janette C Brand, Truswell AS.(1987). Slowly digested and absorbed carbohydrate in traditional bushfoods: a protective factor against diabetes? *American Journal of Clinical Nutrition*.**45**:98-106
- 60-Wolever TMS, Jenkins DJA, Jenkins AL, Josse RG.(1991). The glycemic index: methodology and clinical implications. *American Journal of Clinical Nutrition*. **54**:846-854

61-Wolever TMS, Jenkins DJA, Vuskan V, Jenkins AL, Josse RG.(1992). Beneficial effect of low-glycemic index diet in overweight NIDDM subjects. *Diabetes care*.**15**: 562-564

62-Wolever TMS, Nguyen PM, Chiasson JL, Hunt JA, Josse RG, Palmason C, Rodger NW, Ross Sa, Ryan EA, Tan MH.(1994). Determinants of diet glycemic calculated retrospectively from diet records of 342 individuals with non-insulin-dependant diabetes mellitus. *American Journal of Clinical Nutrition*.**59**:1265-9

63-Thèse de Huet D.(2001).Paris.effets métaboliques de régimes à index glycémiques différents chez les sujets diabétiques de type 2

## ANNEXE 1

Les recommandations actuelles proposées par l'A.N.A.E.S, l'A.L.F.E.D.I.A.M, L'A.D.L.F

-un apport énergétique adapté aux besoins énergétiques totaux, normocalorique en cas de poids normal, et hypocalorique en cas de surpoids(avec un objectif peu restrictif de l'ordre d'une perte de 1-2 kg/mois)

-L'apport glucidique doit représenter une part importante des AET(apports énergétiques totaux), soit 45-50 voire 55%, ce qui est une nouvelle habitude à prendre chez les patients, ayant souvent une consommation plus restrictive.

-L'apport lipidique doit être abaissé à 30% des AET, ce qui est peu réalisable avec une vie sociale normale, donc un apport jusqu'à 35% paraît raisonnable(meilleur palatabilité de l'alimentation en grande partie due à l'apport lipidique). En effet l'alimentation du diabétique doit être peu athérogène et peu thrombogène, car le risque de maladie cardiovasculaire est 2-3 fois plus élevé que dans la population générale. L'effort doit être surtout porté sur les acides gras saturés, qui doivent représenter moins de 10% des AET, et l'apport en cholestérol doit être inférieur à 300mg par jour. Ces objectifs sont atteints en privilégiant les laitages demi-écrémé ou écrémé, les viandes maigres et les poissons, et en limitant les charcuteries, les viennoiseries, les fritures, le surplus de beurre, les sauces. L'apport en graisse poly-insaturée de la série n-3 (l'huile de colza, noix, soja, huile et chair de poisson gras, intéressant pour leur effet hypotriglycéridémiant et anti-thrombogène), et surtout en graisse mono-insaturée (huile d'olive et de colza, riche en acide oléique et à effet hypocholestérolémiant) doit être privilégié.

-L'apport protéique est pour un diabétique sans néphropathie avérée, de 0.8 à 1g /kg de poids.

-Il n'y a pas de supplémentation à envisager en minéraux et vitamines en cas de régime >1600 kcal/j, il faut simplement limiter l'apport sodé en cas d'HTA.

-L'apport en fibres est fortement conseillé aussi bien en fibres solubles(pectines, guar, gommes... que l'on retrouve dans les fruits, les légumes verts, les légumineuses) qui favorisent la régulation glycémique, qu'en fibres insolubles(son de blé et d'avoine) qui favorisent le ralentissement de la vidange gastrique et le transit. L'apport conseillé est de 25à 35 g /j, soit au minimum 1 légume cru et 1 légume cuit par jour, la consommation régulière de légumineuse, et l'introduction de pain complet ou céréales complètes.

-L'apport d'alcool peut être autorisé à condition que sa consommation soit prise en compte dans les AET, que sa consommation se fasse au cours du repas, et que la quantité soit limitée à 2-3 verres/j chez l'homme et 1-2 verres/j chez la femme.

-Les édulcorants ne sont pas indispensables chez le diabétique mais utilisables, notamment pour sucrer les boissons chaudes.

## ANNEXE 2

### Enquête réalisée en France auprès des médecins traitants et de leurs patients en 1989

Les réponses étudiées par Chwalow A.J, montrent que les patients sont extrêmement **passifs**, qu'il y a un **manque de connaissances théoriques** 45% sont incapables de répondre correctement aux questions, et 90% donnent moins de la moitié des bonnes réponses. Malgré cela, ils pensent à 90% que leur niveau de connaissances est bon ou excellent. Toutefois, ils aimeraient avoir plus d'information concernant l'auto surveillance (77%), le régime ( 75%) notamment plus d'élément pratique. Il existe une discordance entre médecins et malades. Les praticiens **n'ont pas l'impression de réussir à transmettre leur sentiment du caractère sérieux du diabète à leur malade**. Leurs **recommandations**, ne sont la plupart du temps **pas ou mal suivies**. Les praticiens, très conscients de ces problèmes, ne connaissent pas les méthodes pour changer le comportement. Ils sont, dans l'ensemble, disposés à considérer leurs malades comme un partenaire dans le traitement de leur maladie, alors que les malades ne sont **pas prêts à accepter cette responsabilité**.

Plusieurs facteurs importants pour l'éducation des diabétiques non insulino-dépendants ont été extraits des données de cette étude:

1/ Les patients ne considèrent pas que le diabète est une maladie grave, au point qu'ils **ne se sentent pas concernés** par les complications à long terme dont ils ont entendu parler. Suivre les recommandations thérapeutiques ne sera possible qu'à partir du moment où le malade soit convaincu de leur efficacité. Une discussion approfondie avec le malade, sur le traitement comme sur les conséquences de la maladie, peut permettre au malade d'apprécier le caractère néfaste d'un taux de glucose néfaste, tout en se rendant compte de ce qu'il peut faire pour y remédier.

2/ Les patients n'ont pas les connaissances théoriques nécessaires pour suivre un régime équilibré. En outre il faut se souvenir que **si les connaissances sont indispensables, elles ne sont pas suffisantes pour changer de comportement**.

3/ les patients sont rarement réalistes et cherchent à perdre trop de poids en trop peu de temps. Il faut apprendre à **fixer des buts** à la fois court et à long terme; il faut apprendre aux malades à **se récompenser lorsqu'ils atteignent leurs objectifs**.

4/ Il faut aider les malades à prendre conscience de **la nécessité de se prendre eux-mêmes en charge**.

5/ Les patients bien entourés réussissent plus facilement à se prendre en charge.

6/ Plus il faut changer le mode de vie et moins le diabétique sera compliant. Il est nécessaire d'adapter **le traitement au mode de vie** du patient, en lui expliquant par exemple de quelle façon il peut inclure ses aliments préférés dans ses menus. Il faut **simplifier** le régime autant que possible

7/ Peu de diabétique utilisent **l'auto surveillance**. Pourtant cela permet au malade d'avoir un instantané de son équilibre glycémique. Cela peut aider médecin –malade dans le contrôle de la maladie, mais cela permet également au patient de **se sentir responsable**, de penser que **la situation est entre ses mains!**

8/ En matière d'enseignement, les réponses les plus fréquentes font appel à un transfert de connaissances, or en matière de diététique, cette approche se révèle inadaptée. Il ne suffit pas d'informer les diabétiques, il faut les former, plus que d'enseigner il faut les impliquer.

ANNEXE 3

| <b>aliments à IG faible<br/>(&lt;55)</b>   | <b>aliments à IG moyen<br/>(55 à 70)</b>  | <b>aliments à IG élevé<br/>(&gt;70)</b>   |
|--|---|---|
| fructose - lactose   | saccharose  | glucose - maltose   |
| <b>céréales et féculents</b>   |   |   |
| boulgour<br>All bran<br>flocons d'avoine<br>haricots blancs<br>haricots rouges<br>igname<br>lentilles<br>maïs<br>müesli<br>orge perlé<br>pain aux céréales<br>pain intégral<br>patate douce<br>pâtes<br>pâtes aux œufs<br>petits pois<br>pois chiches<br>raviolis à la viande<br>riz blanc asiatique<br>sarrasin<br>soja<br>vermicelle | biscotte<br>blé noir<br>chips<br>croissant<br>millet<br>pain blanc<br>pain pita<br>pizza<br>pomme de terre bouillie<br>pomme de terre "robe des champs"<br>pop corn<br>riz basmati<br>semoule<br>son d'avoine<br>spécial K<br>tacos | baguet<br>baguette<br>blé soufflé<br>chocopops<br>corn flakes<br>cracotte<br>fèves<br>frites<br>galette de riz<br>pain complet<br>pain suédois<br>pomme de terre au four<br>pomme de terre en purée<br>rice krispies<br>riz brun<br>tapioca |
| <b>lait et produits laitiers</b>   |   |   |
| lait<br>lait parfumé<br>yaourt   |   |   |
| <b>légumes</b>   |   |   |
| légumes en général   | betterave   | carottes cuites<br>citrouille<br>navets<br>panais<br>rutabaga   |

| <b>fruits</b>  |   |  |
|--|---|--|
| abricots secs<br>cerises<br>compote sans sucre<br>groseilles<br>jus de fruit (ananas, pomme, raisin, orange)<br>mangue<br>orange<br>pamplemousse<br>pêche<br>pêche en boîte<br>poire<br>pomme<br>prune<br>raisin | abricots<br>ananas<br>banane<br>fruits au sirops<br>kiwi<br>melon<br>papaye<br>raisins secs           | pastèque   |
| <b>desserts et produits sucrés</b>   |   |  |
| chocolat au lait<br>chocolat noir<br>crème anglaise<br>éclair au chocolat<br>gâteau aux pommes, banane, de savoie  | barre müesli<br>cookies<br>mars<br>crêpes<br>glace<br>sorbet<br>miel<br>pain d'épices<br>petit beurre | biscuits à l'eau<br>gaufres et gaufrettes<br>sodas |

Tableau extrait de la revue Equilibre N° 229. octobre 2002

## ANNEXE 4

### Questionnaire d'entrée

|   |
|---|
| <p><b>Age :</b></p> <p><b>Sexe :</b></p> <p><b>Profession :</b></p> <p><b>Date de diagnostique du diabète :</b></p> <p><b>Type de diabète :</b></p> |
|---|

1/ A quantités égales, quel est l'aliment qui va faire monter le plus la glycémie, une heure après son ingestion ?

- Flageolets
- Baguette de pain
- Sucre en morceau(saccharose)

2/ A quantités égales, quelle est la céréale consommée au petit-déjeuner qui fera monter le plus la glycémie ?

- Croissant
- Muesli
- Cracotte
- Corn flakes

3/ A quantités égales, quelle est la forme de pain qui fera monter le plus la glycémie ?

- Pain complet
- Baguette
- Pain aux céréales
- Biscotte

4/ A quantités égales, quel est le mode de cuisson de la pomme de terre qui fera monter le plus la glycémie ?

- Purée
- Frites
- Pomme de terre en robe des champs

5/ A quantités égales, quel est le féculent qui fera monter le plus la glycémie ?

- Lentilles
- Pâtes
- Riz brun
- Pomme de terre

6/ A quantités égales, quel est l'aliment sucré qui fait le plus monter la glycémie ?

- Jus de raisin
- Glace
- Soda
- pomme

## Questionnaire de sortie

Age  
Sexe  
Profession  
Type de diabète  
Date du diagnostique

1/Classez les aliments suivant en 3 catégories index glycémique faible/moyen/fort

|                           | Faible IG(IG<55) | Moyen IG(55-70) | Fort IG(>70) |
|---------------------------|------------------|-----------------|--------------|
| Pain aux céréales         |                  |                 |              |
| baguette                  |                  |                 |              |
| Riz blanc                 |                  |                 |              |
| Pâtes al dente            |                  |                 |              |
| Pâtes bien cuites         |                  |                 |              |
| flageolets                |                  |                 |              |
| Pommes de terre bouillies |                  |                 |              |
| Purée de pomme de terre   |                  |                 |              |
| Corn flakes               |                  |                 |              |
| Flocon d'avoine           |                  |                 |              |
| banane                    |                  |                 |              |
| pomme                     |                  |                 |              |
| Jus de raisin             |                  |                 |              |
| soda                      |                  |                 |              |
| Gâteau de savoie          |                  |                 |              |
| Petit beurre              |                  |                 |              |
| chocolat                  |                  |                 |              |
| miel                      |                  |                 |              |
| Morceau de sucre          |                  |                 |              |

2/ En cas d'hypoglycémie quelle catégorie d aliment faut- il choisir pour se resucrer ?  
citer 2 aliments

- 
- 

3/ Pour diminuer le risque d'hyperglycémie post-prandiale, quelle catégorie d' aliment privilégiez-vous ?  
citer 2 aliments

- 
- 

4/ Quand vous consommez un aliment à index rapide, citez 2 mesures pour éviter une trop forte hyperglycémie post- prandiale ?

- 
- 

5/ Est-ce que la notion d'index glycémique était une notion nouvelle,pour vous ?

- oui
- non

6/ En voyez-vous une utilité pratique pour votre régime au quotidien ?

- oui
- non

**NOM:** SINAMAL, CLOTTEAU

**PRÉNOM:** Guénaëlle

## **TITRE**

INTRODUCTION DE L'INDEX GLYCÉMIQUE DANS LE RÉGIME DES  
DIABÉTIQUES:  
ÉVALUATION DE LA MISE EN PLACE D'UN OUTIL PÉDAGOGIQUE

## **RÉSUMÉ**

Partant du constat scientifique que chez les diabétiques un régime à faible index glycémique a des effets positifs sur la glycémie, l'hémoglobine glyquée et le bilan lipidique, j'ai essayé de mettre en place un outil pédagogique afin de leur enseigner cette notion d'index glycémique. A l'aide de deux questionnaires distribués aux patients diabétiques participant à la formation, j'ai évalué leurs acquis antérieurs et les progrès obtenus suite à l'enseignement, et donc j'ai pu juger de la qualité de l'outil pédagogique. Malgré la perfectibilité de l'enseignement et les difficultés apparentes des patients à se servir rapidement et aisément de l'index glycémique, l'intérêt unanime des diabétiques à son égard incite à améliorer son instruction afin que l'index glycémique soit un jour d'utilisation courante dans le régime des diabétiques.

## **MOTS CLEFS**

Diabète

Régime diabétique

Index glycémique

Outil pédagogique