



SSCSTRAINING

Chapitre 3 Les Glucides

Diététique Sportive



Chapitre 3 – Les glucides

1 - Que sont-ils ?

Les glucides sont des composés organiques très ubiquitaires.

Ils servent de carburant, de stockage d'énergie, de structure de base de l'ADN et de l'ARN, d'éléments structurels dans les parois cellulaires de bactérie et de plantes.

Les glucides sont liés à d'autres micronutriments sous forme de glycoprotéines et de glycolipides et jouent ainsi en tant que composant membranaire un rôle important par exemple dans la reconnaissance intercellulaire.

Les glucides alimentaires sont composés à partir des monosaccharides :

- **glucose ou D-glucose ou dextrose**
- **fructose ou galactose**



Selon le nombre de monosaccharides liés on parle de **di**, **d'oligo** ou de **polysaccharides**.

Parmi les **disaccharides** le saccharose joue un rôle essentiel. Il est communément appelé « sucre » et est produit en Europe essentiellement à partir de la betterave.

Le **lactose** est le sucre prédominant du lait. Il est et une source alimentaire essentielle au nourrisson. Sa digestion dissocie ce disaccharide en glucose et en galactose.

La présence de **maltose** dans les aliments est faible mais la digestion de glucides polymériques en produit de grandes quantités.

La majeure partie des glucides alimentaires est représentée par l'**amidon** composé d'amylose et d'amylopectine. Ces macromolécules appelées polysaccharides sont composés uniquement de glucose. Une molécule d'amylopectine pouvant en contenir des centaines de milliers. L'amidon est la forme de réserve polysaccharidique des plantes. L'amidon représente 75% de poids sec d'un grain de blé et 65% de celui d'une pomme de terre.

L'organisme animal stocke les glucides en quantité limitée sous forme de **glycogène** dans le foie et les muscles.

Comme les glucides se lient à l'eau lors du stockage et contiennent moins d'énergie, l'organisme humain préfère les lipides comme réserve énergétique.

D'autres **polysaccharides** sont présents dans les plantes et peuvent être ajoutés en grandes quantités dans les aliments préparés industriellement. C'est l'amidon qui sert généralement de produit de base : son hydrolyse produit du glucose. Sa modification physique, chimique ou enzymatique le rend très hydrosoluble et donc utilisable par l'industrie alimentaire : dextrine, sucre inverti, sirop de glucose....

Seuls les monosaccharides : glucose, fructose, galactose peuvent être absorbés, il se produit donc une **hydrolyse** lors de la digestion.

Celle-ci débute dans la bouche grâce à une **amylase salivaire** et continue dans le grêle par une **amylase pancréatique**. Les issus de la transformation sont le glucose, mais surtout maltose et l'isomaltose. Ces disaccharides ainsi que le lactose et le saccharose absorbés seront traités par les disaccharidases membranaires spécifiques

La vitesse d'absorption varie en fonction de l'efficacité des modes de transport au niveau de la muqueuse. Glucose et galactose sont en compétition et se lient au sodium sur le GLUT2 leur transporteur. Ils transitent contre un gradient de concentration.

L'absorption du fructose se fait passivement et utilise une protéine de transport facilitant le passage (GLUT5)

La vitesse d'absorption des monosaccharides y compris les autres sucres-alcool (polyols) utilisés comme édulcorants : sorbitol, xylitol...) est rapide tandis que le fructose est beaucoup plus lent (nous y reviendrons avec la notion d'index glycémique).

Si les capacités individuelles des systèmes de digestion ou d'absorption sont dépassées, des glucides de bas poids moléculaire arrivent dans le colon. Ils s'y lient à l'eau et peuvent être métabolisés par les bactéries intestinales entraînant diarrhées et flatulences.... (syndrome intestin irritable)



Après absorption, **les glucides arrivent au foie**. Glucose et galactose sont transformés en glucose. Une partie du glucose absorbé arrive dans le sang périphérique, est reconnu par les récepteurs pancréatiques et entraîne une sécrétion accrue d'insuline par les cellules bêta des îlots de Langerhans et fait chuter celle du glucagon.

Ces changements hormonaux servent de signal et modifient le métabolisme. L'intégration du glucose dans le foie, les muscles et le tissu adipeux est augmentée et sa transformation sous forme de stockage est stimulée. Grâce au G6P il va pouvoir être transformé en acides gras, triglycérides et, si les stocks le permettent en glycogène.

En raison des capacités limitées de stockage (100g dans le foie) l'excédent est transformé en lipides, ainsi que tout excédent. Comme cette étape nécessite au préalable des transformations, ce ne sont pas les glucides qui sont sources de surpoids mais plutôt les graisses qui peuvent très facilement intégrer les triglycérides !

La glycémie est régulée finement par l'organisme et se maintient aux environs de 0,7 à 1,05g par litre à jeun et 1,20 à 1,40g par litre en post prandial. Un apport insuffisant en sucres et la baisse de la glycémie sont à l'origine de faiblesse, fatigue et peut provoquer crampes, état de choc et décès !

Lors d'une alimentation normale, **60% du glucose est stocké au niveau du foie** afin de fournir aux cellules l'énergie nécessaire. L'homéostasie du glucose est assurée à long terme par des mécanismes divers permettant même lors d'une alimentation sans glucides d'assurer une couverture minimale de 4 à 5g par heure de glucose.

Le glucose d'origine exogène apporté par les aliments est métabolisé rapidement en quelques heures. La glycogénolyse par transformation du glycogène permet la fourniture du glucose jusqu'à 12H après le dernier repas. La **néoglucogenèse** sert ensuite, lorsque le glycogène est épuisé, à assurer la production de glucose par le foie grâce à la lipolyse qui fournit acides gras et glycérol et par le tissu musculaire qui sera dégradé pour obtenir grâce aux acides aminés gluco formateurs l'alanine nécessaire : cycle de cori. Après 1 à 2 jours sans glucides, la néoglucogenèse diminue au profit de l'utilisation de plus en plus élevée des acides gras libres qui vont libérer les corps cétoniques qui contribueront au fonctionnement du cerveau. Il est possible de survivre de façon prolongée sans apport de glucides par la synthèse de glucose à partir des protéines et par la limitation parallèle de l'utilisation tissulaire du glucose.

Les protéines utilisées dans ses voies métaboliques sont d'origine exogène ou proviennent des réserves protéiques essentiellement musculaire...

Ceci rend compte de l'importance de la régularité et de la composition des repas pour le sportif désireux d'optimiser ses entraînements et d'atteindre des performances !



2 - Index glycémique

Capacité d'un aliment ingéré à élever rapidement le taux de sucre sanguin, en référence au sucre de table qui est égal à 100%

	Index	Aliments
	105	Maltose
Index élevé	100	Glucose
	90	Miel, carotte
	88	Pommes de terre (Purée)
	85	Saccharose (sucre de table)
	80	Pomme de terre, Corn Flakes
	79	Fèves
	72	Pain blanc, riz blanc
	71	Millet
	66	Pain complet, riz brun
	62-64	Raisins, bananes, betteraves rouges
Index moyen	60	Pâtes
	59	Maïs
	54	biscuits
	50	Spaghettis, petits pois
	46	Jus d'orange
Index bas	24-40	Pomme, agrumes selon degré de maturité
	40	Yaourts, glaces
	36	Lait
	32-	Haricots
	34	Lentilles, haricots blancs, pois cassés
	31	Fructose
	29-	Soja
	30	
	20	
15		

L'**index glycémique** détermine la faculté d'un aliment contenant des sucres à augmenter la glycémie plus ou moins rapidement au cours de la digestion :

- ✓ Les **pommes de terre frites ont un IG à 95** => Le sucre parvient rapidement dans le circuit sanguin : en fonction de la quantité ingérée il y a une production rapide et + ou - importante de la production d'insuline et stockage....
- ✓ Les lentilles avec un IG à 25 n'ont pas cet effet : les sucres contenus sont métabolisés lentement et parviennent progressivement dans la circulation sanguine, influant peu la stimulation d'insuline

Quel est l'intérêt d'utiliser l'index glycémique (IG) ?

L'IG indique le potentiel glycémiant d'un glucide (sucre), et donc sa capacité à induire une sécrétion d'insuline en rapport. Or plus la réponse insulinaire est élevée, et plus le risque de prise de poids est important...

Plusieurs facteurs influent sur l'Index Glycémique

Le 1^{er} : la **composition des aliments** : plus ils contiennent d'amylose plus leur IG est bas.

Les hydrates de carbone (glucides) ou sucres sont contenus dans de nombreux aliments qui se répartissent en différentes familles en fonction de leur nature

Les différentes familles d'amylacés			
Céréales	Tubercules	Légumineuses	Fruits
Blé tendre	Pomme de terre	Haricot	Banane
Blé dur	Patate douce	Pois	Mangue
Riz	Manioc	Pois chiche	Pomme
Maïs	Ignome	Lentilles	
Avoine	Taro	Fèves	
Orge	Tania		
Seigle			
Sorgho			
Mil			

15-28%
Amylose

17-22%
Amylose

33-66%
Amylose

Tous ces amidons, pour être absorbés et apparaître dans la circulation sanguine doivent être transformés en glucose. Ce sont les enzymes digestives (alpha-amylases notamment) qui réalisent ce travail.

La digestion commence dans la bouche avec la mastication et se poursuit dans l'intestin grêle après un transit par l'estomac.

La montée en glycémie témoigne du niveau d'absorption du glucose et donc de la digestibilité d'un amidon particulier.

Le maïs cireux dont les extraits sont utilisés dans l'industrie alimentaire comme épaississants en contiennent moins de 1% = IG haut !!!

Ces amidons, source de glucose (sucre utilisé par les cellules), sont composés d'un rapport plus ou moins important d'amylose (plus résistant aux attaques enzymatiques) et d'amylopectine.

Plus il y a d'amylose dans un aliment, plus son index glycémique est bas

Inversement, un niveau bas d'amylose, en permettant la gélification de l'amidon lors de la cuisson à l'eau, c'est-à-dire son hydratation et sa dilution formant un gel facilement attaqué par nos enzymes, augmente la transformation en glucose et donc son index glycémique !

Le 2nd facteur influent l'Index Glycémique : Le type de traitement
technique ou thermique que subit l'aliment influence l'IG

Les facteurs augmentant l'IG :

- **La chaleur** : exemple carotte crue = IG 35 ; carotte cuite à l'eau = IG 85
- **La fragmentation** et l'explosion du grain en augmentant la capacité de gélatinisation. Par exemple :
 - Pétales soufflés de céréales : IG 85
 - Purée en flocons : IG 95
 - Féculés de céréales (amidons modifiés ou dextrinisés) : IG100
- **Le broyage** par la facilitation de digestion
Par exemple, le grain de blé et la farine : Plus une farine est pure et fine plus son IG est élevé :
 - IG farine moderne obtenu par broyage au cylindre > IG farine obtenu par broyage sur meule de pierre
 - IG pain blanc actuel > IG pain blanc au levain > IG pain « Poilâne » au levain > IG pain intégral
- **Le degré de murissement et de vieillissement** : en entraînant la formation de sucre à partir des amidons. Par exemple la banane blanche IG 40 lorsqu'elle brunit donne un IG 65.
De même la pomme de terre conservée plusieurs mois a un IG > à celui des pommes de terre nouvelles

Nutriments	Farine intégrale pour 100g	Farine blanche (T55) pour 100g
Protéines	12 g	8 g
Lipides	2.5 g	1 g
Glucides	60 g	74 g
Fibres	10 g	3 g
Eau	15.5 g	14 g
Taille des particules	Grossières	Fines
Index glycémique	40	70

Les facteurs diminuant l'IG :

- **La pastification** (extrusion sous forte pression) utilisé en fabrication entraîne un durcissement de l'amidon de blé qui devient plus résistant au chauffage : spaghettis, tagliatelles à IG 40... mais pas raviolis, pâtes fraîches même maison IG 70
- **La cuisson al dente** (5-6') conserve son IG bas à moyen à un aliment alors qu'à 15-20' celui augmente par gélatinisation de l'amidon
- **La cuisson à la vapeur** car le faible pouvoir d'hydratation de ce mode empêche partiellement la gélatinisation
- **La cuisson au four** en présence de très peu d'eau (pain, biscuits.....) ne permet pas aux amidons contenus de gélatiniser (il faut de l'eau en quantité...)
- **La rétrogradation**, processus inverse de la gélatinisation : en refroidissant, l'amidon subit une nouvelle transformation qui ralentit la digestion et abaisse l'IG.
Par Ex : les spaghettis (même blanches), cuites al dente et mangées froides en salade auront un IG de 35
☞ Même remis en cuisson l'amidon rétrogradé ne retrouve pas en totalité ces propriétés de gélatinisation et conserve donc un abaissement de son IG.

On peut en déduire que **l'IG sera plus ou moins élevé en fonction du mode de consommation** :

- IG Pain fraîchement cuit > à IG pain rassis > à IG pain toasté
- IG Pain fraîchement cuit > à IG pain frais décongelé à température ambiante
- IG lentilles vertes cuites > à IG lentilles vertes froides (surtout si >24 de réfrigération)

☞ Cependant, il a été montré que le fait de rajouter des lipides à un amidon qui a fait l'objet d'une gélatinisation, entraîne un ralentissement de la rétrogradation et limite donc l'abaissement de l'IG donc si vous souhaitez refroidir vos pâtes avant de les manger en salade, évitez d'ajouter de l'huile avant de les réfrigérer !

La présence de protéines et de fibres au sein de l'aliment induit un taux d'IG moins élevé. Dans les pâtes, le gluten empêche l'hydrolyse des amidons et ce sont les fibres contenues dans les flocons d'avoine et les légumineuses qui confèrent à ces produits leur IG bas en instaurant une barrière à l'action enzymatique des amylases.

Chercher dans les ingrédients les sucres ajoutés :

- ✓ Dextrose, Fructose, Glucose, Lactose, Maltodextrine, Maltose, Sirop de glucose, Sirop de glucose-fructose, Sirop de sucre, Sucre ou sucre de canne (saccharose), Sucre inverti

Et repérez les édulcorants :

- ✓ **de charge**, même quantité d'énergie que le sucre : Erythritol, Isomalt, Maltitol, Mannitol, Sorbitol, Syllitol
- ✓ **intenses**, fort pouvoir sucrant mais sans calories : Acésulfame K, Aspartame, Cyclamate, Glycosides de stéviol (stévia), Saccharine, Sucralose, Thaumatine

En pratique :

1) Choix des aliments :

- Utiliser les produits entiers **naturels** autant que possible : céréales complètes, légumes secs, végétaux riches en fibres...
- Choisissez des préparations permettant d'obtenir un **IG bas** : pain au levain, aliments lacto-fermentés, contenus sans ajouts de sucres ...

2) Choix du mode de cuisson :

- cuisson au four sans eau
- cuisson à la vapeur douce
- cuisson du produit en gros morceau plutôt qu'en petits ou en purées...

3) Choix de consommation

- plutôt après réfrigération, sans ajout de sauce et/ou graisse, et mangé froid en salade
- plutôt décongelé que frais (pour le pain...)

4) Tenir compte de la quantité en sucre des aliments

- a. Les fruits et légumes
- b. Les pains, féculents, légumes secs
- c. Les aliments cuits

a - Quantité de sucre dans les fruits

< 5%	5 à 10%	10 à 15%	15 à 20%	>20%
Airelle	Abricots frais et en conserve au naturel	Ananas	Amandes	26% : cacahuètes sèches
Citron	Avocat ¹	Brugnon	Bananes	Noix de cajou
Groseille à maquereau	Coing	Cassis	Cerise	40% Cacao
Rhubarbe	Fraise	Goyave	Figue	Châtaigne
	Framboise	Jacquier	Litchi	
	Grenade	Kaki	Noisette	
	Mandarine	Limettes	Noix de coco séché	
	Melon	Mangue	Raisin	
	Mûre	Pêche		
	Myrtille	Pistache		
	Noix du Brésil	Poire		
	Noix de coco fraîche	Pomme		
	Olive			
	Orange			
	Pamplemousse			
	Papaye			
	Pastèque			
	Prune			

En pratique, vous trouvez

20g de sucre dans :

- 400g de myrtilles - fruits à 5%
- 200g de fraise - fruits à 10%
- 130g de pêche - fruits à 15%
- 100g de banane - fruits à 20%
- 50g de Châtaigne - fruits à 40%

Calcul à l'identique pour les légumes :

- 400g de champignon à 5%
- 200g d'aubergine à 10%
- 130g de fève à 15%
- 100g de pomme de terre à 20%

a - Quantité de sucre dans les légumes

<5%	5 à 10%	10 à 15%	>15%
Asperge	Aubergine	Artichaut	Pomme de terre
Céleri branche	Betterave rouge	Cerfeuil	Scorsonère
Champignon	Carotte	Echalote	Topinambour
Chicorée	Céleri rave	Fève	
Choux	Chou-brocoli	Haricot	
Chou-fleur	Choucroute	Oignon cru	
Concombre	Chou de Bruxelles	Panais	
Cresson	Chou-navet (rutabaga)	Pois	
Endive	Chou rave	Raifort	
Epinard	Chou rouge	Salsifis	
Fenouil	Ciboulette	Truffe	
Haricots verts	Citrouille		
Laitue	Courge		
Oseille	Mâche		
Poivron	Navet		
Poireau	Oignon cuit		
Radis	Persil		
Scarole	Piment vert		
Tomate	Pissenlit		
	Potiron		
	Germe de soja		

b – Les pains, féculents, légumes secs

Teneur en glucides (en grammes) pour 100g d'aliments crus					
20g dans	40g dans	50g dans	60g dans	75g dans	80g dans
Banane (non mûre) Pommes de Terre Scorsonère Topinambour	Marrons Châtaigne	Pain Chips	Légumes secs : lentilles, haricots, pois cassés, fèves, pois chiches...	Biscotte Flocons de céréales Pâtes Semoules Farines	Flocons de pomme de terre

c – Les aliments cuits

Légumes secs, maïs, purée de pommes de terre	15 g
Pomme de terre (à l'eau, au four, pommes noisettes, ...)	20 g
Pâtes, Riz, Semoule, Frites	30 g
Pain de mie, pain de seigle, pain aux céréales	50 g
Pain de campagne, Baguette	55 g

3 - Les fibres

Tous les aliments, ou presque, contiennent des fibres. **Les fibres sont nécessaires à la santé !**

« Source de ... »		« Riche en ... »	
3g/100g	1,5g /100 Kcal	6g/100g	3g/100 Kcal

Elles ont un rôle de plus en plus étudié mettant en avant leurs **nombreux effets** :

- ✓ **Prébiotiques** : nourrissent et permettent le développement de certaines souches bactériennes tels les Bifidobactériums
- ✓ **Abrasifs** : entretiennent la muqueuse intestinale en exfoliant les cellules mortes ce qui stimule leur régénération
- ✓ **Pouvoir de lest** : augmente et/ou équilibre le transit car :
 - augmente le volume : pouvoir hygrophobe des fibres solubles capables de retenir l'eau
 - augmente le poids des selles « effet de lest » par l'apport en fibres insolubles

Les sources de fibres alimentaires :

- **Céréales** : 36 à 65% (selon les pays) surtout insolubles.
Les fibres solubles représentent de 16% dans le Blé à 50% dans l'Avoine (β -glucanes)
Dans l'ordre blé < seigle < orge < avoine
- **Les fruits** : 6 à 24% et les légumes : 22 à 47% comportent pour 1/3 de fibres solubles mais très hydratés ne représentent que 0,8 à 3,8% des apports en fibres. Les fruits secs, concentrés, en sont une bonne source.
- **Les légumes secs** : 2 à 8% -Bon apport, même si une fois hydratés le taux s'abaisse d'un facteur de 2,5 à 3- dont 25% de fibres solubles.
- **Oligosides** : fibres non digestibles car résistent à l'hydrolyse salivaire et intestinale. Principalement, on trouve les Fructo-oligosides (FOS), les trans-galactosides (TOS) et les α -galactosides. Quelques aliments en contenant : **oignon, ail, artichaut, chicorée, légumes secs...**

CLASSES DE FIBRES			
INSOLUBLES Non caloriques		SOLUBLES Peu calorique Environ 2 kcal/g	
Hémicellulose Cellulose Lignine	Inuline	Pectine	Gomme Aguar Mucilages Alginates
Son de blé, maïs, choux, légumes verts et orange, pomme de terre, peau des fruits	Artichaut, asperge oignon, poireau, salsifis	Sons d'orge et d'avoine oléagineux légumineuses, fruits	Algues
Facilitent le transit intestinal Participent à l'élimination des toxines Si excès : difficulté d'absorption des minéraux, flatulence, diarrhées.... Si carence : constipation, difficulté d'absorption des autres aliments, carences en vitamines		Ralentissent l'absorption des graisses et du sucre. Entretiennent notre flore intestinale nécessaire à la digestion. Aide à stabiliser le diabète le taux de cholestérol et de triglycéride (lipides sanguins)	

Plaquette « Reflex'CONSO : Bien lire l'étiquette produit pour mieux consommer » Ed. Arnaud Franel

% de fibres dans les végétaux			
Son de céréales	40%	Haricots secs	40%
Noix	24%	Pois cassés/lentilles	24/12%
Fruits secs	18%	Pain complet	13%
Fruits et légumes verts	12-2%	Pain blanc	10%
Farine complète	9%	Raisins	7%
Riz complet cuit	5%	Champignon	2,5%
Riz blanc cuit	2%	Pois chiches	1%

- ♥ Privilégiez les **produits céréaliers non raffinés**, de préférence BIO, qui sont plus riches en fibres : riz, pâtes, pain complets ...
- ♥ Consommez des **légumineuses** deux fois par semaine
- ♥ Favorisez les **fruits et légumes** plutôt que leur jus

A noter : la cuisson n'altère que faiblement les qualités des fibres voire les améliore : elle les rend plus digestes et certains minéraux sont plus disponibles !

Les fibres sont sources de **prébiotiques**. Elles sont nécessaires à notre santé : elles servent à nourrir nos bactéries et permettent de conserver en bon équilibre les différentes colonies présentes dans notre tube digestif.

Chaque catégorie présente dans les fibres ont un effet particulier sur notre santé

	Fibres totales (g pour 100g de matière fraîche)	Fibres solubles
Son de Blé	40-45	2
Son d'Avoine	17-25	8
Figues sèches	10	1,4
Pain complet	7,5	1
Graines oléagineuses	5-13	0,2-1
Flocons d'Avoine	8,3	3,2
Pruneaux	6-7	2,6
Pain Bis	5	0,3
Dates	8,7	1,2
Artichauts	5,2	1,9
Pois chiches cuits	4	0,3
Petits pois cuits	4,4	1,4
Lentilles cuites	4-5	2,3
Pain blanc	2-3	0,2
Haricots blancs cuits	6,3	1,3
Riz complet cuit	1,8	0,5
Légumes	1-4	0,2-0,7
Fruits frais	1-2,5	0,1-0,5

Quantités idéales de prébiotiques à atteindre chaque jour

"Le Régime microbiote" La santé passe par nos intestins

ANDRE BURCKEL - Ed MEDICLARO

Amidons résistants + Fructanes	7 à 12 g par jour	Dans les légumes secs, les céréales complètes, les pomme de terre Fruits et légumes : pêche, betterave, poivron...
Bêta-Glucane	3 à 4 g par jour	Avoine, Et céréales : orge, seigle
Fibres	> à 25g par jour	
Polyphénols	1,3 à 2,5g par jour	Tous les végétaux : jouer au maximum sur la diversification

PETIT DEJEUNER	DEJEUNER	DINER
100ml de Café ou Thé 100g de banane 115g de flocons d'avoine	100g de pomme de terre 100g de pain complet Viande ou poisson 100g de pomme 25g de chocolat noir	100g de poireau 5g de poivre 75g de poivron rouge Œuf ou tofu 50g de datte séchée 100g d'orange
Contenu en prébiotiques	Quantités en g apportées	Quantités en g recommandées
Amidons résistants	10,1	7 à 12
Fructanes	7	7 à 11
Bêta-Glucane	4	3 à 4
Fibres	30,7	Supérieur à 25
Polyphénols	2	1,3 à 2,5

LES PROBIOTIQUES

Ce sont des micro-organismes vivants. Ce sont des bactéries issues de différentes familles et qui colonisent notre système digestif. De leur équilibre dépend notre santé !

Les produits qui en sont source :

- ✓ **les yaourts et le lait fermenté** (kéfir) : les préférer au lait $\frac{1}{2}$ écrémé et sans ajout de lait en poudre
- ✓ la **choucroute** ainsi que les légumes ou **les jus de légumes lactofermentés**, le miso, le tempeh, le levain : choisir un pain au levain améliore l'absorption des minéraux

