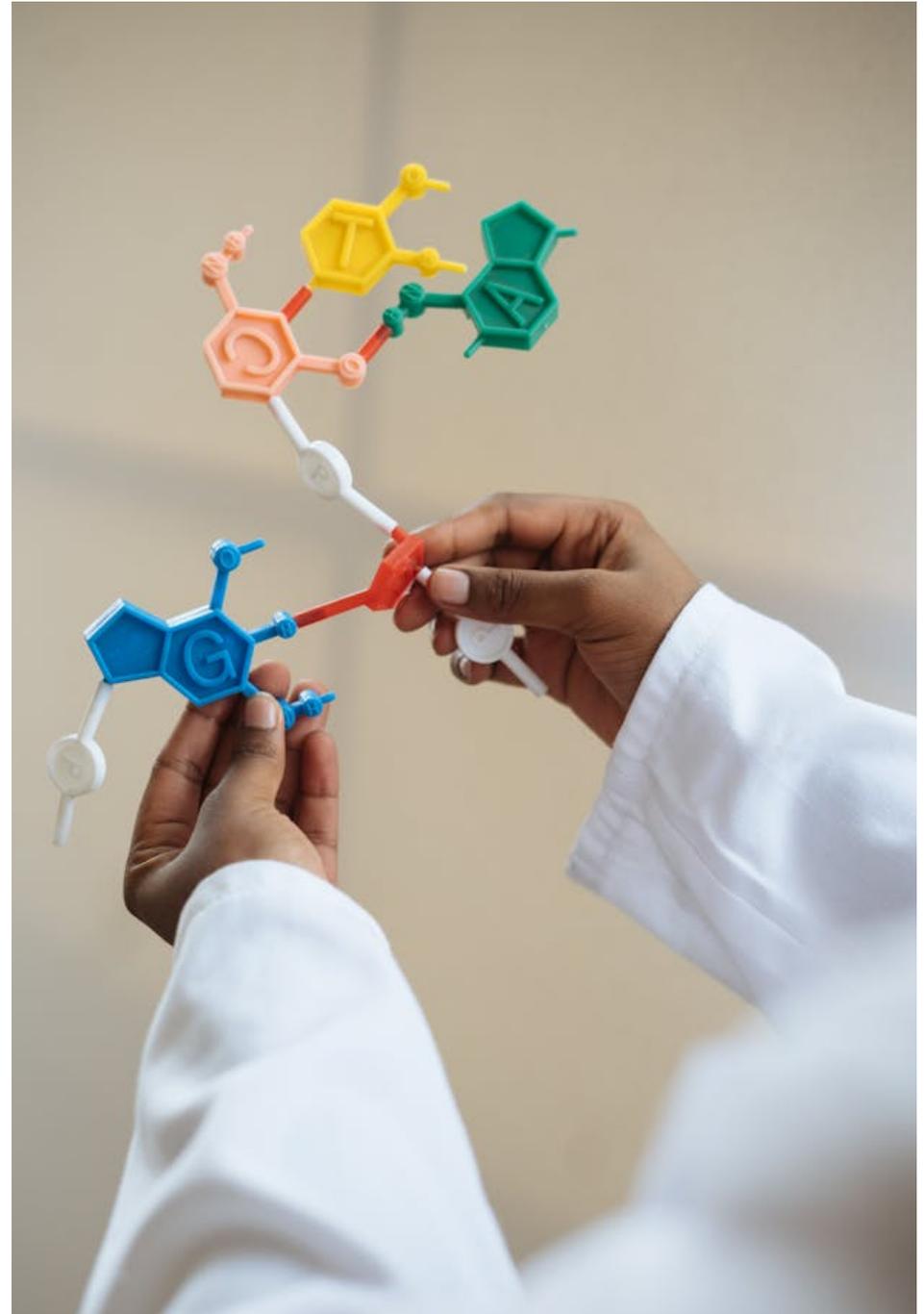




# ***Les Fibres***

***Matthieu Denais - 2024***

# Rappels Biochimiques



# Définition

Les fibres alimentaires sont des constituants **végétaux** qui échappent à la digestion de l'intestin grêle de l'homme. Il s'agit principalement de **polysaccharides** c'est à dire des molécules complexes appartenant à la famille des glucides. On peut les considérer comme de longues chaînes formées par l'assemblage de nombreuses molécules plus simples, appelées oses. Ces polysaccharides dites de structure ou pariétaux appartiennent aux parois des cellules végétale où elles jouent un rôle fondamental dans la construction et le maintien des structures biologiques.

Les fibres font donc parties de la famille des glucides car ce sont des molécules de sucres assemblées en chaîne de manière plus ou moins complexe. Cependant, on ne les compte pas dans les glucides car elles ne sont pas digérées classiquement et n'ont pas les apports en macronutriments classiques.

Actuellement, on inclut d'autres composés dans le terme de « fibres alimentaires » : les gommes, les mucilages, les tannins, les polyphénols...

# Structure générale

## *LA PAROI DES FIBRES*

La paroi végétale est une structure semi-rigide qui entoure la membrane plasmique des cellules végétales.

Les parois cellulaires interviennent pour assurer la croissance de la plante par élongation, le maintien du port dressé et la morphologie. Elles constituent aussi une barrière protégeant les cellules des infections virales, bactériennes et fongiques. Les parois cellulaires évoluent en fonction de la maturité de la plante.<sup>4</sup>

On distingue deux parois:

- **La paroi primaire.** Elle est synthétisée par les cellules végétales indifférenciées en phase de croissance. Son rôle est d'offrir la rigidité et la structure au végétal. Elle est semi-perméable. Ainsi, elle permet le passage de certaines molécules tout en bloquant d'autres jouant un rôle essentiel dans les échanges entre la cellule et son environnement. Elle est essentiellement riche en pectine.
- **La paroi secondaire.** Cette seconde paroi apparaît lorsque les cellules ont terminé leur croissance. Elle s'enrichit en cellulose et en lignine car les pectines se dégradent lors du mûrissement enzymatique. Ce phénomène entraîne le ramollissement du végétal. La paroi secondaire a pour objectif de renforcer le végétal et de l'imperméabiliser. Cette seconde paroi peut aussi conférer la spécialité de la fibre. Elle est plus particulièrement composée de cellulose, d'hémicellulose et de lignine.

# Propriétés physico chimiques

## *LA SOLUBILITÉ*

La solubilité des fibres alimentaires est une caractéristique fondamentale qui détermine en grande partie leurs effets sur notre organisme et leur classification. C'est un critère essentiel pour comprendre leurs propriétés et leurs effets sur notre santé.

La solubilité d'une fibre correspond à sa capacité à se dissoudre dans l'eau. Selon leur structure moléculaire, les fibres ne réagissent pas toutes de la même manière en présence d'eau. Après une étape de gonflement (l'eau entre et écarte les macromolécules), certains polysaccharides sont solubilisés et se dissolvent entièrement ou en partie dans l'eau, formant des gels visqueux, tandis que d'autres restent insolubles.

Les fibres sont donc classées en 2 familles distinctes :

- ▶ Les fibres solubles.
- ▶ Les fibres insolubles.

# Propriétés physico chimiques

## *LES FIBRES SOLUBLES*

Les **fibres solubles dissolvent dans l'eau**. Lors de cette dissolution, elles forment des gels visqueux. Au niveau digestion, elles sont globalement caractérisées comme plus “douces” pour nos intestins.

La digestion des fibres douces se fait au niveau du microbiote par la flore bactérienne. En effet, les fibres solubles arrivent intactes, ou presque, au niveau du côlon. Elles sont alors fermentées par les bactéries qui s'en nourrissent. Ce phénomène se produit plus ou moins lentement. Cette fermentation au niveau du colon, permet de produire des composés bénéfiques pour l'organisme. On parle ici des acides gras à courte chaîne tels que l'acétate, le propionate et le butyrate. Ces acides gras à chaîne courte ont la capacité d'agir sur différentes voies métaboliques du foie, des muscles, du tissu adipeux et du cerveau . C'est une des raisons qui amène le corps scientifique à considérer le microbiote comme le second cerveau humain.

Les fibres solubles ont aussi des rôles nutritionnels très intéressants. Certaines d'entre elles modulent l'absorption de certains nutriments. ON se rend compte que la consommation simultanée de fibres solubles et de glucose, ralentit l'absorption du glucose (donc diminue le pic glycémique). Au niveau des lipides, les fibres solubles vont se lier aux acides biliaires. Cela empêche leur réabsorption et ainsi oblige le foie à en reproduire à partir du cholestérol. Ainsi la consommation de fibres solubles permet de réduire le taux de cholestérol.

En général, plus les fibres sont solubles, plus elles sont dégradées.

Parmi les principales fibres solubles, on peut noter les principales : pectine,  $\beta$ -glucanes, inuline, gommés, psyllium ou encore FOS (Fructo-OligoSaccharides) et GOS (Galacto-OligoSaccharides)...

# Propriétés physico chimiques

## *LES FIBRES INSOLUBLES*

Les fibres insolubles ne se dissolvent pas dans l'eau. Ceci a pour conséquence de limiter très grandement leur digestion. Les fibres insolubles auront pour principale propriété d'ajouter du volume aux selles.

Les fibres insolubles passent dans le tube digestif sans subir de processus de digestion. Elles sont insensibles aux enzymes digestives. Elles sont ensuite très peu fermentées par le microbiote. Ce faible taux de digestion en font des fibres irritantes pour le tube digestif.

Cependant, elles sont très utiles. Les fibres insolubles augmentent le volume du bol alimentaire qui arrive au niveau intestinal en réabsorbant l'eau que les aliments contenaient au départ. Ce processus entraîne une action mécanique de contractions intestinales. Ces contractions permettent une stimulation du transit. Il faut aussi dire que le faible taux de fermentation de ces fibres par le microbiote permet aussi la synthèse d'un très faible (mais existante) quantité d'acide gras à courte chaîne.

Les fibres insolubles se trouvent la plupart du temps dans les parois des fruits, des légumes ou des céréales complètes. En effet, les céréales complètes contiennent encore le son de la céréales, à savoir son enveloppe qui est principalement composée de fibres.

Les principales fibres insolubles sont : cellulose, lignine, hémicellulose...

# Propriétés physico chimiques

## *LES ÉCHANGES IONIQUES*

Les fibres alimentaires ont une structure complexe avec une certaine charge électrique. De ce fait, elles sont capables d'interagir avec divers ions présents dans notre organisme. Cela s'appelle des échanges ioniques. Ces échanges ioniques jouent un rôle très important dans l'absorption des minéraux car ils peuvent influencer l'équilibre minéral de notre corps.

Les fibres alimentaires possèdent, à leur surface, des sites actifs qui sont chargés positivement ou négativement. Ces charges électriques attirent ou repoussent les ions minéraux, qui sont, eux aussi, chargés.

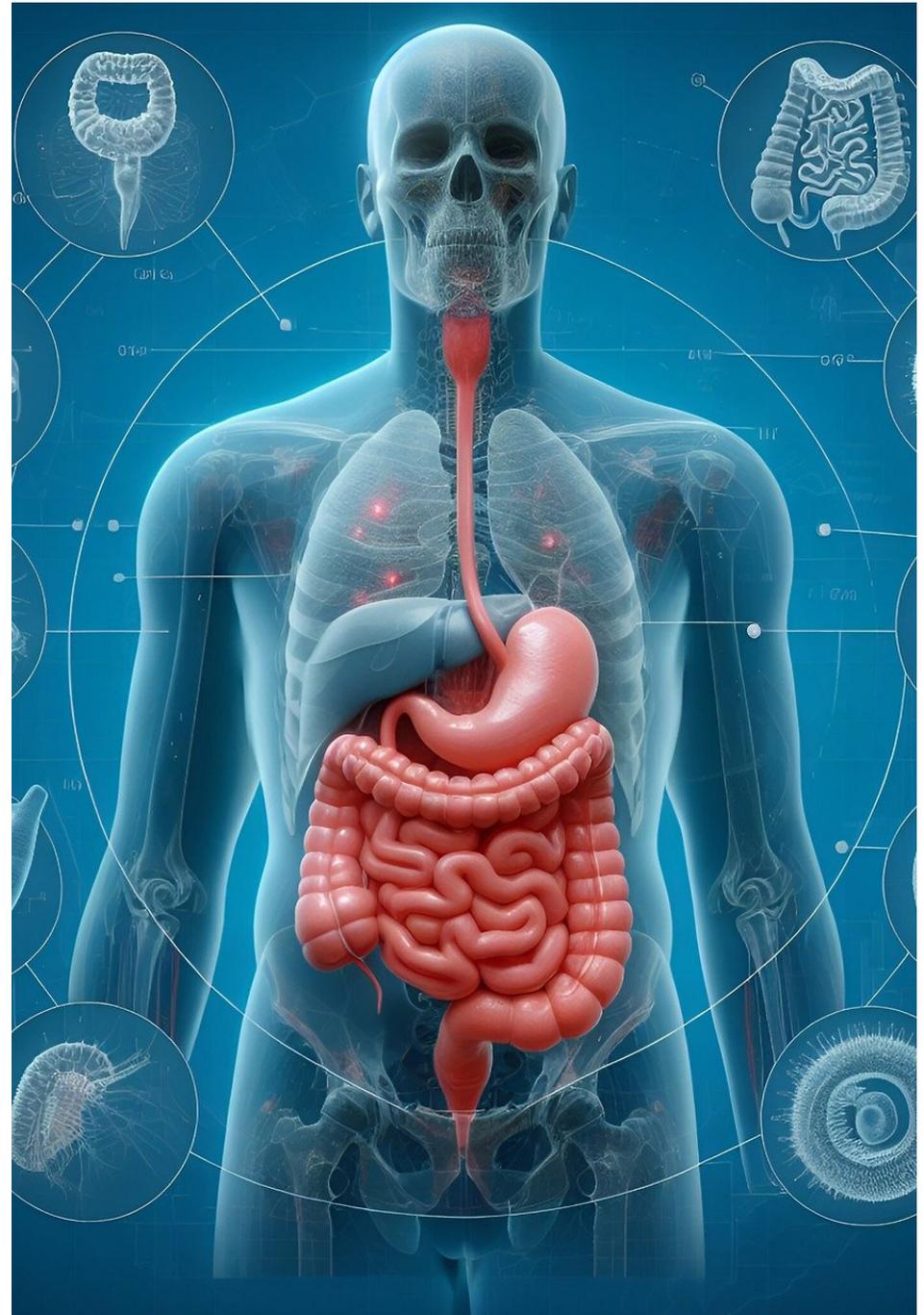
Lorsque plusieurs types d'ions sont présents en simultané dans le tube digestif cela entraîne une compétition pour se lier aux sites actifs des fibres. Par exemple, dans les céréales et les légumes secs, les phytates qui sont associés aux fibres fixent les cations et diminuent donc la disponibilité d'absorption de minéraux tels que le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ou le fer ( $\text{Fe}^{2+}$ )

La consommation de fibres a donc de grosses conséquences sur l'organisme. **Certaines fibres favorisent l'absorption de certains minéraux** en créant des complexes solubles qui sont plus facilement absorbés par l'organisme quand **d'autres fibres réduisent l'absorption de ces mêmes minéraux** en formant des complexes insolubles qui ne sont pas absorbés. Au final, on voit que les fibres modifient la biodisponibilité des minéraux (proportion de minéral absorbé qui est utilisable par l'organisme).

Le choix des fibres est donc important lorsque l'on est en déficit minéral. La meilleure solution reste donc de varier autant que faire se peut les apports en fibre.

# Digestion

***MÉCANISME & EFFETS***



# Mécanisme de la digestion

La digestion des fibres ne se fait pas de manière classique comme tous les autres aliments que l'on ingère. En effet, quasiment aucune digestion n'a lieu avant d'arriver dans le colon.

Une fois dans le côlon (gros intestin), les fibres sont en partie ou totalement digérées par les bactéries du microbiote où 400 espèces de bactéries cohabitent. Le processus de digestion au niveau de cette flore colique est complexe et se déroule en plusieurs étapes. Tout d'abord, la digestion débute par l'hydrolyse des polysaccharides par des enzymes bactériennes extra-cellulaires. Les oses pénètrent ensuite dans la cellule bactérienne où va se dérouler la fermentation. Une fois la fermentation effectuée, plusieurs métabolites vont se former. C'est à ce moment là qu'apparaissent les acides gras à chaîne courte (acétate, propionate et butyrate) mais aussi certains gaz (dihydrogène, CO<sub>2</sub>, méthane...). La portion de ces différents métabolites dépend de la nature de la fibre mais aussi de la flore bactérienne de l'individu.

D'une manière générale, les fibres solubles sont très digeste et auront un rendement en acides gras élevé alors que les fibres insolubles sont très peu digestes avec un rendement très faible.

Ce qu'il reste de cette fermentation est ensuite soit réabsorbés par la muqueuse colique soit consommés par les bactéries soit excrétés dans les selles.

Les acides gras à courte chaîne sont réputés pour être bénéfiques pour l'organisme. En effet, on s'est rendu compte qu'ils intervenaient dans de nombreux processus et métabolisme :

- L'acétate est réabsorbé afin de participer au métabolisme lipidique.
- Le propionate est réabsorbé afin de participer au métabolisme glucidique.
- Le butyrate reste dans le côlon car c'est le principal fournisseur d'énergie des cellules du colon.

# Effets sur la digestion

## *VIDANGE GASTRIQUE ET TRANSIT*

Les fibres solubles se dissolvent dans l'eau pour former une substance gélifiée visqueuse. Cela a pour effet de ralentir la **vidange gastrique**. Le gel formé par les fibres solubles piège les aliments dans l'estomac. Cela retarde le transfert dans l'intestin grêle. Ainsi, cela permet une libération plus progressive des nutriments dans la circulation sanguine et par conséquent, cela aide à stabiliser la glycémie et à avoir une satiété plus durable. Les fibres solubles ralentissent légèrement le passage des aliments dans le gros intestin.

A l'inverse, les fibres insolubles ne se dissolvent pas dans l'eau et passent intactes dans le système digestif. Cela a peu de conséquence **sur la vidange gastrique**. Les fibres insolubles ne modifient pas le temps de vidange de l'estomac. En revanche, **elles** augmentent le volume des selles en absorbant l'eau et en ajoutant du poids aux aliments. Ce phénomène stimule les contractions intestinales et accélère le passage des aliments dans le côlon. Les fibres insolubles favorisent donc un transit intestinal régulier et sont d'une grande utilité dans la prévention et la lutte contre la constipation.

# Effets sur la digestion

## *DIGESTION ET ABSORPTION INTESTINALE*

Les fibres solubles, en augmentant la viscosité, vont réduire l'efficacité du mixing intestinal. L'augmentation de la viscosité peut théoriquement réduire l'efficacité des mouvements péristaltiques ce qui ralentit le mélange des aliments avec les enzymes digestives. Cela peut entraîner une réduction du contact nutriment enzyme et un mélange moins efficace. Les conséquences seraient la limitation du contact entre les nutriments et les enzymes digestives spécifiques. Ainsi, la digestion et de l'absorption seraient moins efficace. Concrètement, il y a une moins bonne digestion de certains macronutriments dont lipides car ils nécessitent une émulsification qui est rendu plus difficile par la présence des fibres et par leur viscosité.

Les fibres insolubles peuvent aussi gêner l'accès des enzymes aux nutriments par un effet de barrière physique. Bien que les fibres insolubles ne forment pas un gel aussi dense que les fibres solubles, elles créent une sorte de matrice poreuse dans le contenu intestinal. Cette matrice peut physiquement empêcher les enzymes digestives d'accéder directement aux nutriments. Ceci est particulièrement vrai pour les nutriment encapsulés dans les matrices alimentaires. En limitant l'accès des enzymes aux nutriments, les fibres insolubles peuvent effectivement réduire l'absorption de certains nutriments, notamment ceux qui sont étroitement liés à la matrice alimentaire.

# Effets sur la digestion

## *COMPOSITION FÉCALE ET TRANSIT COLIQUE*

Grâce à leur capacité à absorber des volumes importants d'eau, les fibres, et particulièrement les insolubles, augmentent considérablement le volume des selles. Le poids accru des selles stimule les contractions intestinales et par conséquent, accélère le transit. Ce phénomène est particulièrement intéressant en cas de constipation, car il facilite l'évacuation des matières fécales.

Au-delà de leur impact sur le transit intestinal, les fibres offrent une multitude de bienfaits pour la santé. Les fibres, notamment les solubles, contribuent à réduire le taux de cholestérol sanguin en se liant aux acides biliaires et en favorisant leur élimination. Elles ralentissent aussi l'absorption des sucres. Cela aide à stabiliser la glycémie et donc cela réduit le risque de développer une pathologie telle que le diabète de type 2. Diverses études suggèrent aussi que les fibres peuvent réduire le risque de développer certains types de cancers. On pense notamment à tous les cancers colorectaux.

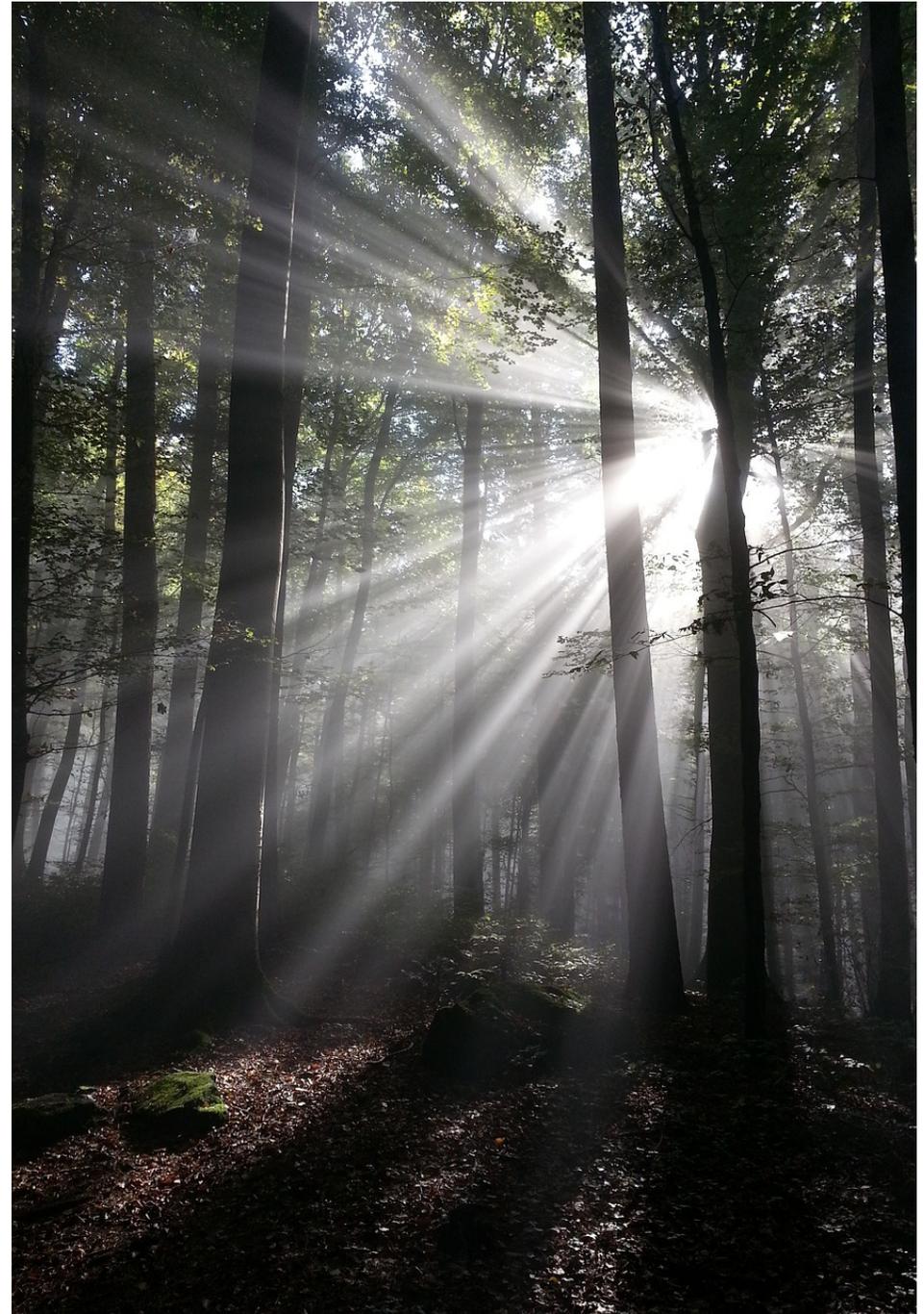
Les fibres contribuent aussi à réduire l'apport calorique. En effet, elles augmentent la satiété ce qui diminue le volume consommé et ainsi, cela peut aider à perdre du poids.

Enfin, les fibres sont la nourriture des bactéries intestinales bénéfiques du microbiote. En les aidant à se développer, elles contribuent à maintenir un équilibre sain de la flore intestinale qui est essentiel pour le bon fonctionnement de notre organisme.

# Effet sur les métabolismes

*GLUCIDIQUE*

*LIPIDIQUE*



# Métabolisme glucidique

Comme nous l'avons vu, lorsqu'elles entrent en contact avec l'eau, les fibres solubles forment un gel visqueux qui augmente la viscosité du contenu intestinal. Cette augmentation de la viscosité joue un rôle crucial dans la régulation de la glycémie post-prandiale.

Le gel visqueux créé par les fibres solubles forme une barrière physique qui diminue l'accès des enzymes digestives aux glucides. De plus, la viscosité du contenu intestinal réduit la vitesse de diffusion du glucose à travers la paroi intestinale vers la circulation sanguine.

Grâce au ralentissement de l'absorption des glucides, le pic glycémique post-prandial est grandement réduit. Les fibres permettent une augmentation plus lente et moins prononcée de la glycémie après un repas.

De plus, dans le métabolisme glucidique, la sécrétion d'insuline se fait en réponse et de manière proportionnelle au pic glycémique. En atténuant le pic de glycémie, les fibres contribuent à diminuer les sécrétions insuliniques.

On voit ici que les fibres au travers de leur rôle d'atténuation du pic glycémique et donc de la réduction de l'hyperinsulinisme préviennent le risque d'insulinorésistance et surtout de l'apparition d'un diabète de type 2 caractéristique d'une consommation excessive de glucides.

# Métabolisme lipidique

Les fibres solubles, grâce à leur capacité à former des gels visqueux dans le tube digestif, exercent un effet bénéfique sur le profil lipidique. Elles permettent de réduire les taux de cholestérol total et de LDL-cholestérol sans affecter significativement le HDL-cholestérol.

Certaines fibres solubles ont la capacité de se lier physiquement au cholestérol présent dans l'alimentation,. En se liant ainsi au cholestérol ingéré, les fibres modifie la composition et la structure des micelles qui sont nécessaires à l'absorption intestinale du cholestérol. Ainsi elles empêchent son absorption intestinale.

De plus, Les fibres peuvent se lier aux sels biliaires dans l'intestin. Cela bloque leur réabsorption. En compensation, augmente la synthèse de sels biliaire qui à pour précurseurs le cholestérol. Ainsi, en augmentant la demande en sels biliaires, les fibres contribuent à diminuer le taux de cholestérol circulant.

Un régime prolongé riche en fibres réduit donc la cholestérolémie et la fraction de « mauvais » cholestérol chez les personnes présentant de l'hypercholestérolémie.

# Autres effets



# Effet sur le microbiote

Les fibres ne sont pas digérées ni assimilées par l'intestin grêle. De ce fait, elles parviennent intactes au côlon. Le côlon abrite une flore bactérienne extrêmement diversifiée, composée de centaines d'espèces différentes. Les fibres constituent leur principal substrat énergétique. Les bactéries du microbiote se nourrissent<sup>(1)</sup> donc de ces fibres. Les bactéries qui en bénéficient le plus sont les lactobacilles et les bifidobactéries qui prolifèrent dans le colon. Ce phénomène est appelé l'effet prébiotique.

Mais il ne faut pas croire que seuls ces deux familles de bactéries en tirent profit. En effet une alimentation riche en fibres favorise une plus grande diversité bactérienne dans le côlon. La diversité bactérienne du microbiote est essentielle pour un bon fonctionnement de notre système digestif.

Comme nous en avons déjà un peu parlé, la fermentation bactérienne au niveau du microbiote permet la production d'acides gras à chaîne courte. Ces molécules ont de nombreux effets bénéfiques sur notre santé permis lesquels le maintien de l'intégrité de la muqueuse intestinale. Mais aussi la régulation de la glycémie et l'amélioration de la sensibilité à l'insuline. Ces AGCC ont aussi des propriétés anti-inflammatoires qui peuvent contribuer à prévenir de nombreuses maladies chroniques ainsi qu'une grande influence sur le système nerveux central qui joue un rôle central dans la régulation de l'humeur et de l'appétit.

Finalement on peut dire que le microbiote intestinal joue un rôle crucial dans le fonctionnement de notre système immunitaire<sup>(2)</sup>. Grâce à leur rôle dans la croissance de bactéries bénéfiques, les fibres contribuent à renforcer nos défenses naturelles.

# La satiété

Les fibres ont un rôle dans la régulation de l'appétit et de la satiété à travers différents mécanismes dont nous avons déjà parlé mais aussi du fait de leur propriété nutritionnelles.

Comme évoqué précédemment, la fermentation des fibres par les bactéries du côlon entraîne la production d'acides gras à chaîne courte. Ces molécules ont plusieurs rôles dont celui d'agir comme des signaux stimulant la production hormonale. Deux hormones clés dans la régulation de l'appétit sont particulièrement concernées. Il s'agit du GLP-1 et du peptide YY<sup>(3)</sup>. Ces hormones agissent sur le cerveau à qui elles envoient des signaux de satiété et donc réduisent la sensation de faim.

Le second mécanisme est lié à la solubilité des fibres. La formation du gel visqueux qui s'effectue au cours de la digestion ralentit la vidange gastrique et ce ralentissement prolonge la sensation de satiété.

Le troisième mécanisme vient de l'augmentation du volume des selles distend les parois de l'estomac et de l'intestin. Cette extension contribue à la sensation de satiété.

Mais la satiété repose aussi sur les propriétés nutritionnelles des aliments riches en fibres. Ces aliments ont généralement une faible densité énergétique. Ce sont des aliments qui apportent peu de calories pour un volume important. Pourtant ce sont des aliments riches en nutriments essentiels tels que les vitamines, les minéraux et les antioxydants. La faible densité énergétique associée la capacité à augmenter le volume des repas et à ralentir la vidange gastrique permet de consommer des quantités importantes d'aliments sans pour autant ingérer un excès de calories.

Grâce à ses propriétés satiétogènes, les fibres jouent un rôle crucial dans la prévention et la gestion de l'obésité. En augmentant la sensation de satiété et en diminuant l'appétit, les fibres contribuent à réduire l'apport calorique global et améliorent la sensibilité à l'insuline.

# Effets sur des pathologies

Au global, on se rend compte que les fibres ont une très grosse influence sur de nombreuses pathologies.

- **Calmer les diarrhées.** Les fibres solubles qui attirent l'eau, l'absorbent, et forme un gel visqueux permet de retarder la vidange gastrique. De plus cela peut freiner le développement de certaines bactéries à l'origine de diarrhées bactériennes<sup>(4)</sup>.
- **Lutte contre la constipation.** Les fibres insolubles augmentent le volume des selles et stimule les contractions de l'intestin.
- **Soulage le Syndrome de l'intestin irritable<sup>(5)</sup>.** En choisissant les fibres en fonction des symptômes, les fibres aident à lutter contre le SII. De plus leur effet anti-inflammatoire permet de soulager les douleurs. En revanche, les FODMAP augmentent les symptômes.
- **Lutte contre le cancer colorectal<sup>(6)</sup>.** Les fibres se lient aux composés toxiques de l'organisme et cela réduit le temps de contact avec les muqueuses et limite ainsi leur impact. La cellulose en particulier capte efficacement les produits cancérigènes.
- **Lutte contre les pathologies métabolique.** Les fibres solubles aident à mieux gérer la glycémie car ralentissent la digestion des glucides. Elles limitent aussi l'hyperinsulinisme et de ce fait, réduisent les risques de survenue du diabète de type 2.
- **Prévention et gestion de l'obésité.** En favorisant la satiété et en ralentissant la vidange gastrique, les fibres améliorant le profil métabolique. Ainsi, les fibres contribuent à une meilleure gestion du poids et de l'obésité.

# Les sources de fibres



# Par catégories d'aliments

## *CÉRÉALES*

### Les céréales

- ▶ Les fibres sont contenues dans le son (l'enveloppe du grain) et le germe.
- ▶ Plus les céréales sont complètes plus elles sont riche en fibres.
- ▶ Les fibres représentent 7 à 15% des céréales complètes.
- ▶ Les fibres des céréales sont majoritairement des fibres insolubles.
- ▶ Le blé est composé de 16% de fibres solubles.
- ▶ L'avoine est composé de 50% de fibres solubles.

# Par catégories d'aliments

## *LÉGUMINEUSES*

### Les légumes secs - Légumineuses

- ▶ Les fibres représentent 10 à 20% du poids net.
- ▶ La quantité de fibre baisse à la cuisson car l'eau s'incorpore et cela détruit une partie des fibres.
- ▶ La répartition des fibres :
  - ▶ 2/3 de fibres insolubles,
  - ▶ 1/3 de fibres solubles.

# Par catégories d'aliments

## *FRUITS ET LÉGUMES*

### Les fruits et légumes

- Les fibres représentent 1 à 5% des végétaux. Ce taux est faible car les fruits et légumes sont principalement composés d'eau. De ce fait, les fruits secs ou les légumes séchés sont plus concentrés en fibre.
- Les fibres sont principalement concentrées dans et sous la peau.

### Les légumes :

- Les légumes sont composés de 75% de fibres insolubles.
- Les légumes sont composés de 25% de fibres solubles.

### Les fruits

- Les fruits les plus riches en fibre sont les baies rouges.
- Les fruits sont composés à 2/3 de fibres insolubles.
- Les fruits sont composés à 1/3 de fibres soluble.

# Par typologie de fibres

## *LES FIBRES INSOLUBLES*

Les aliments les plus riches en fibres insolubles sont :

- ▶ Les oléagineux : amande, noix, noisettes, lin.
- ▶ Les légumes : Epinards, salsifis, haricots verts, certains choux.
- ▶ Les céréales complètes : blé, riz.
- ▶ Les légumineuses : pois chiche, lentilles vertes, lentilles corail.

# Par typologie de fibres

## *LES FIBRES SOLUBLES*

Les aliments les plus riches en fibres solubles sont :

- ▶ Les fruits en général : fraise, coing, pomme, poire, orange.
- ▶ Les légumes : courgette, carotte, oignon.
- ▶ Les céréales : Les pomme de terre, l'avoine.
- ▶ Les légumineuses : haricot blanc, haricot rouge.

# Recommandations des apports en fibres



# Recommandation

A ce jour, la consommation moyenne des français est de 19,6g/j <sup>(7)</sup>.

L'objectif quotidien fixé est de :

- 28g pour les femmes,
- 36g pour les hommes.

Afin d'atteindre ces objectifs, et inciter la population française à augmenter sa consommation les conseils actuels sont :

- D'augmenter les quantités de manière graduelle afin limiter les désagréments digestifs.
- Choisir les fibres consommées en fonction de sa santé et de ses besoins.

# Recommandation

## *POUR LE SPORTIF*

Pour les sportifs, il n'y a pas de recommandations particulières en quantité mis à part de respecter l'apport de 30 à 35g par jour.

Il est conseillé aux sportif d'avoir une vigilance particulière quant à l'apport en fibres à l'approche des compétition. En effet, les fibres et notamment les fibres insolubles sont particulièrement irritantes et peuvent provoquer des troubles gastriques.

# Bibliographie

- 1 - Slavin, J. Fibres et prébiotiques : mécanismes et bienfaits pour la santé. *Nutriments* 2013 , 5 , 1417-1435. <https://doi.org/10.3390/nu5041417>
- 2 - Vulevic J, Drakoularakou A, Yaqoob P, Tzortzis G, Gibson GR. Modulation of the fecal microflora profile and immune function by a novel trans-galactooligosaccharide mixture (B-GOS) in healthy elderly volunteers. *Am J Clin Nutr.* 2008 Nov;88(5):1438-46. doi: 10.3945/ajcn.2008.26242. PMID: 18996881.
- 3 - Cani PD, Dewever C, Delzenne NM. Les fructanes de type inuline modulent les peptides gastro-intestinaux impliqués dans la régulation de l'appétit (peptide-1 de type glucagon et ghréline) chez le rat. *Journal britannique de nutrition* . 2004;92(3):521-526. doi:10.1079/BJN20041225
- 4 - Potievskii EG, Shavakhabov ShSh, Bondarenko VM, Ashubaeva ZD. Eksperimental'noe i klinicheskoe izuchenie vliianiia pektina na vozбудiteleĭ ostrыkh kishhechnыkh infektsii [Experimental and clinical studies of the effect of pectin on the causative agents of acute intestinal infections]. *Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol.* 1994 Aug-Sep;Suppl 1:106-9. Russian. PMID: 7856335.
- 5 - Moayyedi, Paul BSc, MB, ChB, PhD, MPH, FRCP, FRCPC, AGAF, FACG1; Quigley, Eamonn M M MD, FRCP, FACP, FACG, FRCPI2; Lacy, Brian E MD, PhD, FACG3; Lembo, Anthony J MD, FACG4; Saito, Yuri A MD, MPH, FACG5; Schiller, Lawrence R MD, FACP, FACG6; Soffer, Edy E MD, FACG7; Spiegel, Brennan M R MD, MSHS, FACG8; Ford, Alexander C MB, ChB, MD9,10. The Effect of Fiber Supplementation on Irritable Bowel Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis. *American Journal of Gastroenterology* 109(9):p 1367-1374, September 2014. | DOI: 10.1038/ajg.2014.195
- 6 - Murphy N, Norat T, Ferrari P, Jenab M, Bueno-de-Mesquita B, Skeie G, et al. (2012) Apport en fibres alimentaires et risques de cancers du côlon et du rectum dans le cadre de l'enquête prospective européenne sur le cancer et la nutrition (EPIC). *PLoS ONE* 7(6) : e39361. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039361>