

Préambule sur les fibres alimentaires :

Parmi les nombreuses macromolécules d'origine naturelle, certaines d'entre elles possèdent la propriété de se disperser aisément dans l'eau pour aboutir à une augmentation de la viscosité du liquide ou à un effet gélifiant. Elles sont appelées gommages hydrosolubles ou hydrocolloïdes, selon leurs origines, on distingue :

Les gommages d'origine végétale, de nature glucidique : carraghénanes, alginates, pectines, amidons, xanthane, dérivés de la cellulose.

Les gommages d'origine animale, de nature protéique : les caséines et la gélatine.

Effets des "Fibres Alimentaires d'origine végétale" sur la Digestion et le Métabolisme

1. Introduction

Les fibres alimentaires d'origine végétale sont des mélanges complexes de glycannes apportés par les végétaux quand ils sont à l'état natif, apportés par des aliments quand elles sont incorporées pour augmenter une teneur naturelle faible (additifs à but technologique), apportés par des aliments destinés à une alimentation particulière (effet "fibre" recherché). Par convention, on les répartit en fibres insolubles (hémicelluloses, cellulose, lignine [polymères aromatiques de phénylpropane]) et en fibres solubles (pectines associées à des gommages, à des mucilages,..).

Chez les diabétiques, la prise régulière de 20 à 30 g de fibres alimentaires par jour réduit non seulement les réponses glycémiques postprandiales et les besoins en insuline, mais aussi les glycémies à jeun et la sensibilité à l'insuline. Si les modifications des sécrétions digestives, de la digestion elle-même, de l'absorption, du temps de transit, et de la structure du tube digestif peuvent expliquer les premières constatations biologiques; les deuxièmes ne s'expliquent que par le métabolisme de ces fibres dans le colon avec production d'acides gras volatils et de gaz qui sont catabolisés in situ et qui passent dans la circulation sanguine.

A noter les amidons résistants qui vont être métabolisés au niveau du colon avec production d'acides gras volatils et de gaz. Ils ont le même intérêt diététique que les fibres alimentaires.

Parmi les fibres les mieux étudiées sur le plan digestif et métabolique sont les pectines. Chimiquement elles résultent de la condensation de molécules d'acide galacturonique reliées par liaison α (1→4), biologiquement elles sont des constituants des parois cellulaires rencontrées universellement dans le règne végétal d'où l'existence de nombreux systèmes enzymatiques les dégradant. Elles sont soit fortement méthylées (70 %) et forment des gels en milieu très sucré et acide, soit faiblement méthylées (50 %) et forment des gels en milieu peu acide et peu sucré en présence d'un cation divalent tel le calcium.

2. Les effets de fibres alimentaires végétales telles que les pectines

- Au niveau du transit intestinal, les fibres vont augmenter le volume du bol alimentaire et normaliser la durée du transit à quarante huit heures en moyenne avec des variations : le transit sera plus lent si les pectines dominent, il sera plus rapide si les fibres de son des céréales sont dominantes. Une partie de l'effet des fibres est due à la formation de gels. Ces gels modifient la digestion enzymatique, puis l'absorption intestinale par des phénomènes de filtration ou d'adsorption. Au niveau des selles, il y a une modification dans la composition et dans le poids par augmentation de la masse bactérienne.
- Au niveau du métabolisme lipidique et des sels biliaires, les pectines séquestrent les acides biliaires (particulièrement ceux qui sont déconjugués) avec pour conséquence d'empêcher leur absorption intestinale, leur dégradation bactérienne en acide désoxycholique et lithocholique (ces acides semblent jouer un rôle promoteur dans la carcinogénèse du colon). On note une diminution de la teneur en lipides et triglycérides au niveau du foie. Les fibres solubles sont plus efficaces vis-à-vis des acides biliaires et les fibres insolubles vis-à-vis des triglycérides.
- Au niveau du cholestérol : divers spécialistes ont remarqué l'effet positif sur la cholestérolémie des fibres comme celles du son de blé, de la cellulose, des gommages et mucilages, et surtout des pectines. La consommation de 9 g de pectine par jour abaisse la cholestérolémie de 7 à 9,5 % selon les publications grâce à une baisse concomitante de 10,5 % du cholestérol des LDL. Du fait de la séquestration des lipides alimentaires dans le gel des pectines, il y a moins de phospholipides disponibles pour disperser le cholestérol alimentaire ce qui entrave son assimilation. L'un des acides gras volatils produits dans le colon : l'acide propionique joue un rôle dans la régulation de la synthèse endogène du cholestérol. Les sels biliaires voient leur excrétion augmentée ce qui oblige une partie du cholestérol endogène à entrer dans le pool des acides

biliaires pour compenser ces pertes. Certains auteurs pensent que l'effet bénéfique sur la cholestérolémie est aussi la conséquence sur le métabolisme glucidique.

- Au niveau du métabolisme des glucides, les fibres jouent un rôle dans le tube digestif par action sur l'assimilation des glucides et des sécrétions hormonales afférentes, et à distance par l'acide propionique produit de leur métabolisme par les bactéries du colon. La formation de gels par les pectines ralentit la vidange gastrique, ralentit l'absorption des oses, isole les glucides de l'attaque enzymatique, augmente la liaison de l'insuline avec ses récepteurs spécifiques : les cellules utilisent mieux le glucose... Tous ces effets se cumulent pour donner une glycémie plus équilibrée.

3. Métabolisme des fibres alimentaires végétales dans le colon avec production d'acides gras volatils et de gaz

Les trois principaux acides gras volatils sont l'acide acétique, l'acide propionique, et l'acide butyrique (2, 3, et 4 atomes de carbone). Les fibres, les amidons résistants, les protéines endogènes sont partiellement métabolisés par la flore saprophyte intestinale. Les aliments les plus fermentescibles sont les fructo-oligosaccharides, alors que les fibres insolubles (soja, betterave, pois, son des céréales) sont peu dégradées. L'acétate est toujours l'acide dominant, il résulte de la fermentation des pectines; le butyrate provient des amidons résistants et des fructo-oligosaccharides, les gommes guar et arabe produisent principalement le propionate. En moyenne, pour 70 g de produits fermentés, l'apport énergétique est évalué à 100 Kcal.

Les acides gras volatils sont absorbés tout le long du tube digestif. Leur passage au niveau de la muqueuse du colon joue un rôle primordial dans l'homéostasie hydroélectrique : le transfert se fait par échange avec des ions bicarbonates qui stabilisent le pH intraluminal favorable à l'activité de la flore bactérienne saprophyte; L'absorption des acides gras volatils stimule celle de l'eau et du sodium : certains auteurs préconisent l'adjonction de petites quantités d'acétate à des solutions de réhydratation orale. Le butyrate est utilisé majoritairement comme source d'énergie par les colonocytes (60 à 70 % de l'énergie fournie); il inhibe la prolifération des cellules coliques malignes et favorise la prolifération des cellules normales.

3.1. L'acétate et le butyrate

Résumé du métabolisme cellulaire : l'acétate et le butyrate sont des acides gras à nombre pair d'atomes de carbone, leur devenir est identique (l'un se convertissant en l'autre); pour rappel, le butyrate est surtout utilisé par les colonocytes. L'acétate plasmatique provient de la fermentation colique des fibres mais aussi de la synthèse endogène et du catabolisme de l'éthanol. Ils sont utilisés principalement par le tissu musculaire à des doses dépendantes de leurs taux plasmatiques. Ils sont transformés en acétyl-CoA qui est un intermédiaire du cycle de Krebs ou le point de départ de la synthèse des lipides. Ils stimulent la néoglucogénèse à partir des lactates; l'augmentation d'acétyl-CoA active la pyruvate carboxylase donc la formation d'oxalo-acétate première étape de la néoglucogénèse. Ils inhibent la glycolyse. L'acétate possède un effet inhibiteur sur la lipolyse dans les adipocytes.

L'acétate est utilisé comme combustible par le tissu musculaire où 90 % de l'apport est oxydé. Il ne faut pas oublier qu'il va interférer avec le métabolisme glucidique et lipidique : freinage de la lipolyse dans le tissu adipeux (lors du jeûne, le taux plasmatique des acides gras libres ne s'élève pas comme il le devrait) !

3.2. Le propionate

Résumé du métabolisme cellulaire : Le propionate se transforme en propionyl-CoA puis en méthylmalonyl-CoA et enfin en succinyl-CoA (intermédiaire du cycle de Krebs). La néoglucogénèse est augmentée; par contre en présence de lactate ou de pyruvate et de propionate : la production de glucose est plus faible que celle attendue : le propionate est un puissant inhibiteur de la conversion des lactates et des pyruvates en glucose. La présence de propionate diminue les concentrations cellulaires en acétyl-CoA et l'activité enzymatique du pyruvate carboxylase par ses inhibiteurs spécifiques que sont le méthylmalonyl-CoA et le succinyl-CoA. Ces mêmes intermédiaires métaboliques diminuent la quantité de citrates. L'activité de la phosphofructokinase est libérée levant un frein d'une étape de la glycolyse. In vitro, le propionate bloque la synthèse hépatique du cholestérol.

Chez l'homme, la prise de propionate améliore la tolérance au glucose et la sensibilité à l'insuline avec une baisse de la glycémie à jeun, avec une diminution des réponses glycémiques et insuliniques lors de l'administration d'une charge de glucose. Ces expériences ont été conduites soit par la prise de propionate de sodium (7,5 g/j), soit par l'ingestion de pain au propionate (9,9 g/j), soit avec des fibres type konjac-glucomannane dont la fermentation colique produit principalement du propionate. Les effets du propionate sur le métabolisme lipidique ne font pas l'unanimité des chercheurs, il faut donc attendre les résultats d'autres travaux !

4. Fibres Alimentaires et Biodisponibilité des Minéraux.

Quels sont les facteurs à l'origine de l'effet dit "défavorable" des fibres alimentaires sur le métabolisme des minéraux ? Le bilan sur l'absorption des minéraux n'est peut être pas aussi négatif que le voudraient certains détracteurs : toutes choses étant, ce seront les excès de fibres associés à un déséquilibre alimentaire qui se traduiront par un effet non bénéfique ! Et, il ne faut pas oublier que certains aliments riches en fibres, sont des sources potentielles de minéraux !

4.1. Mode d'action des Fibres Alimentaires d'origine végétale.

Toutes les molécules composant les fibres mais aussi celles des anti-nutriments associés (acide phytique, acide oxalique), et portant des groupements anioniques ou des charges négatives vont former des liaisons ioniques ou des complexes avec les formes cationiques des minéraux.

Quels sont les résultats expérimentaux ? Il existe une large majorité de travaux en faveur d'une non responsabilité des fibres pauvres en phytates des légumes et des fruits notamment la cellulose, les pectines fortement méthylées. De même, diverses études ont montré que la méthylcellulose et les gommes (guar, karaya) n'ont pas d'influence sur l'absorption du calcium et du fer. Les hémicelluloses et la lignine seule ou présente dans le cacao diminueraient l'absorption du fer. Il ne faut pas nier que certains travaux ont conclu à un effet inhibiteur de l'absorption de certaines fibres (les pectines faiblement méthylées que l'on trouve dans les pommes). Quant aux glycannes extraits des algues (alginates, carraghénates), aucune étude n'a démontré leur effet inhibiteur ou leur neutralité sur l'absorption des minéraux. A titre d'anecdote, l'affinité des alginates et des carraghénates pour le strontium est mise à profit pour une décontamination radioactive.

Si ce mécanisme en partie explique l'effet inhibiteur de l'absorption d'une partie de l'apport minéral de l'alimentation, il se caractérise par un effet opposé et bénéfique : la fixation et la concentration de minéraux dans le règne végétal d'où certains types de fibres sont des sources plus ou moins importantes de calcium, de magnésium, de fer, de zinc, de potassium.

Les interactions compétitives des minéraux sur leur site d'absorption sont à l'origine d'un effet paradoxalement bénéfique des phytates : dans les régimes pauvres en cuivre, les phytates vont complexer le zinc, permettant une meilleure assimilation du cuivre.

4.2. Mode d'action des Anti-Nutriments associés

Les effets de l'acide oxalique et de son sel de calcium ont été étudiés dans un aliment comme l'épinard. Non seulement l'oxalate de calcium est faiblement absorbé (moins de 5 %), mais l'acide oxalique présent inhibe l'absorption du calcium mais aussi du magnésium et du zinc apportés par d'autres aliments. Pour information, on trouve l'acide oxalique aussi dans l'oseille, la betterave, les bettes, le cresson, la rhubarbe, et le chocolat.

Il ne faut pas méconnaître l'action défavorable des tanins et autres polyphénols non hydrolysables présents dans des graines comme le sorgho ou dans les feuilles du thé.

Les effets négatifs des phytates associés aux aliments contenant des fibres jouent un rôle majeur dans l'absorption des minéraux. Les phytates sont les sels de l'acide phytique ou myo-inositol hexaphosphorique. La teneur moyenne en acide phytique de notre alimentation se situe entre 0,5 % et 1 %. Dans le tube digestif, à pH neutre ou légèrement alcalin, les phytates des minéraux d'intérêt nutritionnel sont insolubles. L'affinité de l'acide phytique pour les minéraux varie en fonction de leur nature chimique, de leurs concentrations respectives dans le tube digestif.

En simplifiant, l'apport journalier de 20 à 25 g de fibres par les aliments suffit par la présence des phytates à complexer environ 400 mg de calcium soit l'apport de cet élément dans un régime sans produit laitier ! d'où l'importance de surveiller l'alimentation de certaines personnes excessives. Les deux aliments qui nous apportent des phytates en grandes quantités sont le son de blé (jusqu'à 3 % d'acide phytique) et les aliments à base de soja (quantités supérieures à 1 %). Les protéines animales (laitages, viandes) présentes conjointement avec des fibres riches en phytates vont atténuer l'effet néfaste de ceux-ci.

Les pains complets, le pain de seigle, le pain au soja, les flocons d'avoine, les céréales complètes, le riz complet, le maïs, les fruits secs (noisettes, cacahuètes) contiennent des fibres associés à des phytates. Par contre les légumes et les fruits s'ils contiennent des fibres, possèdent peu ou pas de phytates associés sauf les légumes secs.

Les effets négatifs des phytates sont modulés par la présence et l'action d'une enzyme : la phytase qui hydrolyse progressivement toutes les liaisons phosphoriques. Ainsi le calcium et le zinc ne seront pas complexés. Il existe des phytases végétales et animales :

Phytases végétales et aliments : certains traitements ou modes de préparation sont destinés à faciliter l'action des phytases végétales. Quels qu'ils soient, les phytates subsisteront dans les aliments à base de soja, à base de protéagineux, ainsi que les produits à base de son n'ayant pas subi une panification au levain : le levage de la pâte à pain se fait avec des levures ayant une forte activité phytasique à laquelle s'ajoute celle venant du blé. Les céréales ayant une forte activité phytasique sont le blé, le seigle, le triticale; leurs phytases vont agir soit au cours de la fabrication d'aliments prêts à être consommés, soit dans l'estomac dont le pH est favorable à une action optimale de ces enzymes.

Phytases animales et absorption : l'homme ne possède pas d'activité phytasique contrairement au rat ou au poulet.

5. Conclusion sur les effets des Fibres Alimentaires d'origine végétale sur la Digestion et le Métabolisme.

La consommation journalière moyenne des français est de 15 g par jour ce qui est insuffisant par rapport aux apports nutritionnels conseillés qui sont compris entre 30 et 37 g pour l'O.M.S. par exemple.

Il est bénéfique pour la santé de consommer les différents types de fibres présentes dans notre alimentation pour les raisons évoquées dans ces deux lettres mensuelles. Si l'effet des anti-nutriments comme les phytates ne peut être ignoré, quand l'apport en minéraux tels le calcium, le fer, et le zinc est insuffisant. Par contre, une alimentation équilibrée comportant des laitages pour le calcium, de la viande pour le fer hémique et le zinc, et des fruits pour la vitamine C, annulera les effets des anti-nutriments.

Pour mémoire et pour information, les sachets de protéines, présentés comme des aliments destinés à une alimentation particulière, contiennent des additifs à but technologique qualifiés d'épaississants ou de gélifiants. Ils peuvent être considérés comme des fibres alimentaires complétant la ration journalière insuffisante de notre alimentation !

Cette " Lettre Mensuelle" a été réalisée à partir des publications :

De Christine CUN et de G.LESGARDS dans les Cahiers de Nutrition et de Diététique Fascicule 5 - volume XVIII. De A.POITILLARD et de L.GUEGUEN dans Les Cahiers de l'ENS.BANA 1992, 8, 157-182.

De F.BORNET, C.ALAMOVITCH, G.SLAMA d'autre part. Les Cahiers de Nutrition et de Diététique Fascicule 5 Volume XVIII

De Denis E CORPET : Aliments fonctionnels et réduction du risque de développer un cancer.

Le Collège Européen de Nutrition et de Traitement de l'Obésité (C.E.N.T.O.) tient à votre disposition une bibliographie exhaustive concernant la rédaction de cet article : Effets des "Fibres Alimentaires d'origine végétale" sur la Digestion et le Métabolisme. B.COULHON Pharmacien-Conseil