

Cours sur les fibres alimentaires et amidons résistants



Table des matières

Objectifs du Cours.....	1
Pré-requis.....	1
Pré-test.....	2
1. Notions sur les fibres alimentaires et amidons résistants	3
2. Origine et composition chimique des fibres alimentaires.....	5
3. Devenir des fibres alimentaires et amidons résistants.....	5
4. Propriétés des fibres alimentaires.....	7
4. 1. Effet hypoglycémiant	7
4. 1.1. Gommages de guar.....	8
4. 1. 2. β -glucane.....	8
4. 2. Effet hypolipémiant.....	9
4. 3. Effet sur le côlon.....	10
Post-test.....	15
Recherches et activités.....	15
Problématique.....	15
Références	16
Sites internet et liens utiles.....	18
Abréviations	18

Objectifs du Cours

Le présent cours sur les "**fibres alimentaires et amidons résistants**" vise à :

- _ connaître le monde des fibres alimentaires ;
- _ connaître les fonctionnalités des fibres alimentaires dans l'organisme animal et dans les matrices alimentaires.

Pré-requis

- _ Avoir des connaissances sur le concept des aliments fonctionnels ;
- _ Avoir des connaissances sur les probiotiques ;
- _ Avoir des connaissances sur les prébiotiques ;
- _ Avoir des connaissances de base sur les structures des polysaccharides.

Pré-test

Tester vos connaissances acquises

Avant de commencer l'étude du cours sur les **fibres alimentaires et amidons résistants**, il est préférable de vérifier que vous possédiez des connaissances de base sur les **probiotiques, les prébiotiques et les structures des oligosaccharides et polysaccharides**.

Test 1 : Question à Choix Multiple (QCM)

Les probiotiques peuvent fermenter :

- ☐ a. *les oligosaccharides.*
- ☐ b. *les monosaccharides.*
- ☐ c. *les polysaccharides.*

Test 2 : Question à Choix Multiple (QCM)

Les prébiotiques peuvent induire des ...

- ☐ a. *effets systémiques.*
- ☐ b. *effets physiologiques.*
- ☐ c. *effets bénéfiques sur le côlon.*
- ☐ d. *effets sur la consistance des selles.*

Test 3 : Question à Choix Multiple (QCM)

Les fibres alimentaires sont des fibres constituées de chaînes polymériques d'origine :

- ☐ a. *protéique.*
- ☐ b. *glucidique.*
- ☐ c. *lipidique.*

Test 4 : Donnez les noms des unités monomériques des glucides suivants :

Cellulose	Pectine	Carraghénanne	Verbascose
Hémicellulose	Galactomannanes	Stachyose	Amidon

Les fibres alimentaires sont naturellement présentes dans les céréales et les produits céréaliers (pains, biscottes, pâtes, biscuits, céréales du petit-déjeuner, etc.), dans les légumes secs (haricots blancs ou rouges, lentilles, etc.), dans les fruits (pruneau, framboise, poire, etc.) et légumes (poireau, épinard, betterave, etc.) ou bien ajoutées dans certains produits alimentaires [1].

Constituants des fibres alimentaires :

Les principaux constituants des fibres alimentaires sont [2] :

- _ les composants des parois végétales ;
- _ des hydrocolloïdes d'origines algale, microbienne ou issus de plantes (exsudats, graines ou racines) ;
- _ les amidons et les oligosaccharides résistants.

1. Notions sur les fibres alimentaires et amidons résistants

Définition :

En 1972, *Trowell* [3] avait qualifié les fibres alimentaires de :

"proportion d'aliment qui est dérivée des parois cellulaires de plantes et très peu digérée par les êtres humains".

Désormais, il est proposé d'inclure dans la définition des fibres alimentaires [2] :

- _ les polysaccharides non-amylacés ;
- _ les amidons résistants ;
- _ les oligosaccharides résistants.

Attention !

La lignine peut se trouver dans fibres alimentaires parce que sa séparation à part est difficile lors de l'extraction des fibres à partir des parois végétales, mais elle n'a pas des effets attribués aux fibres alimentaires.

Définition :

L'**amidon résistant** est la somme de l'amidon et des produits de dégradation de l'amidon non absorbés dans le tube digestif des individus sains [4].

Selon son origine et sa composition, les amidons résistants peuvent être divisés en **3 types** ou **classes** (Fig. 1) :

- _ **amidons** dit "**physiologiquement inaccessibles**" ou amidons résistants 1 (**AR1**) ;
- _ **amidons natifs** de type B ou amidons résistants 2 (**AR2**) ;
- _ **amidons rétrogradés** ou amidons résistants 3 (**AR3**).

Remarque :

Après un traitement hydrothermique, les aliments contenant le type d'amidons rétrogradés doivent être conservés au froid à 4°C, à -20°C ou à température ambiante pour qu'il ait une recristallisation partielle.

Exemple :

Les pommes de terre que nous préparons pour la salade font partie de ce type d'amidons rétrogradé (AR3).

Définition :

Les **oligosaccharides** résistants sont définis sur des critères [2] :

- _ **physiologique** " ils sont résistants à l'hydrolyse par les enzymes du tube digestif de l'Homme " ;
- _ et **chimique** " leur degré de polymérisation est souvent compris entre 3 et 10 ".

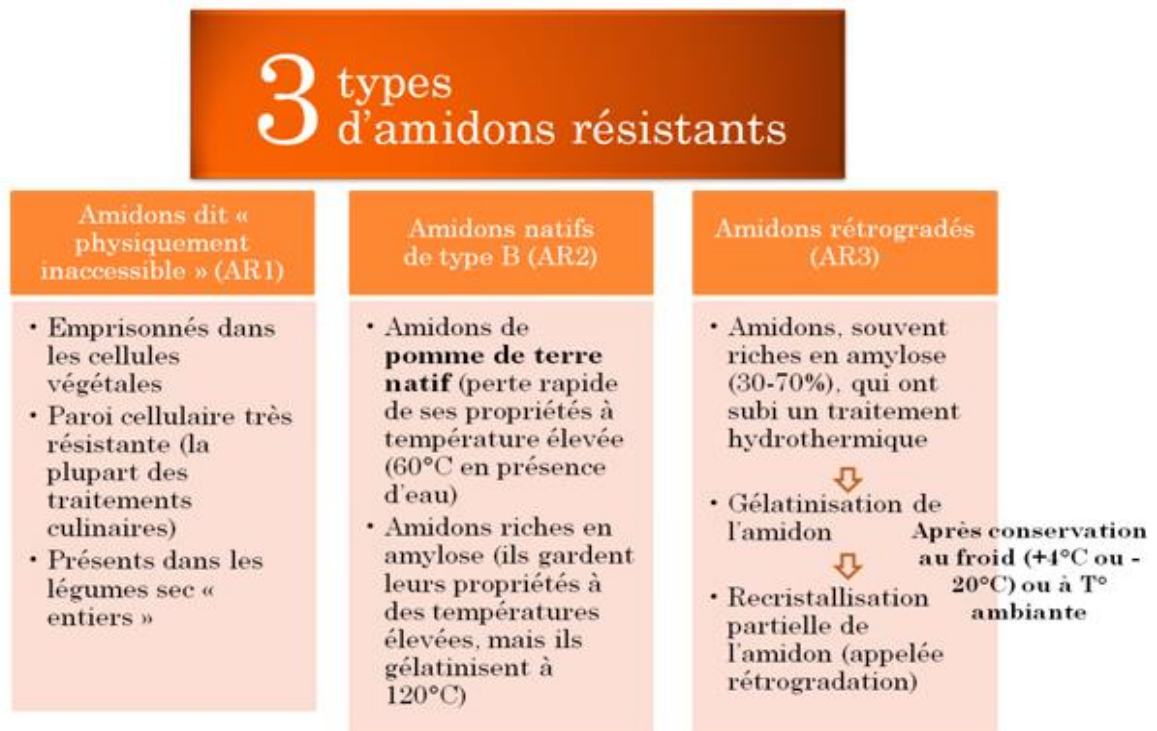


Fig. 1. Types d'amidons résistants.

2. Origine et composition chimique des fibres alimentaires

Les fibres alimentaires sont d'origine végétale, algale et microbienne.

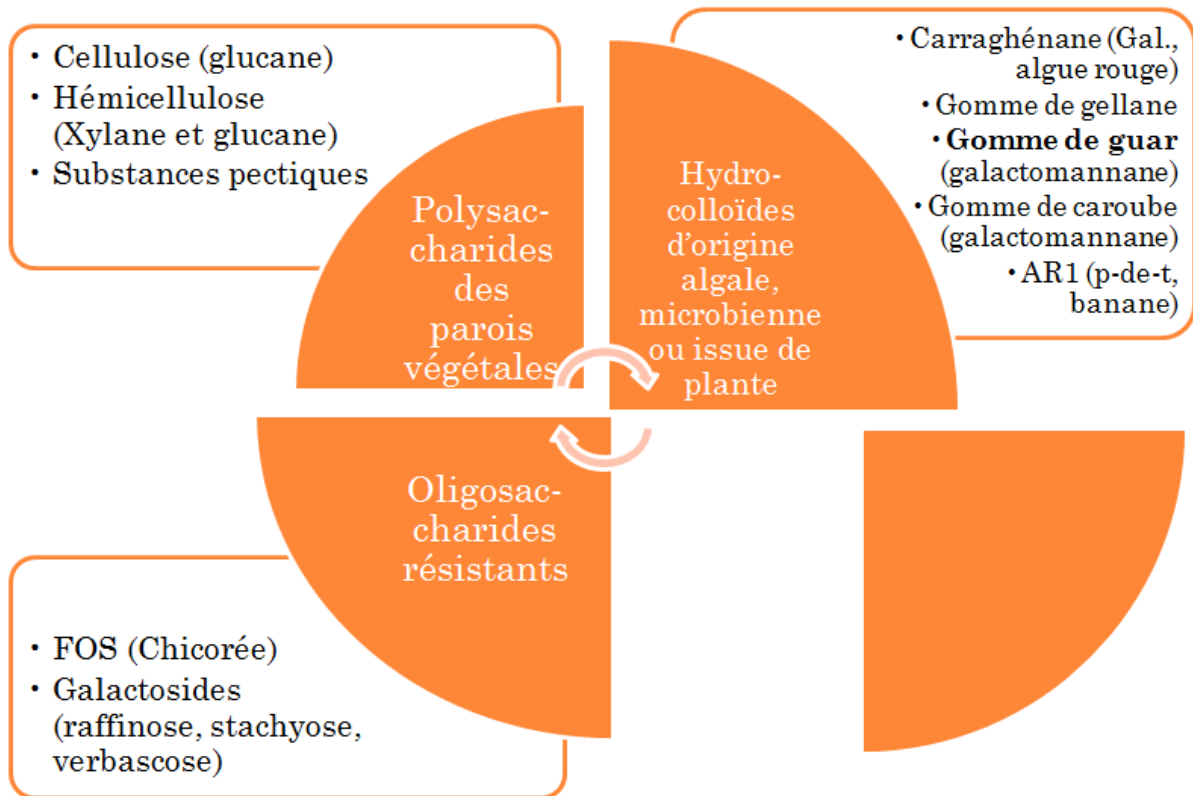
La composition chimique et la nature de ces fibres diffèrent d'un aliment à un autre (**Fig. 2**) [2].

3. Devenir des fibres alimentaires et amidons résistants

Une partie des fibres alimentaires (fibres solubles) est fermentée en acides gras à courte chaîne une fois ces fibres sont hydrolysés par les bactéries bénéfiques de la flore intestinales (**Fig. 3**).

Les caractéristiques fermentaires des fibres alimentaires sont :

- _ fermentescibilité ;
- _ production de gaz (gaz carbonique, hydrogène, méthane);
- _ profil des acides gras à courte chaîne.



FOS : fructo-oligosaccharides ; AR : amidon résistant

Fig. 2. Origine et composition des fibres alimentaire.

Fibres complexes	Amidons résistants et FOS
<ul style="list-style-type: none"> • Une majorité d'acétate • Moins de propionate • Faible quantité de butyrate • Ex. pectine 	<ul style="list-style-type: none"> • Grande proportion de butyrate • Peu d'acétate • Ex. amidon de pois

Fig. 3. Produits finaux des fibres alimentaires.

Remarque :

Le profil fermentaire des fibres alimentaires et amidons résistants dépend de **la nature de structure des molécules** et **la longueur de leurs chaînes constitutives** (type de liaison, organisation tridimensionnelles), mais aussi **des propriétés particulières** de ces composés, notamment facilité du transit des selles, stimulation des mécanorécepteurs ...

4. Propriétés des fibres alimentaires

Les fibres alimentaires peuvent influencer efficacement les paramètres métaboliques et physiologiques ainsi que sur les caractéristiques de la flore colique [2] (**Fig. 4**).

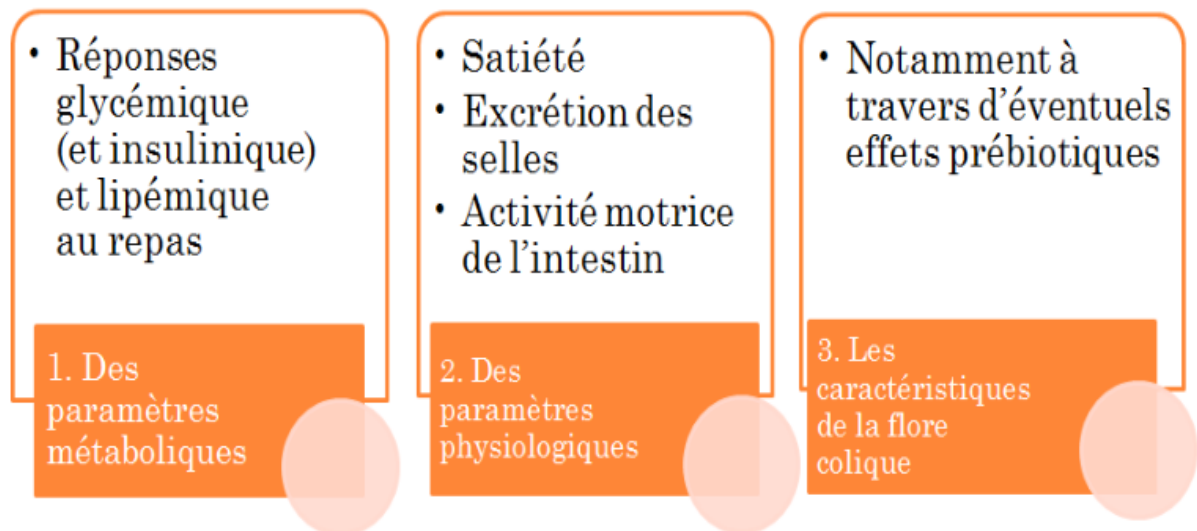


Fig. 4. Efficacité des fibres alimentaires.

4. 1. Effet hypoglycémiant

Rappel :

Hypoglycémie est la concentration en sucre dans le sang qui est inférieure à 0,6 g/l.

4. 1.1. Gommages de guar

Les fibres visqueuses de la gomme de guar agissent sur la réponse glycémique et insulinaire par trois mécanismes [5-6] :

- _ ralentissement de la vidange gastrique ;
- _ diminution de la vitesse de digestion de l'amidon ;
- _ ralentissement de l'absorption.

Remarque :

Ces mécanismes peuvent expliquer les propriétés hypolipémiantes de ces mêmes fibres.

4. 1. 2. β -glucane

Rappel :

Le β -glucane est un polymère de glucose. Chez les bactéries et les algues, sa chaîne polymérique est linéaire (son type de liaison glucidique est β -(1-3)), par contre, chez les levures et les champignons, il est constitué de chaînes ramifiées ayant des types de liaisons de β -(1-3) et de β -(1-6), ainsi que dans l'avoine et dans l'orge, ses types de liaisons glucidiques sont de β -(1-3) et de β -(1-4) [7].

Le β -glucane est scientifiquement démontré qu'il agit sur la réponse glycémique en abaissant notamment le taux de glucose dans le sang [2] (**Fig. 5**).

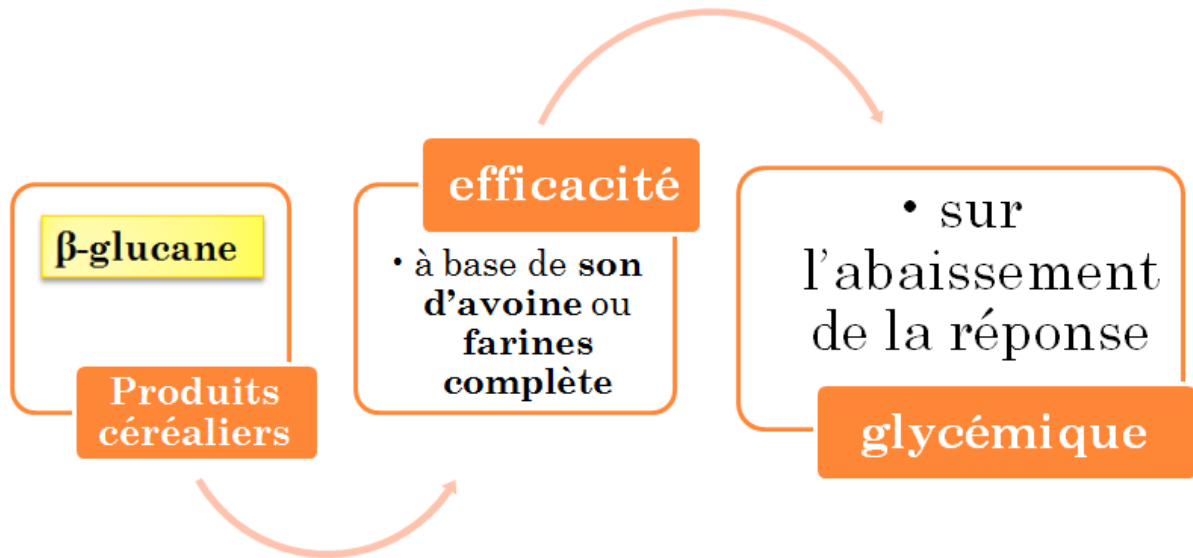


Fig. 5. Efficacité du β -glucane sur la réponse glycémique.

Remarque :

Les fibres de céréales seraient plus efficaces que les fibres de fruits et légumes dans le cadre de la prévention contre le diabète non-insulinodépendant [2].

4. 2. Effet hypolipémiant

Certaines fibres alimentaires (psyllium, β -glucane) peuvent agir sur le cycle enterohépatique du cholestérol et des sels biliaires dans le but de réduire l'absorption du cholestérol, tout en augmentant notamment leur excrétion fécale, ce qui réduit par la suite la cholestérolémie (**Fig. 6**). Cette baisse du cholestérol serait due à son inhibition par l'acide propionique [2].

En outre, la diminution de la cholestérolémie par les fibres alimentaires solubles s'explique hypothétiquement par le fait que ces dernières augmentent la viscosité du bol alimentaire intestinal, la réabsorption des acides biliaires est réduite, ce qui conduit à une augmentation de la sécrétion des acides biliaires. Cette augmentation conduit à un flux important de cholestérols sériques vers le foie pour synthétiser de nouveaux acides biliaires, ce qui diminue par la suite la

cholestérolémie. La diminution du taux de cholestérol dans le sang est corrélée à une prévention des maladies cardio-vasculaires [2, 7-8].

Remarques :

L'abaissement des cholestérols LDL (lipoprotéines de basse densité) dans le sang permet la prévention des maladies cardio-vasculaires.

Selon des études cliniques, il suffit qu'un gramme de fibres solubles pour qu'il y ait une chute du cholestérol dans le sang de 0,5 allant jusqu'à 2% [2].

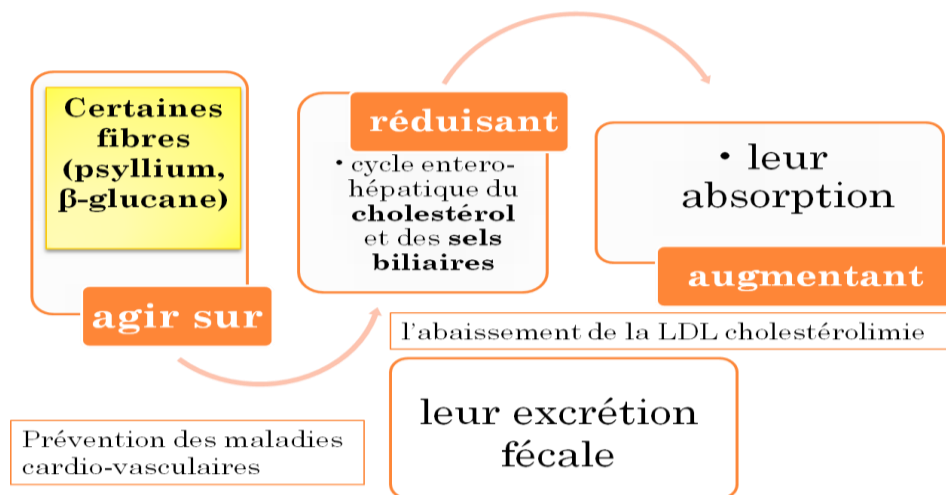


Fig. 6. Influence des fibres alimentaire sur la cholestérolémie.

4. 3. Effet sur le côlon

L'effet des fibres alimentaires sur le côlon est lié soit à [2]:

- _ la structure physique des fibres (particules rigides);
- soit à :
 - _ leurs caractéristiques fermentaires (effets prébiotiques).

L'accélération du transit caelo-colique peut être obtenue par [2] :

- _ excitation des mécanorécepteurs (présents au niveau de la sous-muqueuse colique) par des particules rigides (ex. son de blé «grossier») ;

- _ une production intense d'acides gras à courte chaîne (butyrate en particulier) ;
- _ une distension de la paroi colique sous l'effet de :
 - gaz produit en grande quantité (α -galactoside) ;
 - une forte capacité d'hydratation des résidus parvenus au côlon ;
 - une forte augmentation de la masse bactérienne.

Une augmentation de l'excrétion fécale peut être obtenue avec [2] :

- _ des fibres peu fermentescibles (ayant une forte capacité de rétention d'eau) ;
- _ des fibres très fermentescibles (augmentation significative de la masse bactérienne).

La production importante de butyrate par certaines fibres alimentaires pourrait être particulièrement intéressante dans la prévention et le traitement de maladies touchant le côlon proximal et distal.

Selon une étude clinique, les hommes qui consommaient 12 g de fibres/J ont deux fois plus de risque d'être atteints de lésions précancéreuses au niveau colique que ceux dont la consommation quotidienne était de 30 g [2].

Remarque :

L'utilisation des termes « *source de* » et « *riche en* » fibres est soumise à une réglementation européenne. On entend par « *source de fibres* » si la teneur en fibres alimentaires est supérieure ou égale à 3 g pour 100 g ou à 1,5 g pour 100 kcal et « *riche en fibres* » si la teneur en fibres alimentaires est supérieure ou égale à 6 g pour 100 g ou à 3 g pour 100 kcal [1].

Attention !

Un apport de liquide suffisant améliore l'effet positif sur l'activité digestive. En revanche, un faible apport de liquide combiné à un apport élevé de fibres alimentaires peut provoquer une constipation.

L'amidon résistant de type 2 (AR2) du maïs (45-50%) augmente significativement la production de l'acétate, du propionate et du butyrate chez les rats. Ce type d'amidon est suggéré avoir des effets de prévention du cancer du colon en éliminant les premières étapes d'initiation au cancer colique, notamment le cancer colorectal [2, 9-10].

Remarque :

Il est rapporté que le butyrate augmente le taux du glutathion (antioxydant dans la muqueuse colique) qui améliore la résistance du côlon aux agents toxiques [11].

Mécanismes de prévention du risque de cancer colique :

Les fibres insolubles permettent de diluer **les composés carcinogènes** et d'accélérer le transit colique, tout en réduisant le temps de contact de ces composés carcinogènes avec la muqueuse colique, ce qui va diminuer ou éviter le risque du cancer du côlon [2].

En raison de leur profil fermentaire, les fibres productrices de butyrate et les amidons résistants sont très étudiés (cinétiques de fermentation plus ou moins rapides ; production importante de butyrate).

Le fait que les polymères de fructose se composent d'oligosaccharides et de polysaccharides (structure complexe), leur vitesse de fermentation dans le côlon est différente ce qui va favoriser des fermentations à différents niveaux du côlon.

Exemple :

"Les fructo-oligosaccharides sont de forts générateurs de butyrate (expérience faite sur les rats)" [12-13].

Les fibres peuvent affecter les sécrétions des hormones ou peptides intestinales (cholécystokinine, glucagon-like peptide-1 ou GLP-1) qui peuvent agir comme des facteurs satiétogènes ou altérer l'homéostasie du glucose [15]. Quelques études ont montré une augmentation du taux de cholécystokinine dans la circulation après ingestion d'un repas riche en fibres en comparaison avec un repas pauvre en fibre [14-15].

Les oligofructoses et les frucanes ont également des effets satiétogènes qui induisent une augmentation de la circulation des peptides anoréxisogènes (GLP-1 et des peptides YY), ainsi que la réduction du taux de ghréline dans le sang. Le GLP-1 joue un rôle important dans la régulation de l'appétit et l'apport alimentaire et, par conséquent, dans la régulation du gain du poids [6]. Plusieurs études ont montrés les effet des fibres alimentaires sur la diminution du poids corporel chez l'homme qui sont rapportées par *Brownlee et al. 2017* [16].

Les cellules de l'épithélium intestinal sont renouvelées chaque 2 à 3 jours [17]. En particulier, des études faites sur les animaux nourris à long terme suggèrent que la consommation régulière d'une quantité adéquate de fibres alimentaires permet d'augmenter la longueur des cryptes et des villosités intestinales [18-19] et le débit de sécrétion digestives chez le porc et l'homme [19-20] ce qui favoriserait une meilleure absorption des nutriments [2, 19].

La **figure 7** représente un schéma récapitulant les mécanismes d'action des fibres alimentaires sur le transit intestinale.

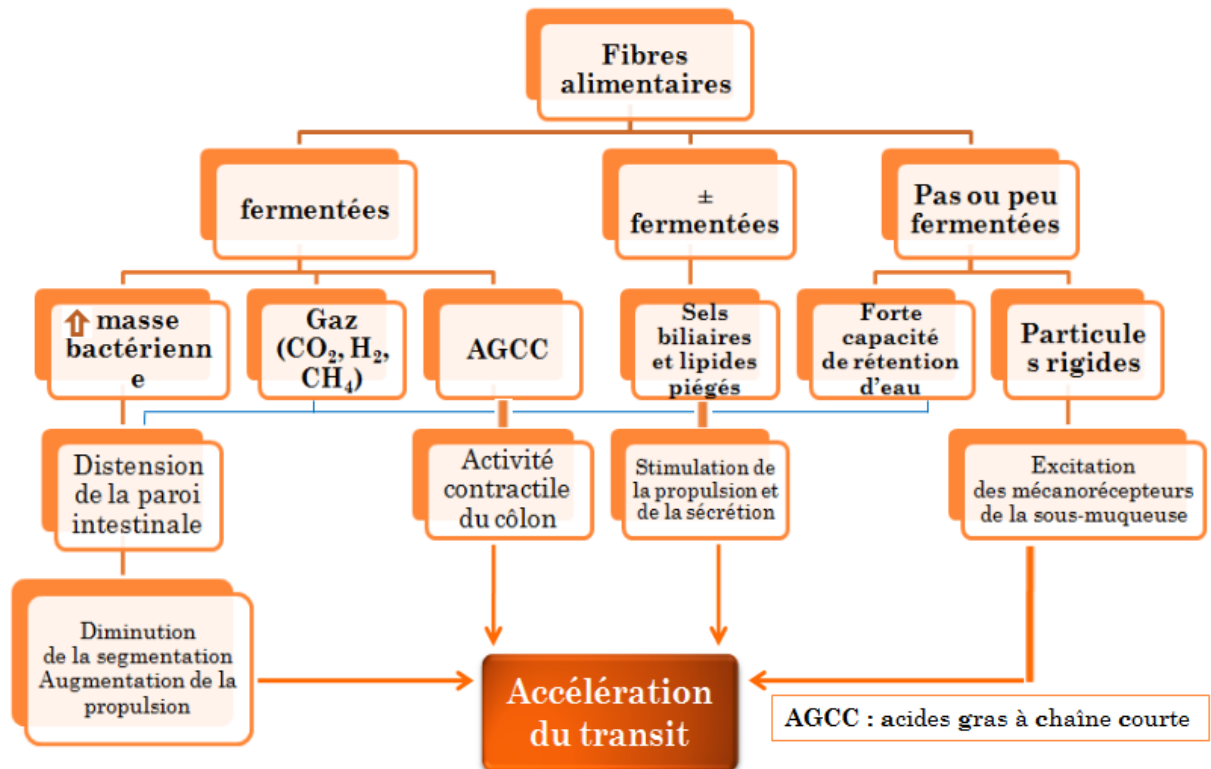


Fig. 7. Schéma représentatif des mécanismes d'action des fibres alimentaires sur le transit intestinal [2].

Post-test

Tester vos connaissances acquises pendant le cours sur les fibres alimentaires et amidons résistants.

Répondez aux questions suivantes :

- _ Définissez les fibres alimentaires.
- _ Définissez les amidons résistants.
- _ Quelles sont les origines des fibres alimentaires ?
- _ Citez les fibres alimentaires issues de chaque origine.
- _ Quel est le devenir des fibres alimentaires ?
- _ Quelles sont les fonctionnalités des fibres alimentaires et amidons résistants ?
- _ Les fructo-oligosaccharides sont-ils considérés comme des fibres alimentaires ? Justifier votre réponse.
- _ Quel sont les rôles des fibres alimentaires solubles et insolubles dans la prévention et/ou diminution de risques de maladies coliques.

Recherches et activités

- _ Cherchez dans la littérature les fibres alimentaires ayant des effets bénéfiques et discutez leurs mécanismes d'action.
- _ Précisez s'il s'agit de fibres solubles ou insolubles, non fermentescibles, peu fermentescibles, plus ou moins fermentescibles ou très fermentescibles.
- _ Dans quels aliments peut-on trouvé ces fibres alimentaires ?

Problématique

" Est-il possible d'obtenir des amidons dont la fermentation pourrait se situer à différents niveaux du côlon en fonction de la prévention ou du traitement recherché ? "

Références

- [1]. **Champ M. (2014).** Les fibres, c'est bien plus qu'une question de transit. *Fonds Français, Alimentation et Santé*. http://alimentation-sante.org/wp-content/uploads/2014/10/DP_FFAS_Fibres.pdf (Consulté le 3 novembre 2017).
- [2]. **Champ M. & Guillon F. (2002).** Fibres alimentaires et amidons résistants. In **Roberfroid, M. (Ed.).** Aliments fonctionnels. *Tec & Doc*, Paris, France.
- [3]. **Trowell H. (1972).** Dietary fibre and coronary heart disease. *Revue Européenne d'Études Cliniques et Biologiques*, 17(4), 345-349.
- [4]. **Asp N. G. (1992).** Resistant starch. Proceeding from the second plenary meeting of EURESTA: European FLAIR Concerted Action N°11 on physiological implications of the consumption of resistant starch in man. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46, Suppl. 2:S1.
- [5]. **Leclère C. J., Champ M., Boillot J., Guille G. M., Lecannu G., Molis C., Bornet F., Krempf M., Delort-Laval J. & Calmiche J. P. (1994).** Role of viscous guar gums in lowering glycemic response after a solid meal. *American Journal of Clinical Nutrition*, 59: 914-921.
- [6]. **Galisteo M., Duarte J. & Zarzuelo A. (2008).** Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 19: 71-84.
- [7]. **Theuwissen E., Mensink R. P. (2008).** Water-soluble dietary fibers and cardiovascular disease. *Physiology & Behavior*, 94: 285-292.
- [8]. **Brownlee I. A. (2011).** The physiological roles of dietary fibre. *Food Hydrocolloids*, 25: 238-250.
- [9]. **Leu R. K. L., Hu Y., Brown I. L. & Young G. P. (2009).** Effect of high amylose maize starches on colonic fermentation and apoptotic response to DNA-damage in the colon of rats. *Nutrition & Metabolism*, 6(1): 11-20.
- [10]. **Dronamraju S. S., Coxhead J. M., Kelly S. B. & Mathers J. C. (2007).** Role of resistant starch in colorectal cancer prevention: A prospective randomised controlled trial. *American Journal of Gastroenterology*, 102(S2): 556-557.

- [11]. Hamer H. M., Jonkers D. M. A. E., Bast A., Vanhoutvin S. A. L. W., Fischer M. A. G., Kodde A., *et al.* (2009). Butyrate modulates oxidative stress in the colonic mucosa of healthy humans. *Clinical Nutrition*, 28: 88-93.
- [12]. Pierre F., Perrin P., Champ M., Bornet F., Meflah K. & Ménanteau J. (1997). Short chain fruco-oligosaccharides reduce the occurrence of colon tumors and develop gut-associated lymphoid tissue in Min Mice. *Cancer Research*, 57: 225-228.
- [13]. Perrin P., Pierre F., Patry Y., Champ M., Berreur M., Pradal G. Bornet F., Meflah K. & Ménanteau J. (2001). Only fibers promoting a stable butyrate-producing colonic ecosystem decrease the rate of aberrant crypt foci in rat. *Gut*, 48(1): 53-61.
- [14]. Pereira M. A. & Ludwig D. S. (2001). Dietary fiber and body weight regulation. Observations and mechanisms. *Pediatric Clinics of North America*, 48: 969-80.
- [15]. Bourdon I., Yokoyama W., Davis P., Hudson C., Backus R., Richter D. *et al.* (1999). Postprandial lipid, glucose, insulin and cholecystokinin responses in men fed barley pasta enriched with beta-glucan. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69: 55-63.
- [16]. Brownlee I. A., Chater P. I., Pearson J. P. & Wilcox M. D. (2017). Dietary fibre and weight loss: Where are we now? *Food Hydrocolloids*, 68: 186-191.
- [17]. Gordon, J. I. (1989). Intestinal epithelial differentiation: new insights from chimeric and transgenic mice. *Journal of Cell Biology*, 108(4): 1187-1194.
- [18]. Schedle, K., Pfaffl M. W., Plitzner C., Meyer H. H. D. & Windisch W. (2008). Effect of insoluble fibre on intestinal morphology and mRNA expression pattern of inflammatory, cell cycle and growth marker genes in a piglet model. *Archives of Animal Nutrition*, 62(6): 427-438.
- [19]. Brownlee I. A. (2011). The physiological roles of dietary fibre. *Food Hydrocolloids*, 25: 238-250.

[20]. Jakob S., Mosenthin R., Thaela M. J., Westrom B. R., Rehfeld J. F., Olsen O. *et al.* (2000). The influence of potato fibre on exocrine pancreatic secretions and on plasma levels of insulin, secretin and cholecystokinin in growing pigs. *Archiv fur Tierernahrung*, 53(3): 273-291.

Sites internet et liens utiles

http://alimentation-sante.org/wp-content/uploads/2014/10/DP_FFAS_Fibres.pdf
<https://www.youtube.com/watch?v=C6mz9cAw7Yg>
http://www.biotan.ch/wp-content/uploads/2013/03/Broschuere_Nahrungsfasern_f_1114.pdf

Abréviations

AGCC : Acides gras à **courte chaîne**

AR : Amidons résistants

FOS : Fructo-oligosassharides

Gal : Galactose

LDL : Lipoprotéines de **basse densité**