

Cours sur les prébiotiques



Table des matières

Objectifs du Cours.....	1
Pré-requis.....	1
Pré-test.....	2
1. Critères de reconnaissance en tant que prébiotiques	4
2. Origine et nature chimiques des prébiotiques	4
3. Effets physiologiques des prébiotiques.....	6
3. 1. Inuline et oligofructose.....	6
3. 2. Galacto-oligosaccharides (GOS)	10
4. Propriétés technologiques des prébiotiques	11
4. 1. Inuline et oligofructose.....	11
4. 2. Galacto-oligosaccharides	13
Post-test.....	15
Recherches et activités.....	15
Problématiques	15
Références	16
Références des images	19
Sites internet et liens utiles.....	19
Abréviations	19

Objectifs du Cours

Le présent cours sur les "**prébiotiques** " vise à :

- _ connaître le monde des prébiotiques ;
- _ connaître les propriétés fonctionnelles des prébiotiques ;
- _ connaître le rôle des prébiotiques dans les matrices alimentaires ;
- _ connaître les propriétés physico-chimiques, technologiques et physiologiques des prébiotiques.

Pré-requis

- _ Avoir des connaissances sur le concept des aliments fonctionnels ;
- _ Avoir des connaissances de base sur les probiotiques ;
- _ Avoir des connaissances de base sur les structures chimiques des oligosaccharides ainsi que sur les types de liaisons glucidiques.

Pré-test

Tester vos connaissances acquises

Avant de commencer l'étude du cours sur les prébiotiques, il est préférable de vérifier que vous possédiez des connaissances de base sur **les probiotiques, sur les structures oligosaccharidiques et les types de liaisons glucidiques.**

Test 1 : Question à Choix Multiple (QCM)

Les probiotiques sont des micro-organismes vivants ...

- ☐ a. *intervenant dans les processus de digestion des aliments.*
- ☐ b. *administrés à des quantités peu suffisantes.*
- ☐ c. *qui améliorent l'état systémique des patients atteintes d'obésité.*
- ☐ d. *qui ne peuvent en aucun cas promouvoir le bien-être.*
- ☐ e. *qui fermentent les composés indigestes en produits bénéfiques.*

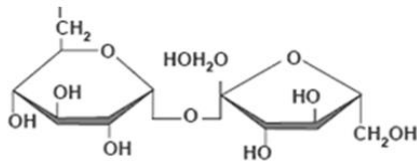
Test 2 : Question à Choix Multiple (QCM)

Les probiotiques peuvent ...

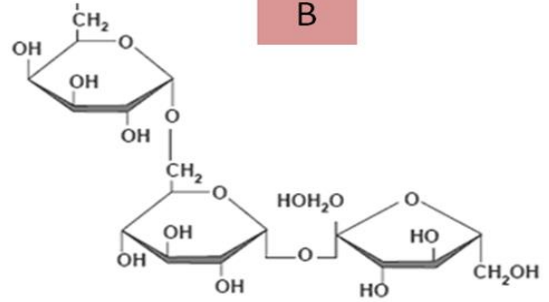
- ☐ a. *guérir un cancer.*
- ☐ b. *intervenir dans le traitement des maladies inflammatoires.*
- ☐ c. *prévenir un ulcère d'estomac.*
- ☐ d. *inhiber la croissance des bactéries pathogènes.*
- ☐ e. *renforcer le système immunitaire contre la flore intestinale.*

Test 3 : Donnez les noms des glucides suivants et par quels types de liaisons glucidiques leurs unités monomériques sont liées.

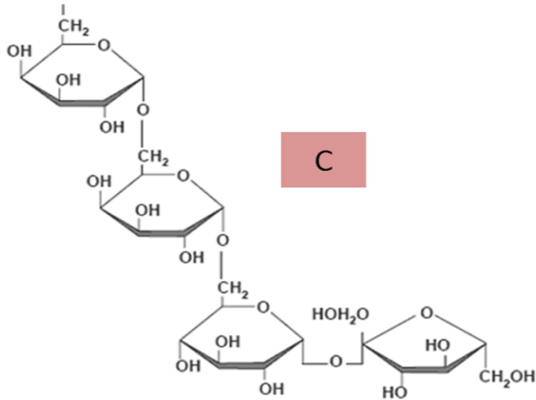
A



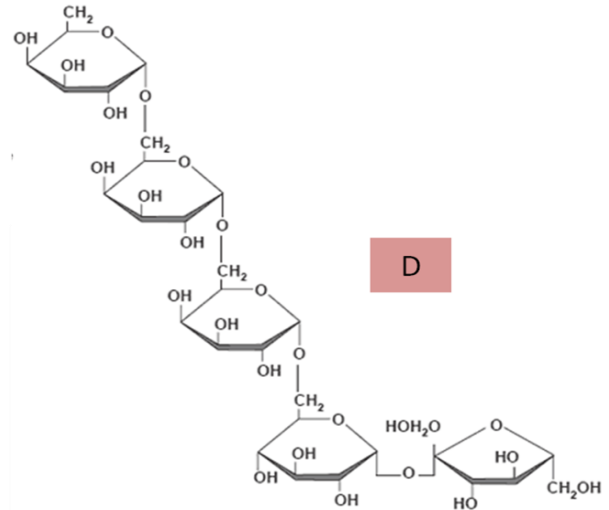
B



C



D



Définition :

Les **prébiotiques** sont des **composants alimentaires indigestes** fermentés sélectivement *qui permettent de changer spécifiquement l'activité et/ou la composition de la flore gastro-intestinale qui procurent des effets bénéfiques sur le bien-être et la santé de l'hôte* (Fig. 1) [1].

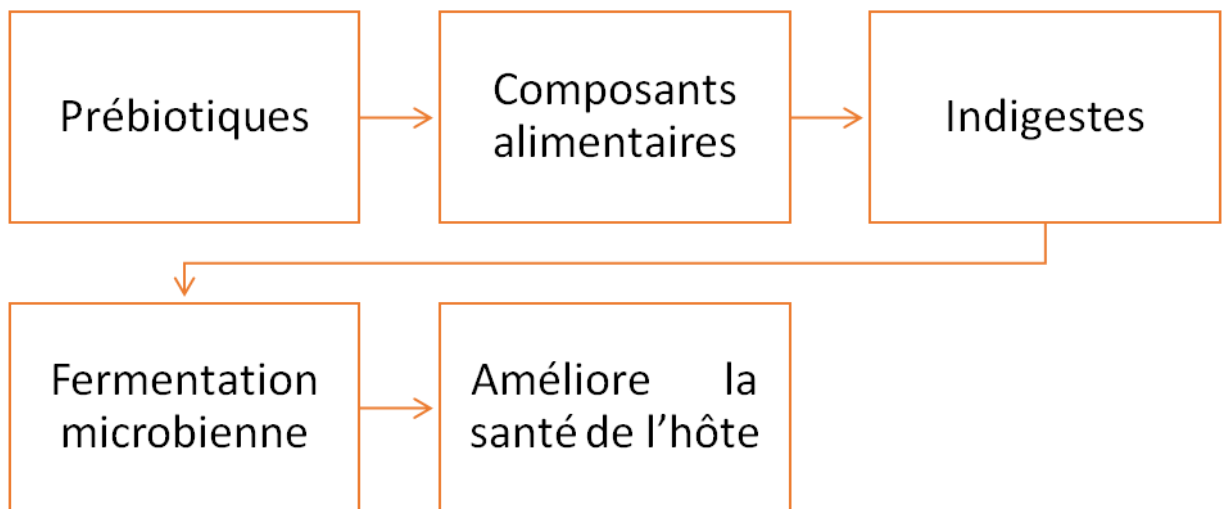


Fig. 1. Devenir des prébiotiques.

1. Critères de reconnaissance en tant que prébiotiques

Les critères de sélection des prébiotiques sont [2] :

- _ **n'être ni digéré, ni assimilé** dans la partie supérieure gastro-intestinale ;
- _ **être fermenté dans le côlon** et **stimuler**, de façon sélective, la croissance d'un nombre limité de bactéries potentiellement favorables ;
- _ **altéré** la composition de la **microflore colique** en faveur d'une flore potentiellement plus saine ;
- _ éventuellement induire des **effets systémiques** qui peuvent être bénéfiques pour la **santé de l'hôte**.

2. Origine et nature chimiques des prébiotiques

Les prébiotiques sont naturellement présents dans les aliments tels que la tomate, le blé, l'asperge, la chicorée, l'ail et le miel [3].

Les prébiotiques appartiennent *particulièrement* aux **oligosaccharides non-digestibles** et aux **sucre non-assimilables** [4]. Ils sont obtenus soit par **extraction à partir de plantes**, éventuellement suivie d'une hydrolyse enzymatique, soit par **synthèse principalement au départ de disaccharides** (Fig. 2).

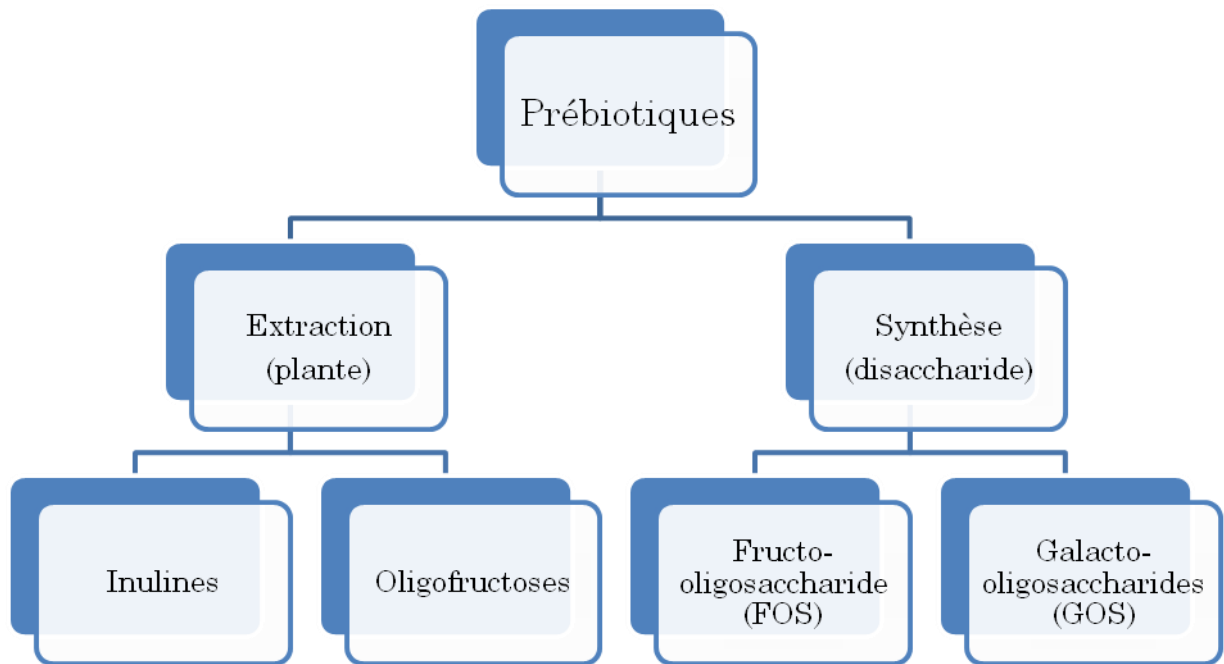


Fig. 2. Origine des prébiotiques.

Les **inulines** sont des **fructanes polydispersés** de type $\beta(2-1)$ composés d'un **mélange d'oligo-** et de **polysaccharides** qui sont pratiquement tous constitués de chaîne linéaire d'**unités de fructose** possédant la structure GF_n (G = unité glucosyle, F = unité fructosyle et n est le nombre d'unités de fructose liées entre elles qui varie de 2 à 60, Fig. 3A) [2].

L'**oligofructose** obtenu à partir de l'**inuline** contient des chaînes GF_n et F_n avec n variant de 2 à 7.

Les **fructo-oligosaccharides** produits au départ du **saccharose** n'ont que des formes GF_n avec n compris entre 2 et 4 [2].

L'**inuline** et l'**oligofructose** sont présents dans une grande variété de **plantes** y compris les **céréales**, les **légumes** et les **fruits** (blé, oignon, ail, poireau, banane, etc.) [5].

Les **galacto-oligosaccharides**, également appelés oligosaccharides *trans*-galactosylés, sont fabriqués à partir de **lactose** à l'aide d'une β -galactosidase présentant une activité *trans*-galactosidase à haute concentration en lactose. Ils peuvent contenir **3 à 6 unités monomériques**, de structure chimique **G-Gal_n** (avec **G** = unité glucosyle, **Gal** = unité galactosyle et **n** = nombre d'unités galactosyles liées) (**Fig. 3B**). Les unités galactosyle sont essentiellement liées par des liaisons $\beta(1-6)$ et $\beta(1-4)$ [2].

Certains galacto-oligosaccharides sont présents en faible quantité dans les **produits naturels** (ex. lait maternel) [2].

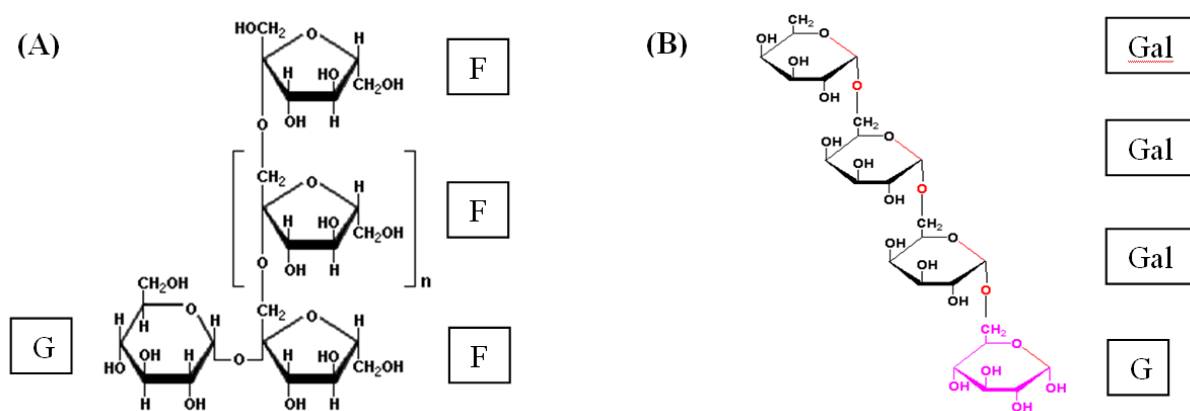


Fig. 3. Structure chimique de l'**inuline (A)** et des **galacto-oligosaccharides (B)**.

G = unité glucosyle, **F** = unité fructosyle, **Gal** = unité galactosyle et **n** = nombre d'unités fructosyles ou galactosyles liées¹.

3. Effets physiologiques des prébiotiques

3. 1. Inuline et oligofructose

L'inuline et l'oligofructose arrivent intacts dans le gros intestin où ils sont **fermentés facilement** et **complètement** par la flore microbienne, **principalement par la flore bénéfique**. Ils se transforment par conséquent en **masse bactérienne**, en **acides gras à courte chaîne** et en **gaz** (**Fig. 4**) [2, 6].

L'inuline et l'oligofructose sont des ingrédients **pauvres en calories** (1,5 kcal/g) d'où leur **parfaite convenance** aux **diabétiques** puisque leur ingestion n'affecte **ni la glycémie**, **ni la sécrétion d'insuline ou de glucagon** [2, 7].

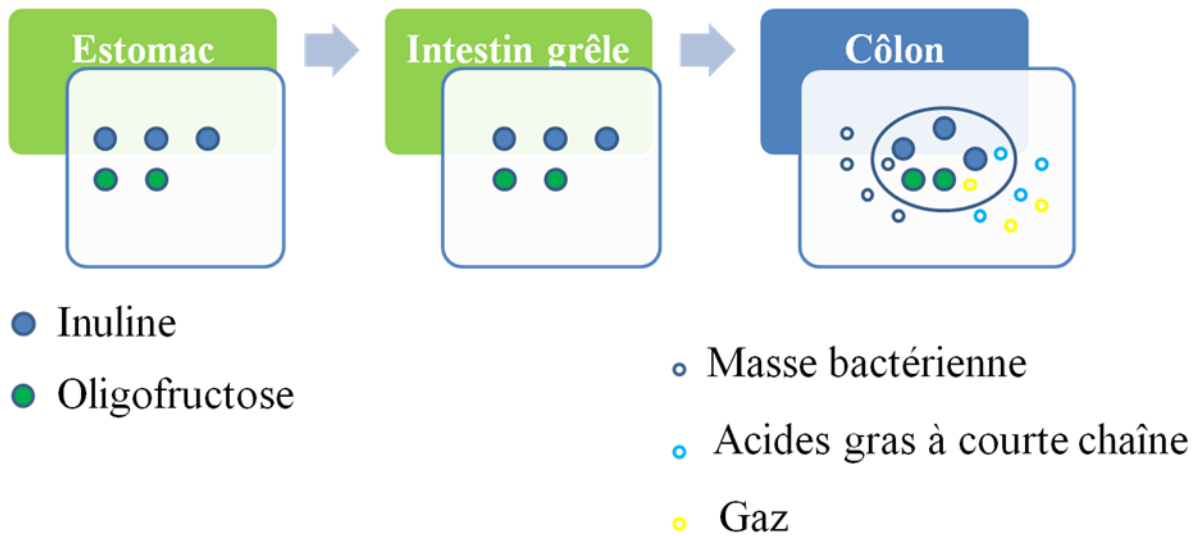


Fig. 4. Fermentation de l'inuline et d'oligofructose dans le côlon.

L'ingestion de l'inuline ou de l'oligofructose **stimule sélectivement la croissance des bactéries intestinales bénéfiques**, principalement les bifidobactéries, en inhibant les micro-organismes défavorables, tels que les **clostridies**, dans le côlon humain (**Fig. 5**) [8-10]. Un effet prébiotique peut être revendiqué pour des doses de **5 g d'oligofructose par jour** [2].

La protection des animaux nouveau-nés **contre l'entérocolite** par l'**oligofructose** a été démontrée [2, 11], et cela grâce à ses effets d'**inhibition du développement des bactéries** et de **prévention des lésions intestinales** (**Fig. 6**).

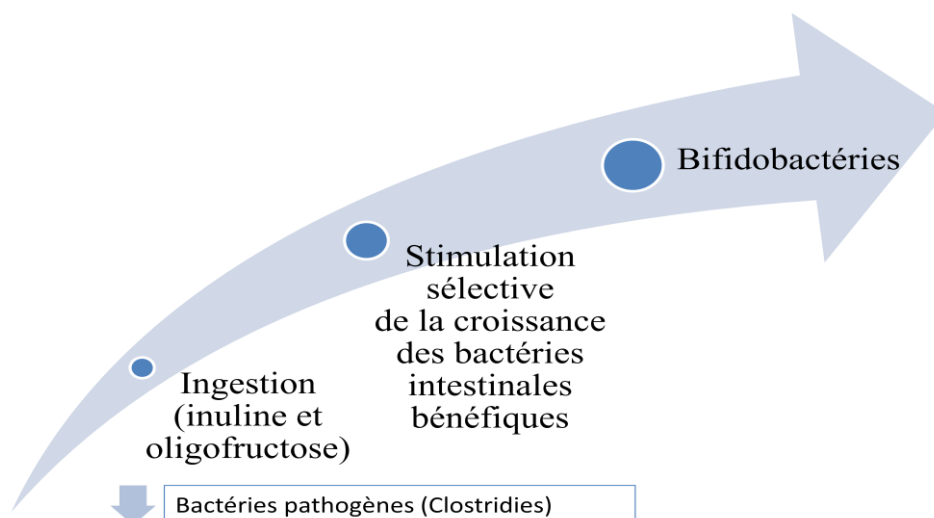


Fig. 5. Stimulation des probiotiques par l'inuline et l'oligofructose.

Après une diarrhée aiguë, l'**oligofructose** a pu **rétablir la flore intestinale normale** des porcs (**Fig. 6**) [2, 12].

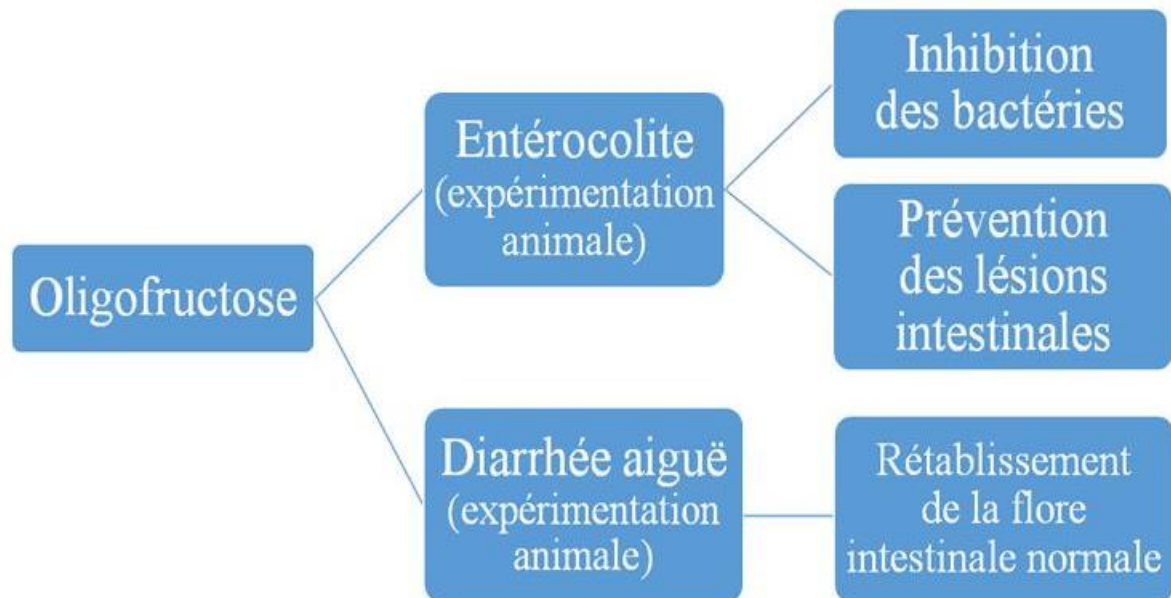


Fig. 6. Effets bénéfiques des oligofructoses.

L'**inuline** et l'**oligofructose** **augmentent** significativement l'**absorption de minéraux importants** (calcium, magnésium) par l'organisme, **améliore la minéralisation des os** et **prévient la résorption osseuse postménopausique** [2, 13]. Ceci pourrait avoir des **effets bénéfiques** pour la **prévention de l'ostéoporose** (**Fig. 7**).

L'**inuline** et l'**oligofructose** peuvent être **classés** comme des **fibres alimentaires solubles** car ils induisent des **effets de fibres typiques** sur la fonction intestinale, tels qu'une **réduction du pH des selles**, un **soulagement de la constipation**, une **augmentation du poids** et de la **fréquence des selles** [2, 14].

Suite à l'ingestion de l'**inuline** ou de l'**oligofructose** par des rats et des hamsters, il y a eu lieu la **réduction très significative** (–40%) des **triglycérides sériques** et **hépatiques** [2, 15]. En outre, l'**amélioration du métabolisme des lipides** par l'**inuline** a également été observée dans des études sur des volontaires humains (**Fig. 8**) [2, 16].

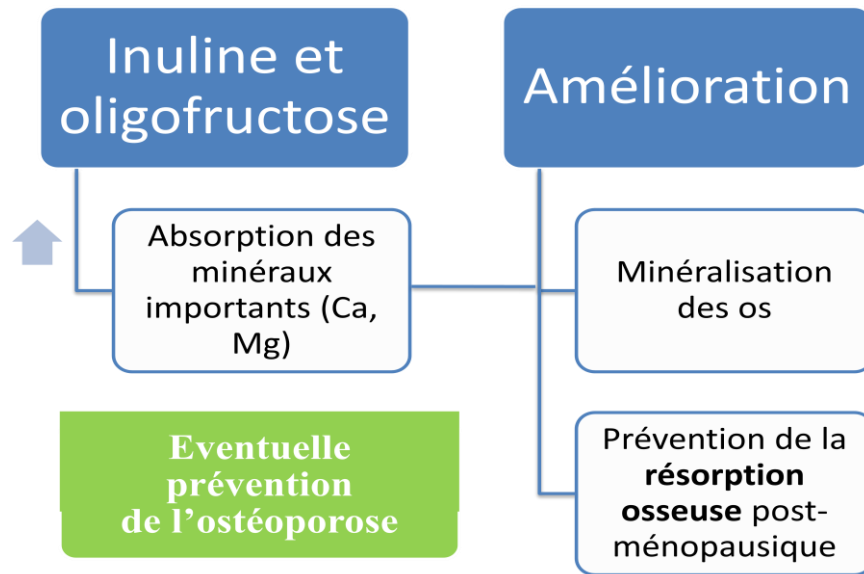


Fig. 7. Amélioration de la minéralisation des os et prévention la résorption osseuse postménopausique.

Un **effet synergique de protection** contre la **carcinogénèse** du côlon a été trouvé chez le rat pour la **combinaison symbiotique** de l'**inuline** et de **bifido-bactéries** (*Bifidobacterium longum*) (**Fig. 8**) [2, 17].

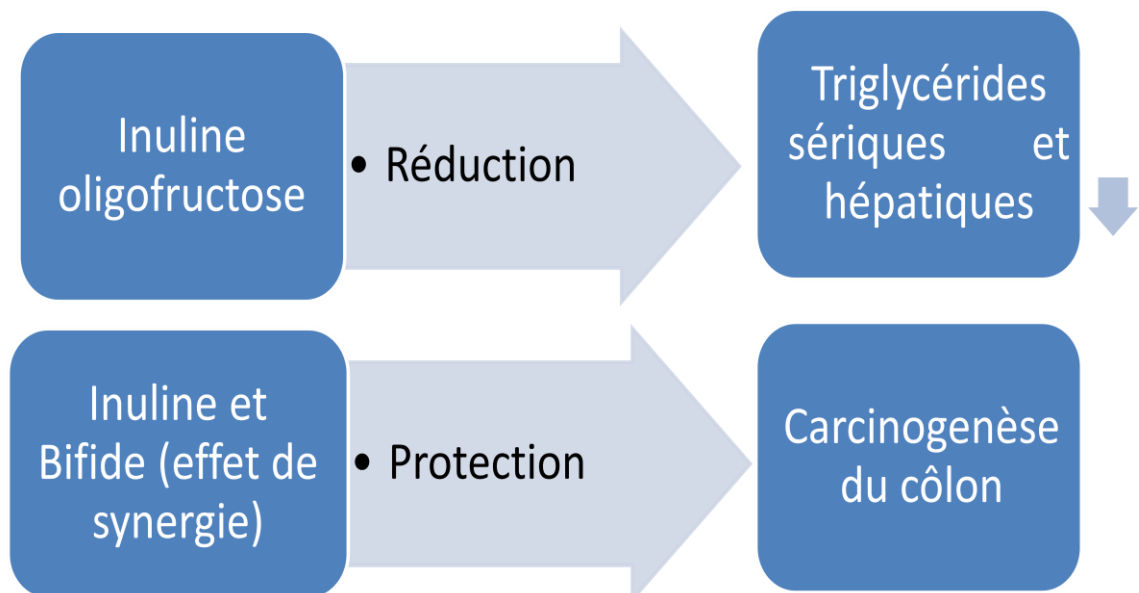


Fig. 8. Diminution des triglycérides sériques et hépatiques et prévention du cancer du côlon par des prébiotiques.

La "méthode des fructanes" a été adoptée par l'AOAC International (*Association of Official Analytical Chemists*) pour déterminer la **quantité précise** d'**inuline** et/ou d'**oligofructose** présente dans les aliments [2, 18].

3. 2. Galacto-oligosaccharides (GOS)

Les **galacto-oligosaccharides** ne sont **ni hydrolysés, ni absorbés** dans l'**intestin grêle** mais ils sont fermentés rapidement dans le **côlon proximal**, en particulier par les bifidobactéries [2, 19].

La **production d'acétate** et de **propionate** est particulièrement augmentée par les **galacto-oligosaccharides**, tant dit que l'**inuline** augmente davantage la **production d'acétate** et de **butyrate** (Fig. 9) [20-22].

La prolifération des bifidobactéries est favorisée par l'ingestion des galacto-oligosaccharides. Un **effet bifidogène** a été révélé par des études sur des volontaires humains en leur administrant des **oligosaccharides *trans*-galactosylés** avec une dose de 10 à 15 g/J [2, 19, 23].

Une **augmentation de l'absorption du calcium** chez les rats, auxquels on avait administré des **galacto-oligosaccharides**, a été rapportée [24].

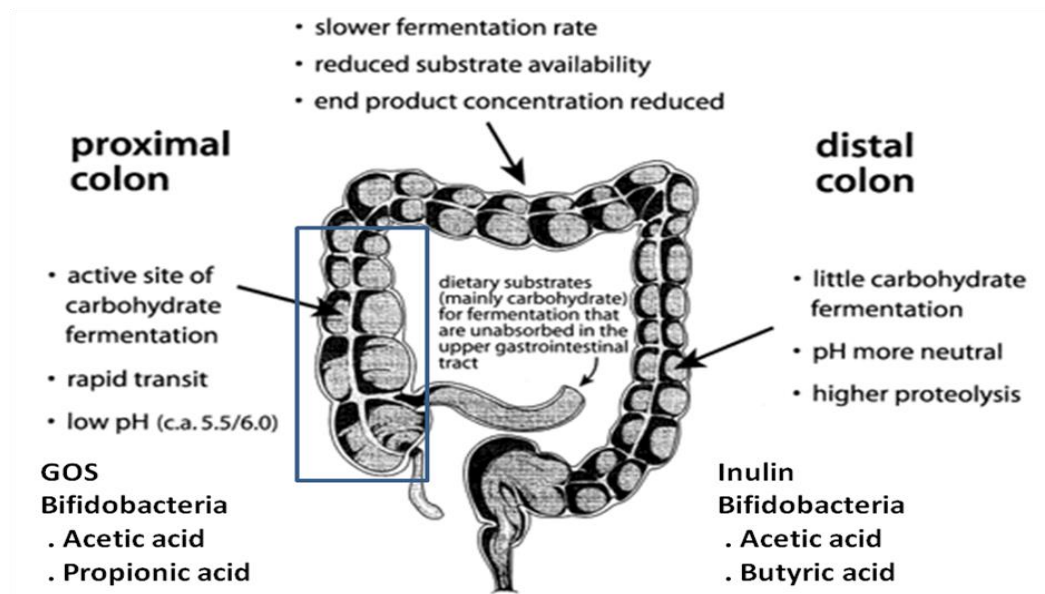


Fig. 9. Résumé des effets physico-chimiques et de la fermentation dans le côlon humain³.

Les GOS peuvent inhiber les enzymes génotoxiques telles que β -glucosidase, β -glucuronidase et l'arylsulphatase [25]. Le lactulose (un galacto-fructose) a également un effet négatif sur les enzymes génotoxiques [26].

4. Propriétés technologiques des prébiotiques

4. 1. Inuline et oligofructose

L'**inuline de chicorée**, dont le nombre d'unités de fructose liées entre elles variant de **2 à 60**, a un **degré de polymérisation moyen** [$DP_m = M_p$ (masse molaire d'un polymère)/ M_m (masse molaire de l'unité monomère majoritaire)] de l'ordre de **10**.

Rappel :

Le **degré de polymérisation (DP)** est le nombre d'unités monomères (unités répétitives) constitutives de la chaîne d'un polymère. Le **DP** est proportionnel à la masse molaire du polymère. Lorsqu'une chaîne polymère contient des ramifications et un mélange de chaînes macromoléculaires de tailles différentes avec des degrés de polymérisation différents, on parle du **degré de polymérisation moyen (DP_m)**.

L'inuline de chicorée **à haute performance** possédant un DP_m d'environ **25**, qui est obtenue après avoir éliminé la **fraction de faible DP** par un procédé physique, **est** utilisé pour **améliorer la texture des produits alimentaires** et **remplacer les matières grasses** [2].

Puisque l'inuline résiste à l'acidité gastrique et aux enzymes de l'intestin grêles, il peut jouer le rôle comme enveloppe protectrice des médicaments sensibles qui doivent atteindre le côlon distal pour le traitement des maladies telles que la maladie de Crohn et colite ulcéreuse [2, 27-28].

L'**oligofructose** obtenu à partir de l'**inuline** contient des chaînes de GF_n et F_n avec n variant de **2 à 7**, tandis que les **fructo-oligosaccharides** produits au départ de **saccharose** n'ont que des formes GF_n avec n compris entre **2 à 4** [2].

L'**inuline** a un **goût neutre**, sans arrière-goût. La qualité **standard** est **légèrement sucrée** (environ **10%** de la saveur sucrée du saccharose), alors que l'inuline à **haute performance** **n'est pas sucrée** du tout. Elle est **soluble dans l'eau** et apporte **une faible viscosité** [2]. Une fois bien mélangée à un liquide aqueux, elle forme un **gel opaque** qui résulte en une **structure crémeuse** et **tartinable**, qui peut aisément **incorporée** dans les aliments pour **remplacer les graisses jusqu'à 100%** [2, 29]. Pour **remplacer les matières grasses** l'inuline à **haute performance** s'avère **deux fois** plus efficace que l'inuline **standard** [2].

En outre, l'**inuline** agit **en synergie** avec la plupart des **agents gélifiants** et elle **améliore la stabilité des mousses** et **des émulsions** telles que les **desserts aérés**, les **crèmes glacées**, les **pâtes à tartinés** et les **saucés**. L'inuline peut donc remplacer les **agents stabilisants** dans différents produits alimentaires [2, 30].

Rappel :

Le **pouvoir sucrant** est la valeur sucrante d'un sucre par rapport à un autre, le saccharose est déterminé comme référent ayant un **PS** égale à 1.

L'**oligofructose** est beaucoup **plus soluble** que l'**inuline**. Il a une saveur **sucrée** (d'environ **35%** par rapport au saccharose), **douce**, sans arrière-goût et **met en valeur** les arômes fruités [2].

En combinaison avec des **édulcorants intenses** comme l'aspartame et l'acésulfame K, l'**oligofructose** offre une **sensation en bouche plus équilibrée** et une **saveur mieux soutenue**, et les constituants de ce mélange ont un **effet de synergie quantitative** [2, 31].

L'**oligofructose** affiche une **bonne stabilité** aux procédés de fabrication habituels des aliments (ex. durant les traitements thermiques). Il apporte par ailleurs du **corps** et une **agréable sensation en bouche**, présente des **propriétés humectantes**, **réduit l'activité de l'eau** et garantit ainsi une meilleure stabilité microbologique; il **affecte** également **des points d'ébullition** et de **congélation** [2].

La **figure 10** suivante représente les différentes propriétés technologiques de l'inuline et des oligofructoses.

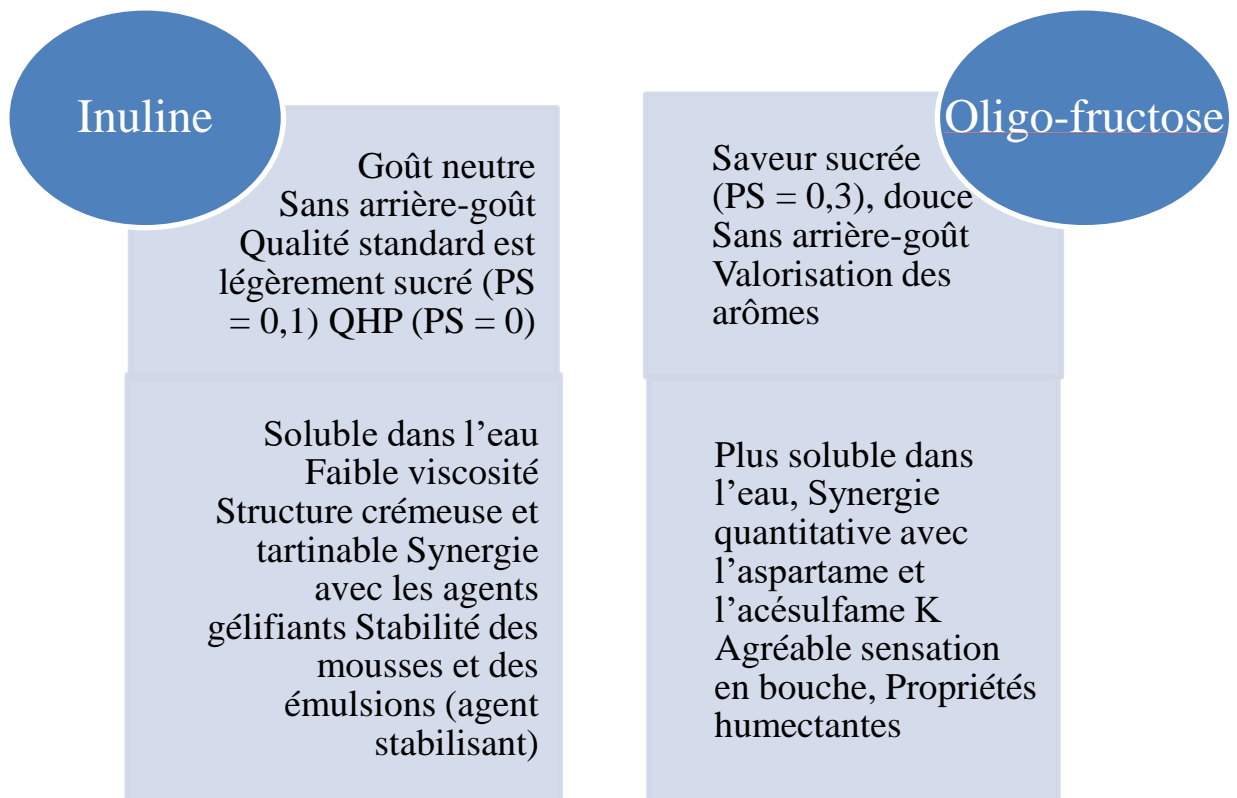


Fig. 10. Résumé des propriétés technologiques de l'inuline et de l'oligofructose.

4. 2. Galacto-oligosaccharides

Les **galacto-oligosaccharides** présentent une **solubilité élevée**, une **saveur modérément sucrée** (environ 30% du pouvoir sucrant du saccharose) et une **faible viscosité** [2].

Ils **abaissent l'activité de l'eau** et le **point de congélation** des aliments, offre une **bonne stabilité à l'acidité** et à **la chaleur** et témoignent de **propriétés de rétention de l'humidité** [2].

Ils agissent dans les aliments comme des ingrédients de charge, contribuant à la texture et à **la sensation en bouche** [2, 32].

Dans **certains pays**, les **galacto-oligosaccharides** sont considérés comme étant des **fibres alimentaires**. Ils peuvent être incorporés dans différents produits alimentaires tels que des **produits laitiers** et des **laits infantiles** [2].

Le principal avantage des **galacto-oligosaccharides** par rapport aux **fructo-oligosaccharides**, c'est qu'ils ont une **meilleure résistance à l'hydrolyse acide** [2].

La **figure 11** représente les différentes propriétés technologiques des galacto-oligosaccharides.

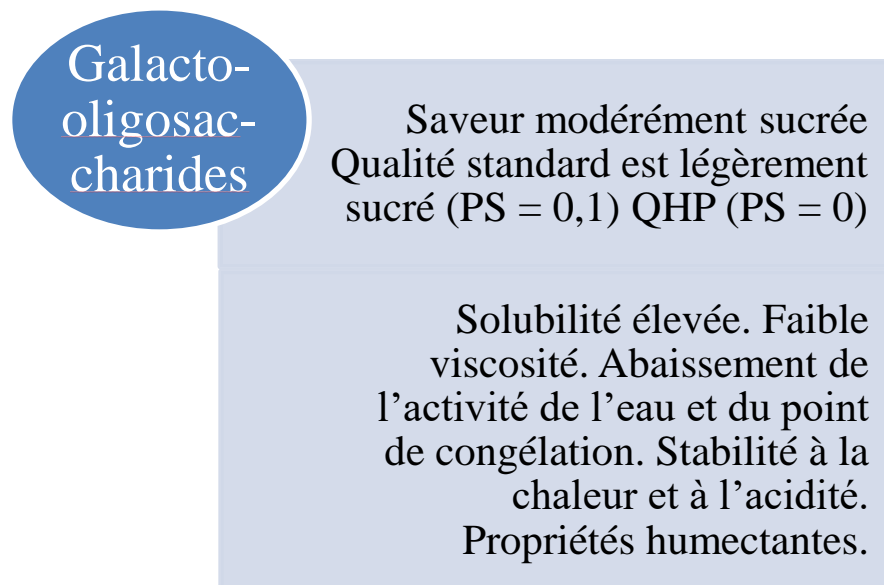


Fig. 11. Résumé des propriétés technologiques des galacto-oligosaccharides.

Post-test

Tester vos connaissances acquises pendant le cours sur les prébiotiques.

Répondez aux questions suivantes :

- _ Définissez les prébiotiques.
- _ Quelles sont les origines des prébiotiques ?
- _ Quel est le devenir des prébiotiques après administration ?
- _ Quels sont les critères de sélection des prébiotiques ?
- _ Quelle est la structure chimique de base des GOS et des FOS ?
- _ Quels sont les types de liaisons des GOS et des FOS ?
- _ Quelles sont les fonctions physiologiques des prébiotiques ?
- _ Quelles sont les propriétés techno-fonctionnelles des prébiotiques ?

Recherches et activités

- _ Comment se fait-il que les prébiotiques stimulent sélectivement certaines espèces microbiennes alors que les autres ne sont pas stimulées ? En d'autres termes, quels sont les mécanismes proposés ou mis en évidence pour expliquer cet effet ?
- _ Cherchez dans la littérature les études montrant des effets bénéfiques des prébiotiques sur la santé ?
- _ Cherchez les aliments fonctionnels contenant des prébiotiques et préciser le type de prébiotique et leurs degrés de polymérisation.

Problématiques

- _ Lors de l'extraction de l'inuline à partir de chicorée ou de l'artichaut, son degré de polymérisation diminue significativement. Que proposez-vous pour pallier à ce problème ?
- _ Est-il possible de favoriser la fermentation des prébiotiques dans toutes les parties du côlon pour en bénéficier de ces effets ? Que proposez-vous ?

Références

- [1]. **Roberfroid M. (2007).** Prebiotics: the concept revisited. *Journal of Nutrition*, 137: 830S-837S.
- [2]. **Franck A. (2002).** Prébiotiques. Dans Roberfroid, M. (Ed.). Aliments fonctionnels. *Tec & Doc*, Paris, France.
- [3]. **Al-Sheraji S. H., Ismail A., Manap M. Y., Mustafa S., Yusof R. M. & Hassan F. A. (2013).** Prebiotics as functional foods: A review. *Journal of Functional Foods*, 5: 1542-1553.
- [4]. **Crittenden (1999).** Prebiotics. In Thannock, G., W. (Ed). Prebiotic: A critical review. *Horizon Scientific press*, UK, 141-156.
- [5]. **Van Loo J., Coussement P., De Leenheer L., Hoebregs H. & Smits G. (1995).** On the presence of Inulin and Oligofructose as natural ingredients in the western diet. *Food Science and Nutrition*, 35 (6): 525-552.
- [6]. **Delzenne N. M. & Roberfroid M., R. (1994).** Physiological effect of non-digestible oligosaccharides. *Lebensm Wiss u Technol*, 27: 1-6.
- [7]. **Roberfrois, M. (1993).** Dietary fiber, inulin, and oligofructose: A review comparing their physiological effect. *Food Science and Nutrition*, 33 (2): 72-75.
- [8]. **Gibson G. R., Beaty E. R., Wang X. & Cummings J. H. (1995).** Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology*, 108: 975-982.
- [9]. **Kleessen B., Sycura B., Zunft H. J. & Blaut M. (1997).** Effects of inulin and lactose in faecal microflora, microbial activity, and bowel habits in elderly constipation persons. *American Journal of Clinical Nutrition*, 65: 1397-1402.
- [10]. **Menne E., Guggenbuhl N. & Roberfroid M. (2000).** Human nutrition and metabolism – Research communication. *Journal of Nutrition*, 130: 43-48.
- [11]. **Catala I., Butel M. J., Bensaada M., Popot F., Tessedre A. C., Rimbault A., Szylit O. (1999).** Oligofructose contributes to the protective role of bifidobacteria in experimental necrotising enterocolitis in quails. *Journal of Medical Microbiology*. 48: 89-94.

- [12]. Oli M. W., Petschow B. W. & Buddington R. K. (1998). Evaluation of fructo-oligosaccharide supplementation of oral electrolyte solution for treatment of diarrhea. *Digestive disease Science*, 43: 138-147.
- [13]. Delzenne N. M. & Roberfroid M. R. (1994). Physiological effects of non-digestible oligosaccharides. *Lebensm Wiss u Technol*, 27: 1-6.
- [14]. Roberfroid, M. B. (1997). Health benefits of non-digestible oligosaccharide. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 427: 211-219.
- [15]. Fiordaliso M., Kok N., Desager J. P., Goethals F., Deboyser D., Roberfroid M., Delzenne N. (1995). Dietary oligofructose lowers triglycerides, phospholipids and cholesterol in serum and very low density lipoproteins of rats. *Lipids*, 30(2): 163-167.
- [16]. Jackson K. G., Talor G. R. J., Clohessy A. M. & Williams C. M. (1999). The effect of dairy intake of inulin on fasting lipid, insulin and glucose concentrations in middle-age men and women. *British Journal of Nutrition*, 82 (2): 23-30.
- [17]. Rowland I. R. & Tanaka R. (1998). The effect of *transgalactosylated* oligosaccharides on gut flora metabolism in rats associated with a human faecal microflora. *Journal of Application Bacteriology*, 74: 667-674.
- [18]. Hoebregs H. (1997). Fructans in foods and food products, ion-exchange chromatographic method: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, 80 (5): 1029-1037.
- [19]. Bouhnik Y., Flourié B., D'Agay-Abensour L. *et al.* (1997). Administration of *transgalacto-oligosaccharides* increases faecal bifidobacteria and modifies colonic fermentation metabolism in healthy humans. *Journal of Nutrition*, 127: 444-448.
- [20]. Gibson G. R. & Wang X. (1994). Enrichment of bifidobacteria from human gut contents by oligofructose using continuous culture. *FEMS Microbiology Letters*, 118: 121-128.
- [21]. Campbell J. M., Fahey G. C. & Wolf B. W. (1997). Selected indigestible oligosaccharides affect large bowel mass, cecal and fecal short-

chain fatty acids, pH and microflora in rats. *Journal of Nutrition*, 127: 130-136.

[22]. Djouzi Z. & Andrieux C. (1997). Compared effects of three oligosaccharides on metabolism of intestinal microflora in rats inoculated with human faecal flora. *British Journal of Nutrition*, 78(2): 313-324.

[23]. Ito M., Deguchi Y., Miyamori A. M. Matsumoto K., Kikuchi H., Kobayashi Y., Yajima T. & Kan T. (1990). Effects of administration of galacto-oligosaccharides on the human faecal microflora, stool weight and abdominal sensation. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 3: 285-292.

[24]. Chonan O. & Watanuki M. (1995). Effects of galacto-oligosaccharides on calcium absorption in rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 41: 95-104.

[25]. McBain A. J. & Macfarlane G. T. (2001). Modulation of genotoxic enzyme activities by non-digestible oligosaccharide. metabolism *in-vitro* human gut bacterial system. *Journal of Medical Microbiology*, 50: 833-842.

[26]. Ballongue J., Schumann C. & Quignon P. (1997). Effetcts of lactulose and lactitol on colonic microflora and enzymatic ativity. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 32: 41-44.

[27]. Fuchs A. (1993). Production and utilization of inulin. In Suzuki M. & Chatterton N. (Eds). Science and Technology of Fructans. *CRC Press*, Boca Raton, FL, 319-352.

[28]. Chourasia M. & Jain S. (2002). Pharmaceutical approaches to colon targeted drug delivery systems. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 6: 33-66.

[29]. Franck A. (1993). Rafticreming: The new process allowing to turn fat into dietary fiber. In Maarssen. *FIE Conference Proceedings 1992*. Expoconsult Publisher, Düsseldorf, 193-197.

[30]. Franck A. & Coussement P. (1997). Multi-functional inulin. *Food Ingredients and Analysis International*, Oct, 8-10.

[31]. Wiedmann, M., & Jager, M. (1997). Synergistic sweeteners. *Food Ingredients and Analysis International*, Nov-Dec, 51-56.

[32]. Sako T., Matsumoto K., Tanaka R. (1999). Recent progress on research and applications of non-digestible galacto-oligosaccharides. *International Dairy Journal*, 9: 69-80.

Références des images

[1']. www.jpp.krakow.pl/journal/archive/12_09_s6/articles/01_article.html

(consulté le 11 Janvier 2019)

[2']. www.scientificpsychic.com (consulté le 18 Janvier 2018)

[3']. www.customprobiotics.com (consulté le 18 Janvier 2018)

Sites internet et liens utiles

<https://www.youtube.com/watch?v=ZTy1QJ3KAEo>

<http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-french-2011.pdf>

Abréviations

AOAC : *Association of Official Analytical Chemists*

DP : Degré de polymérisation

F : Unité fructosyle

FOS : Fructo-oligosaccharides

G : Unité glucosyle

Gal : Unité galactosyle

GOS : Galacto-oligosaccharides

PS : Pouvoir sucrant

QHP : Qualité de haute performanc