

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCEM
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de Biologie

*Laboratoire de recherche de Physiologie, Physiopathologie
et Biochimie de la Nutrition (PPABIONUT)*

MEMOIRE

Présenté par

Tebbal Narimane – Houbad Sarra

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER en Biologie De la Nutrition

Thème

Les fibres alimentaires et pathologies :
Review sur les études *in vivo*

Soutenu le 28/06/2021, devant le jury composé de :

Présidente	Medjdoub Amel	Maître de conférences	Université d'Oran
Examinatrice	Guerriche Amina	Maître de conférences	Université de Ain Témouchent
Promotrice	Malti Nassima	Maître de conférences	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2020 – 2021

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ;

*Mon très cher père **OTHMANE**, la source de ma force, celui qui m'a voulue et m'a aidé pour mieux avancer durant toute ma vie, à qui s'est sacrifié pour me voir réussir, l'homme qui m'a soutenue toujours avec son amour, sa confiance et ses encouragements.*

*Ma très chère mère **NAIMA**, la lumière de mes jours, la source de mes efforts à celle qui a su veillée sur moi depuis le jour de ma naissance jusqu'à maintenant, la femme qui a la grandeur d'âme et d'esprit, qui m'a inondé d'amour et de tendresse et qui m'a soutenue, m'a encouragé à surmonter tous les obstacles pour pouvoir donner le meilleur.*

Que dieux les garde pour moi et leur procure bonne santé et longue vie.

*A mes chères sœurs ; **SAMIRA, FATIMA ZOHRA, BOUCHRA.***

*A tous les membres de ma famille, mes grand parents, mes tantes et mes oncles, mes cousines et cousins, en particulier ma chère tante **AICHA** et ma cousine **FATIMA ZOHRA** qui m'ont soutenue et m'ont encouragé*

*A tous mes amis, en particulier mes chères **MARWA** et **SABRINA.***

*Sans oublier **SARRA** mon binôme et toute ma promotion **2020 / 2021** de Master2
*Biologie de la nutrition**

*A mon encadreur Mme **MALTI BOUDILMI NASSIMA AMEL** qui m'a dirigé dans ce labour.*

*... **NARIMANE***

Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

*A mon plus précieux cadeau de dieu, l'homme à qui je dois ma vie et ma réussite: mon cher père **ABDELHAFID**.*

*A la femme qui a souffert en m'épargnant tout, celle qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a économisé aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **RACHIDA**.*

*A mes chères sœurs **FATIMA ZOHRA** et **CHAHRAZAD** et son marie **MOUSAOUI ABDELFETTAH** qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

A mes oncles et mes tantes. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

*Sans oublier mon binôme **NARIMANE** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

*A mes chères amies, **SARA**, **AMINA**, pour leurs aides et support dans les moments difficiles.*

A toute ma famille,

*A tous mes ami(e)s et collègues de promotion **Master option BIOLOGIE DE LA NUTRITION 2020-2021**.*

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

...SARRA

Remerciements

On remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme **MALTI BOUDILMI NASSIMA AMEL** Maître de conférences au département de Biologie de l'Université de Tlemcen.*

Nous vous remercions pour nous avoir donné la chance de travailler avec vous, pour nous avoir accordé votre confiance, vos conseils et surtout votre patience.

Un grand merci aux membres de notre jury pour le grand honneur qu'ils nous font en acceptant d'examiner et de juger ce modeste travail. Veuillez trouver ici l'expression de notre profonde considération.

Nous aimerons remercier tous nos professeurs du Département de Biologie, en particulier la spécialité « Biologie de la nutrition », pour leur générosité et la grande patience dont ils ont su faire preuve pendant cinq ans d'études.

Liste des abréviations

AACC: Association Américaine des Chimistes Céréaliers.

AGCC: Acides Gras à chaîne courte.

CAC: Commission du Codex alimentarius.

CCK: Cholécystokinine.

CETP: Protéine de transfert des ester de cholestérol.

CRP: C réactive Protéine

FOS: Fructo oligosaccharides.

GLP-1: Glucagon-like peptide-1.

Hba1c: Hémoglobine glyquée.

IL: Interleukine.

KGM: Konjac glucomannan

LDL: Low density lipoproteines ; Lipoprotéine de faible densité.

PRR: Récepteurs de reconnaissance des motifs.

PYY: Peptide YY.

RCPG: Récepteur couplé aux protéines G.

TNF: Facteur de nécrose tumorale.

VLDL: Very low density lipoproteines; Lipoprotéines de très faible densité.

Liste des figures

Figure 1: Structure générale des glucides non digestibles dérivés de la paroi cellulaire des plantes	6
Figure 2: Représentation schématique d'une chaîne de cellulose.....	11
Figure 3: Les mécanismes d'action des fibres alimentaires	12
Figure 4: Effets des fibres alimentaires sur la microflore intestinale.....	14
Figure 5: Fibres alimentaires, microbiote intestinal et leurs axes physiologiques	15
Figure 6: Effets physico-chimiques et biologiques des glucides non digestibles après l'ingestion	18
Figure 7: Mécanismes d'action des fibres alimentaires et divers effets métaboliques	20
Figure 8: Mécanismes potentiels des fibres alimentaires pour la prévention et la gestion du diabète de type 2	21
Figure 9: Effet de l'algue verte <i>Ulva lactuca</i> et de ses polysaccharides sur le poids corporel, la pression artérielle et quelques paramètres métaboliques	25
Figure 10: Mécanismes par lesquels les fibres peuvent inhiber la digestion et l'absorption des lipides.....	25
Figure 11: Effets physiologiques des fibres alimentaires sur l'obésité	27
Figure 12: Mécanisme d'action par lequel les fibres peuvent influencer le poids corporel et les maladies chroniques communes qui y sont liées	28
Figure 13: Effet protecteur des fibres alimentaires contre l'état inflammatoire d'arthrose. ...	30
Figure 14: Effets préventifs des fibres alimentaires d'inflammation du colon	32
Figure 15: Effets du butyrate sur les cellules normales et les cellules cancéreuses colorectales.....	33

Liste des tableaux

Tableau 1: Teneur de fibres alimentaires contenues dans les céréales	4
Tableau 2: Aliments plus riches en fibres alimentaires	5
Tableau 3: Propriétés des fibres contenues dans les aliments végétaux	5
Tableau 4: Classification des fibres alimentaires.....	8
Tableau 5: Caractéristiques physico-chimiques des fibres alimentaires plus courantes	9
Tableau 6: Effets des fibres alimentaires prébiotiques sur la santé	16

Tableau 7: Effets des fibres alimentaires sur l'obésité, l'hypertension et le cholestérol ...34-35

Tableau 8: Effets des fibres sur la glycémie et le diabète.....35-36

Tableau 9: Effets des fibres sur le microbiote et le tractus gastro intestinal.....36-37

Tableau 10: Effets des fibres alimentaires sur le stress oxydatif et inflammation.....37-38

Liste des annexes

Figure A1: Source des principales fibres alimentaires et leur effets sur le microbiote

Figure A2 : Spectre des caractéristiques physicochimiques des fibres alimentaires

Figure A3: Effets de l'apport en fibres alimentaires sur divers facteurs métaboliques, la résistance à l'insuline et le risque de développer et le diabète de type 2

Figure A4: Caractéristiques qui influencent des glucides non digestibles provenant d'aliments d'origine végétales dans le cancer colorectal

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des annexes

Introduction	1
1. Les fibres alimentaires:	3
1.1 Généralités:.....	3
1.2 Sources des fibres alimentaires:	4
1.3 Structure générale des fibres alimentaires:	5
1.4 Caractères physicochimiques des fibres alimentaires:	6
1.4.1 Solubilité:.....	6
1.4.2 Viscosité:.....	7
1.4.3 Fermentabilité:	7
1.5 Classification des fibres alimentaires:	8
1.5.1 Les fibres solubles:	9
1.5.2 Les fibres insolubles:	10
2. Fibres alimentaires et pathologies:	12
2.1 Fibres alimentaires, microbiote intestinal et transit :.....	12
2.2 Fibres alimentaires et maladies métabolique :.....	19
2.3 Fibres alimentaires, maladies inflammatoire et stress oxydatif:.....	29
3. Les études in vivo:.....	34
Conclusion.....	40

References bibliographique

Annexes

Introduction

Avec l'évolution de la technologie moderne, le mode de vie d'une personne devient de plus en plus sédentaire (**Maheshwari et al., 2019**) et les habitudes alimentaires sont parmi les principaux éléments modifiables de ce mode de vie (**Montes et al., 2018**), ce qui entraîne à son tour l'apparition de plusieurs maladies chroniques non transmissibles liées à l'alimentation (**Pauline et al., 2020**).

Les maladies non transmissibles, y compris les maladies cardiovasculaires comme l'athérosclérose et l'hypertension artérielle, le diabète et le cancer sont la cause de plus de 70% des décès, et l'association de certains aliments et habitudes alimentaires avec plusieurs problèmes de santé chroniques a stimulé la recherche d'options alimentaires nouvelles et plus saines (**Montes et al., 2018**).

La connaissance de certains ingrédients comme nutraceutiques et le concept d'aliments fonctionnels mettent l'accent sur le rôle de la qualité de l'alimentation dans la promotion de la santé et la prévention des pathologies, La recherche systématique d'aliments à forte densité nutritionnelle s'est considérablement développée parallèlement à la crise émergente des maladies chroniques dans le monde entier (**Montes et al., 2018**).

La consommation des régimes alimentaires sains qui fournissent des micronutriments, des fibres et des antioxydants adéquats tout en contrôlant l'apport énergétique peut favoriser un vieillissement en santé défini comme; le fait de ne pas souffrir de maladies chroniques graves, maintenir de bonnes fonctions physiques et cognitives sans limitations dans les activités de base de la vie quotidienne, ne présenter aucun symptôme dépressif grave et avoir une bonne perception générale de la santé, ces habitudes alimentaires saines améliorent les chances de prolonger l'espérance de vie, une consommation adéquate de fibres a un rôle indépendant dans la réduction du risque de mortalité de toutes causes confondues et spécifique à la maladie (**Dreher, 2018**).

Pour cela la recherche s'est concentrée sur les fibres alimentaires en tant que nutriment protecteur contre le risque de ces maladies (**Katagiri et al., 2020**) et les résultats de recherche disponibles sur ces fibres, illustrent leurs divers avantages pour la santé dans le contrôle et la prévention de ces maladies (**Maheshwari et al., 2019**).

Les fibres alimentaires sont considérées comme un élément clé d'un régime alimentaire recommandé par plusieurs directives nutritionnelles, les données épidémiologiques ont toujours montré qu'une consommation de fibres alimentaires est associée à un risque réduit de plusieurs maladies chroniques. De nombreux mécanismes potentiels par lesquelles les fibres

peuvent agir ont été postulés (**Veronese et al., 2018**). Ces fibres sont bien connues pour leurs effets métaboliques bénéfiques, car elles contribuent à la réduction du taux de cholestérol, à un meilleur contrôle de la glycémie et à une meilleure régulation du poids corporel (**Myhrstad et al., 2020**).

Pour cette raison, les recommandations alimentaires mondiales ont tendance à inclure un apport élevé en fibres dans leurs recommandations. Toutefois, l'apport quotidien recommandé de 25 à 38 g de fibres pour un adulte ne comprend pas de lignes directrices précises sur le type de fibres à consommer (**Henrion et al., 2019**).

La relation entre les fibres alimentaires et les résultats en matière de santé représente un sujet d'intérêt rapidement croissant, mais des études bien contrôlées chez l'homme sont nécessaires afin de confirmer les liens qui semblent se dessiner dans les études chez les animaux et les études épidémiologiques (**Lee et al., 2018**).

L'objectif de ce travail vise à définir les fibres alimentaires qui possèdent une valeur nutritionnelle très élevée, à déterminer ses caractéristiques physico-chimiques, à clarifier ses rôles physiologiques bénéfiques sur la santé et à évaluer leurs effets protecteurs contre le développement et l'évolution de certains troubles et pathologies dans le cadre d'études in vivo.

Généralités sur les fibres

1. Les fibres alimentaires:

1.1 Généralités:

De la fibre brute à la fibre diététique, elle est reconnue comme étant des polysaccharides résistants ayant un degré de polymérisation > 10 , en 1953 le nouveau terme "fibres alimentaires" a été introduit par le médecin britannique Eban Hipsley (**Dai et Chau, 2017**).

Plusieurs définitions sont données au terme fibres alimentaires et elles sont variées selon les différentes méthodes d'analyses, les effets physiologiques, les réglementations et les organisations alimentaires et d'autres facteurs interconnectés (**Korczak et Slavin, 2020**).

Mais la définition la plus acceptée c'est que les fibres alimentaires sont connues comme l'un des principaux ingrédients fonctionnels ou composés bioactifs des aliments, et sont principalement reconnues comme des polymères d'hydrates de carbone avec 10 ou plus d'unités monomères qui résistent à la digestion enzymatique dans l'intestin grêle de l'homme. Elles passent rapidement dans le gros intestin où les bactéries intestinales bénéfiques les transforment en acides gras à chaîne courte (**Bader et al., 2019**).

-Selon l'Association américaine des chimistes céréaliers (AACC 2001):

Les fibres alimentaires sont les parties comestibles des plantes ou des hydrates de carbone analogues qui résistent à la digestion et l'absorption dans l'intestin grêle humain avec fermentation complète ou partielle dans le gros intestin.

Les fibres comprennent les polysaccharides, les oligosaccharides, la lignine et les substances végétales associées, en favorisant les effets physiologiques bénéfiques, notamment la laxité et/ou l'atténuation du cholestérol sanguin, et/ou l'atténuation de la glycémie (**Stephen et al., 2017**).

-Selon le Codex alimentarius (CAC 2009):

Les fibres alimentaires sont des polymères glucidiques de deux à dix unités monomériques, qui ne sont pas hydrolysés par les enzymes endogènes de l'intestin grêle humains et qui appartiennent aux catégories suivantes:

-Les polymères glucidiques comestibles, présents naturellement dans l'aliment tel qu'il est consommé.

-Les polymères qui ont été obtenus à partir de matières alimentaires brutes, par des moyens physiques, chimiques ou enzymatiques ayant un effet physiologique qui ont un

impact positif sur la santé (démonstré par les autorités compétentes en fonction des critères scientifiques généralement acceptés).

-Les polymères glucidiques synthétiques ayant un effet physiologique qui a un impact positif sur la santé (**Bouazza, 2017**).

1.2 Sources des fibres alimentaires:

Les fibres proviennent essentiellement des parois végétales, ces dernières sont essentielles au maintien de la structure et de la fonction des plantes. Elles sont riches en une série de polysaccharides et sont présentes dans tous les aliments d'origine végétale, mais avec une structure et une chimie différentes, selon de leur source (fruits, légumes, légumineuses et céréales) (**Tableau 1**), (**Tableau 2**) et (**Tableau 3**) (**Williams et al., 2019**).

Par exemple, dans les légumes, les fibres sont principalement concentrées sur la peau, mais trouvées aussi des traces dans l'écorce, tandis que dans les céréales, elles se trouvent principalement dans la portion de son. Alors que dans les fruits, il est non seulement présent dans la peau mais aussi également dans la partie fruitée nommée le mésocarpe (**Jha et al., 2017**).

Tableau 1: Teneur de fibres alimentaires contenues dans les céréales (**Bader et al., 2019**).

Céréales	Fibres solubles (pourcentage en masse)	Fibres insolubles (pourcentage en masse)
Blé	2,8	12,1
Riz	0,7	19,2
Maïs	3,9	9,3
Orge	8,2	18,8
Avoine	3,8	6,5
Seigle	7,5	16,1

Tableau 2: Aliments plus riches en fibres alimentaires (Mudgil et Barak, 2019).

Légumineuses	Haricots en grappe - poiches - fève large - lentilles - haricots verts - pois - haricots secs.
Légumes	Tomates - Pomme de terre - Carotte - Choux.
Fruits	Oranges - Kiwi - Pommes - Agrumes - Prunes.

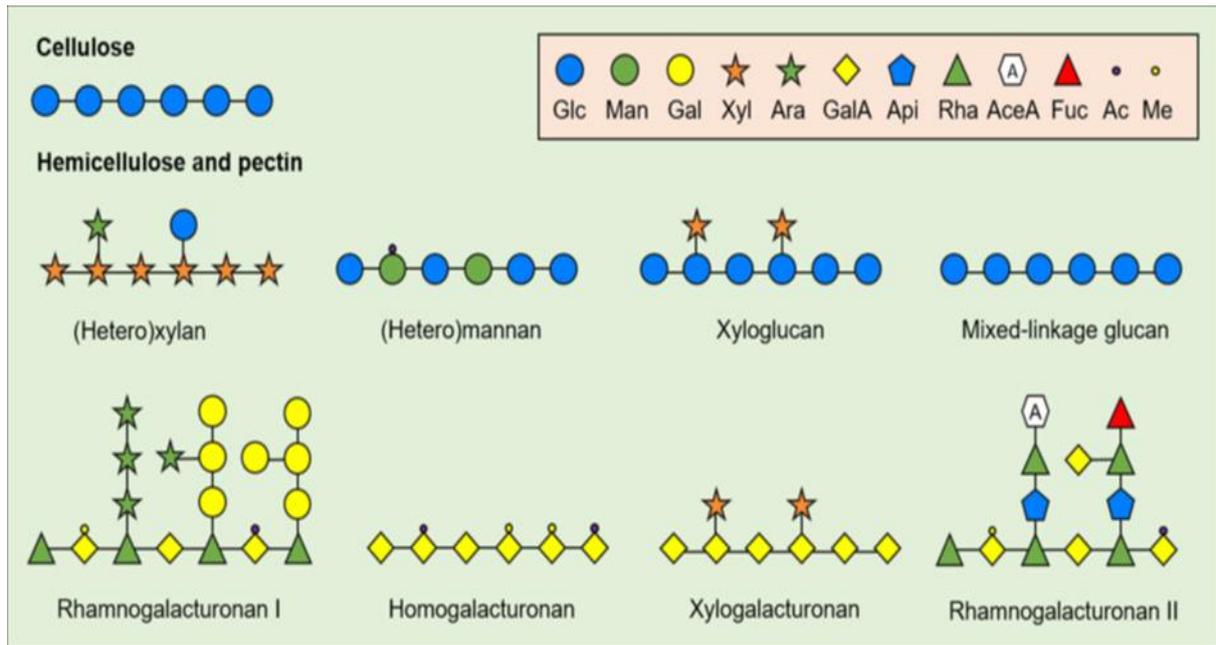
Tableau 3: Propriétés des fibres contenues dans les aliments végétaux (Champ, 2014).

Catégories d'aliments	Fraction	Principales caractéristiques des fibres	Effets physiologiques reconnus ou probables
Fruits	Pulpe	Solubles et visqueuses (pectines), solubles et non visqueuses (hémicelluloses) et insolubles (hémicelluloses)	Effet probable sur l'excrétion fécale (↑) Effet probable de protection contre les MCV et le DNID
	Peau	Majoritairement insolubles (cellulose et hémicelluloses)	Effet probable sur le transit digestif (accélération en cas de constipation)
Légumes		Solubles et insolubles	Effet probable sur l'excrétion fécale (↑) Effet probable de protection contre les MCV et le DNID
Légumes secs	Cotylédon	Solubles et insolubles	Effet probable sur l'excrétion fécale (↑) Effet probable de protection contre les MCV et le DNID
	Tégument	Majoritairement insolubles (cellulose et hémicelluloses)	Effet probable sur le transit digestif (accélération en cas de constipation)
Céréales	Farine blanche	Solubles et insolubles	Effet probable sur l'excrétion fécale (↑) Effet probable de protection contre les MCV et le DNID
	Son	Majoritairement insolubles (cellulose et hémicelluloses) Mais également des fibres solubles et visqueuses	Régulation du transit digestif (accélération en cas de constipation) (son de blé) Effet probable de protection contre les MCV et le DNID Effet probable sur l'inflammation de bas grade, facteur de risque des MCV (↓)

MCV = maladies cardiovasculaires
DNID = diabète non insulino-dépendant ou diabète de type 2

1.3 Structure générale des fibres alimentaires: (Figure 1)

La structure chimique des hydrates de carbone non digestibles provenant d'aliments d'origine végétale influence fortement leurs propriétés physicochimiques et leurs effets biologiques, ces fibres sont principalement constituées de polysaccharides, tels que la cellulose, l'hémicellulose et la pectine..... et chaque résidu porte un nombre et un type précis des molécules ce qui donne par la suite une diversité de la structure des fibres alimentaires (Prado et al., 2019).



Glc: Glucose, **Man:** Mannose, **Gal:** Galactose, **Xyl:** Xylose, **Ara:** Arabinose, **GalA:** acide galacturonique, **Api:** Apiose, **Rha:** Rhamnose, **AceA:** Acide acérique, **Fuc:** Fucose, **Ac:** Acétylé, **Me:** Méthylé

Figure 1: Structure générale des glucides non digestibles dérivés de la paroi cellulaire des plantes (Prado et al., 2019).

1.4 Caractères physicochimiques des fibres alimentaires: (Tableau 4)

Les principales propriétés physicochimiques des fibres alimentaires sont la solubilité, la viscosité, la capacité de rétention d'eau, le gonflement et la fermentabilité qui sont responsables des fonctions physiologiques provoquées par les fibres alimentaires (Mudgil et Barak, 2019).

1.4.1 Solubilité:

La solubilité est la mesure dans laquelle les fibres alimentaires peuvent se dissoudre dans l'eau. Les fibres solubles ont une grande affinité pour l'eau, contrairement aux fibres insolubles qui restent sous forme de particules discrètes (Gill et al., 2020).

1.4.2 Viscosité:

La viscosité est le degré de résistance à l'écoulement. Elle est généralement associée aux fibres alimentaires solubles (telles que les gommes, les pectines, les β -glucanes et le psyllium), et se rapporte à la capacité d'une fibre, lorsqu'elle est hydratée à former des réseaux de gel dans le tractus gastro-intestinal.

Plusieurs facteurs contribuent au potentiel de viscosité de la fibre, notamment la longueur et la structure du polymère ainsi que sa charge. Ces facteurs affectent le type de gel formé et la concentration critique requise pour la formation d'un gel viscoélastique. De manière générale, les fibres visqueuses peuvent être classées en deux groupes: les polysaccharides à enroulement aléatoire et les polymères à assemblage ordonné (**Gill et al., 2020**).

1.4.3 Fermentabilité:

Jha et al., en 2017 ont dit que La fermentation pourrait également exercer un impact physiologique ou modifier l'atmosphère chimique du colon, affectant ainsi la croissance ou l'activité métabolique des microorganismes.

Certaines fibres peuvent être fermentées par des bactéries qui utilisent leurs propres enzymes pour les hydrolyser en fournissant une source d'acides gras à chaîne courte (**Soliman, 2019**).

En fonction de cette propriété les fibres alimentaires sont classées en trois catégories:

-les fibres à fermentation rapide qui n'ont pas une contribution substantielle à la masse fécale.

-les fibres à fermentation lente qui contribuent également au poids des matières fécales après fermentation.

-les fibres non fermentables qui sont associées à une augmentation du volume et du poids des matières fécales dans le gros intestin, ce qui réduit le risque de problèmes liés à la constipation et de cancer du côlon (**Mudgil et Barak, 2019**).

D'après **Gill et al.**, en 2020, Les méthodes in vivo de mesure de la l'aptitude à la fermentation des fibres comprennent la quantification des Acides gras à chaîne courte (AGCC) dans les selles et les tests respiratoires à l'hydrogène Par exemple, les preuves de modèles animaux démontrent que, comme chez les rats, les fibres fermentescibles peuvent moduler indirectement l'activité contractile via la production d'AGCC.

Tableau 4: Caractéristiques physicochimiques des fibres alimentaires plus courantes
(Gill et al., 2020).

Type de fibre	Source commune	Caractéristiques physicochimiques		
		Solubilité	Viscosité	Fermentabilité
Cellulose	Toutes les cellules des plantes vertes	Insoluble	Non visqueux	Faible
Lignines	Plantes vertes	Insoluble	Non visqueux	Faible
Arabinoxylanes	Blé- psyllium	Faible à moyen	Moyen	Elevé
β-glucane	Avoine-orge-champignons	Faible à moyen	Faible à moyen	Elevé
Galactomannanes	Gomme de gar	Moyen à élevé	Moyen à élevé	Elevé
Pectines	Fruits-légumes-légumineuses	Elevé	Moyen à élevé	Elevé
Inuline	Céréales-fruits-légumes	Moyen à élevé	Faible à élevé	Elevé
Dextrines	Céréales (blé)	Elevé	Non visqueux à faible	Elevé
Alginates	Algues	Elevé	Elevé	Faible

1.5 Classification des fibres alimentaires: (Tableau 5)

Les fibres alimentaires peuvent être classées de plusieurs façons différentes, comme la structure et la solubilité. En termes de structure, les polysaccharides sont classés en molécules linéaires ou non linéaires (Dai et Chau, 2017).

Dans le contexte de la solubilité, sont apparues la fibre soluble et la fibre insoluble, Ces dénominations ont fourni une classification simple et utile pour les fibres alimentaires avec des propriétés physiologiques (alimentaires et fonctionnelles) différentes (Macagnan et al., 2016).

Tableau 5: Classification des fibres alimentaires (Mudgil et Barak, 2019).

Classe	Exemples	Aliments
Fibres alimentaires solubles	Inuline	Chicorée, oignon, ail Artichaut, poireau, orge blé.
	Pectine	Pomme, Abricot, Cerises
	β -glucane	Orge, Avoine
	Galactomannanes	Légumineuses
	Glucomannanes	Konjac
	Psyllium	Son de blé, caroube, graines de chia
	Fructo-oligosaccharides	Blé, orge, l'ail, oignon
	Dextrine (résistante)	Maïs, riz, blé, raisin
Fibres alimentaires insolubles	Celluloses	Céréales complets, salade, dattes, pois, figes sèches
	Hémicelluloses	Son de blé, légumineuses, céréales
	Lignines	Céréales
	Amidons résistants	Maïs, blé, orge, pomme de terre
	Arabinoxylanes	Blé

1.5.1 Les fibres solubles:

Elles sont constituées d'une variété de polysaccharides et d'oligosaccharides non cellululosiques (Nirmala et Joye, 2020), comprennent la pectine, l'inuline, les gommes, le mucilage extrait de la cosse de psyllium, le β –glucane les fructanes et les gencives hydrosolubles, ainsi que certaines hémicelluloses (Soliman, 2019).

Elles sont solubles en solution aqueuse, présentent une résistance au processus de digestion dans l'intestin grêle et ont une capacité à former du gel visqueux lors de la dissolution dans l'eau (Mudgil et Barak, 2019), elles peuvent être partiellement ou

totalelement fermentées dans le gros intestin par des microorganismes intestinaux en acides gras à chaîne courte AGCC (Soliman, 2019).

Elles sont trouvées dans Les fruits, certains légumes, l'avoine, l'orge, les graines de soja, les graines de psyllium et les légumineuses contiennent plus de fibres solubles que les autres aliments (Jha et al., 2017).

Les fibres solubles absorbent l'eau, ce qui entraîne la formation de gel, ce qui augmente le temps de transit des aliments, retarde la vidange gastrique, diminue l'absorption des nutriments, et ralentit la digestion (Soliman, 2019).

Les β -Glucanes sont des polysaccharides constitués de molécules de D-glucose, reliées par des liaisons β -glycosidiques (Ciecierska et al., 2019), très solubles molécules, présentes dans l'avoine et l'orge et sont largement fermentées dans le colon en produisant des acides gras à chaîne courte AGCC (Ghaffarzadegan et al., 2018).

La pectine est un composant structurel fibreux naturel présent dans les parois des cellules végétales, trouvée principalement dans les pommes (pulpe) et les agrumes (fruits). C'est un polymère linéaire ayant une chaîne d'acide galacturoniques dans laquelle les unités monomères sont attachées par une liaison α (1-4)-glycosidique, c'est une molécule hydrosoluble qui résiste à l'action des enzymes digestives dans l'intestin grêle mais subit une dégradation microbienne dans le gros intestin, en raison de sa capacité à former des gels en milieu aqueux elle est considérée comme ayant une action hypocholestérolémiant (Mudgil et Barak, 2019).

L'inuline est un polymère hydrosoluble qui entre dans la catégorie des glucides non digestibles et elle est composée d'unités de fructose attachées par une liaison β -(2-1)-D-frutosyl fructose (Mudgil et Barak, 2019). Cette fibre existe naturellement dans plus de 30 000 plantes, trouvée le plus souvent dans l'asperge, l'artichaut et l'ail (Jha et al., 2017). Elle peut être utilisée pour le développement de nouveaux produits alimentaires fonctionnels ayant certains avantages pour la santé spécifiquement liés au système digestif humain (Mudgil et Barak, 2019).

1.5.2 Les fibres insolubles:

Sont insolubles dans l'eau et ne présentent pas de formation de gel, elles ne subissent pas de fermentation dans le gros intestin par la microflore (Mudgil et Barak, 2019).

Elles traversent le tube digestif intact, diminuent le temps de transit et augmentent le volume des matières fécales, ce qui contribue à soulager la constipation (**Soliman, 2019**).

Elles comprennent généralement de la cellulose, des hémicelluloses insolubles et lignines (**Huaa et al., 2019**).

La cellulose est un polymère linéaire long composé d'unités de glucose liées via une liaison β -D-1,4 glycosidique (**Soliman, 2019**). En 2017, **Jha et al.**, ont confirmé que la cellulose est une molécule la plus verte trouvée dans la nature, insoluble dans les solutions diluées d'acides et de bases.

Ces chaînes linéaires de cellulose ont une capacité à former des liaisons hydrogène entre elles, ce qui conduit à la formation de microfibrilles (**Figure 2**) qui sont rigides, non flexibles et cristallines par nature.

Cette structure fibreuse est responsable de la force, de la densité, de la cristallinité, la résistance chimique et enzymatique de la cellulose. Elle résiste aux enzymes digestives de l'intestin grêle, mais elle peut être dégradée par la microflore qui vit dans les grands intestins, ces microflore possède des enzymes cellulases, qui sont capables de dégrader la cellulose en cassant de la liaison β -D-1,4 glycosidique (**Mudgil et Barak, 2019**).

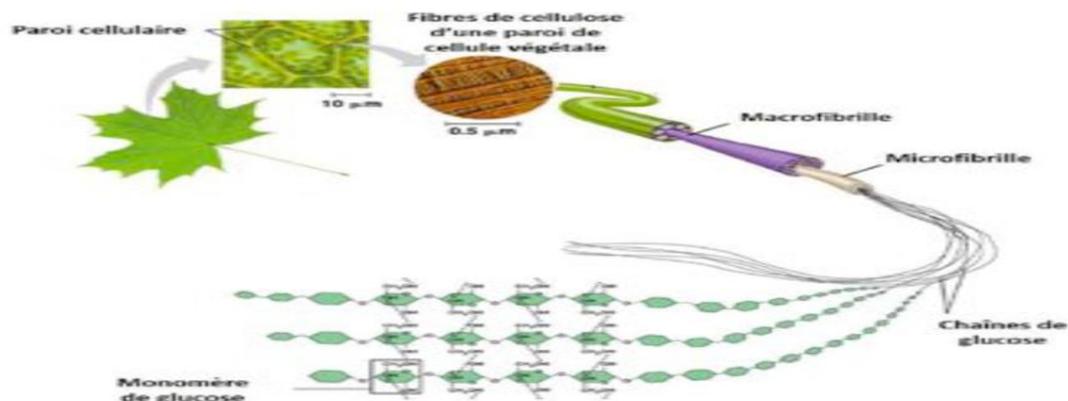


Figure 2: Représentation schématique d'une chaîne de cellulose (**Saulnier, 2018**).

L'hémicellulose est un ensemble des polysaccharides unitaires de la paroi cellulaire (**Jha et al., 2017**). Elle est formée à la fois d'hexose et de pentose dont le squelette est lié par des liaisons (1-4), tandis que la chaîne latérale comprend du galactose, de l'arabinose et de l'acide glucuronique liés par des liaisons (1-2) et (1-3). (**Soliman, 2019**). Elles sont également insolubles dans l'eau et les solutions acides diluées mais ce qui les différencie de la cellulose leur solubilité dans les solutions basiques diluées (**Mudgil et Barak, 2019**).

La lignine donne une texture dure et filandreuse aux parois cellulaires des plantes (**Jha et al., 2017**). En tant qu'une fibre alimentaire hautement insolubles, elle est bénéfique pour la physiologie gastro-intestinale, les carottes sont un bon exemple d'aliment riche en lignine. Chimiquement, ce n'est pas un polysaccharide mais un polymère polyphényl-propane. Les molécules de lignine présentent une résistance unique à la dégradation enzymatique et chimique. Elles sont également résistantes à la dégradation bactérienne (**Mudgil et Barak, 2019**).

Fibres alimentaires et pathologies

2. Fibres alimentaires et pathologies:

Depuis les premiers travaux de Dennis Burkitt et de Hugh Trowell dans les années 1970, il a été reconnu que les régimes alimentaires à faible teneur en fibres alimentaires sont associés à une mauvaise santé. L'histoire de l'intérêt pour les aspects santé des fibres alimentaires a connu plusieurs phases, en commençant par l'étude de l'impact sur la fonction colique et les effets à court terme sur la glycémie et la régulation du cholestérol sanguin. Plus récemment, les associations avec des paramètres durs tels que les cancers et les événements de maladies cardiovasculaires ont été exploré (Figure 3) (Stephen et al., 2017).

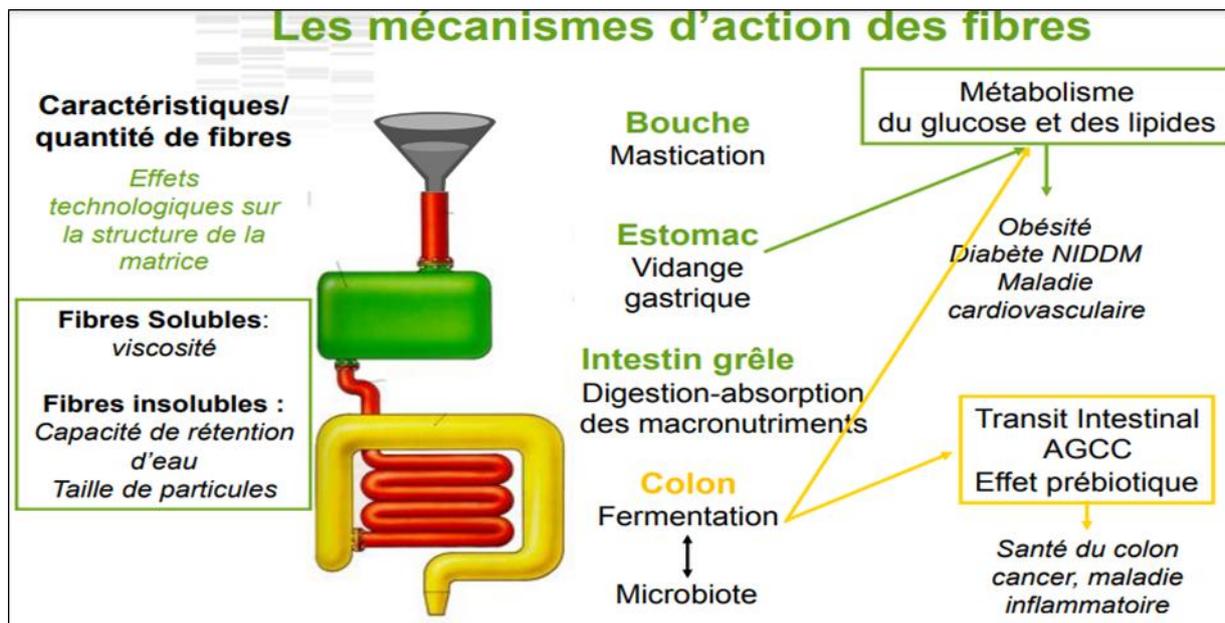


Figure 3: les mécanismes d'action des fibres alimentaires (Saulnier, 2018).

2.1 Fibres alimentaires, microbiote intestinal et transit :

Le microbiote intestinal désigne la communauté qui comporte environ 10^{14} microorganismes vivant dans le tube digestif des mammifères. C'est un élément actif de la physiologie intestinale. Au cours des dernières années, de nombreuses études précliniques et cliniques ont suggéré que le microbiote intestinal est impliqué dans la régulation physiologique de l'hôte, notamment au niveau des systèmes immunitaires et métabolique (Huart et al., 2020).

Les changements inflammatoires et métaboliques induits par le dysfonctionnement du microbiote intestinal ou dysbiose sont supposés jouer un rôle dans le développement de diverses maladies (Myhrstad et al., 2020) telles que le syndrome métabolique ou l'insuffisance rénale chronique (Huart et al., 2020).

Une consommation insuffisante des fibres alimentaires est associée à l'évolution des maladies, telles que le diabète, les maladies cardiaques ou le cancer colorectal, ainsi que des maladies liées à un dérèglement du système immunitaire et le microbiote intestinal constitue un chaînon manquant dans l'association entre une faible consommation de fibres alimentaires et ces maladies, car les fibres sont un modulateur majeur de la composition du microbiote intestinal (**Kim et al., 2020**).

Cette flore intestinale assure plusieurs fonctions métaboliques telles que la fermentation des résidus alimentaires non digestibles comme les fibres (**figure 4**) avec production des matières bioactives qui sont les acides gras à chaîne courte AGCC (**Reguieg Yssaad, 2019**).

L'ingestion de fibres alimentaires peut influencer le profil du microbiote fécal, être à l'origine des changements dans l'environnement gastro-intestinal complexe et favoriser la croissance de bactéries en général et tout particulièrement des bactéries avec un effet potentiellement bénéfique (**figure 5**) (**Lee et al., 2018**).

Par exemple des preuves sur des modèles animaux démontrent que, les fibres fermentescibles peuvent moduler indirectement l'activité contractile via la production d'AGCC (**Gill et al., 2020**). Ils sont les produits finaux de la fermentation bactérienne des glucides du bol alimentaire. Les 3 AGCC principaux sont l'acétate, le propionate et le butyrate (**Huart et al., 2020**). L'acétate constitue une source privilégiée d'énergie métabolisable pour les muscles (**Carlson et al., 2018**).

La fermentation des fibres alimentaires par le microbiote intestinal peut également influencer le profil du microbiote lui-même et elle peut induire des effets biologiques sur les cellules épithéliales intestinales, les cellules du système immunitaire et les cellules cancéreuses par la production des AGCC (**Prado et al., 2019**).

Ces métabolites bactériens sont retrouvés dans le côlon mais peuvent également traverser la barrière intestinale et passer dans la circulation sanguine où ils se comportent comme des molécules signal, ils peuvent améliorer l'homéostasie intestinale et préserver l'intégrité de la barrière intestinale en favorisant la sécrétion de mucus et la réparation des ulcérations de la muqueuse intestinale (**Saidane et al., 2020**).

Une étude en 2018 par **Paturi et al.**, sur 128 rats Sprague-Dawley mâles (âgés de trois semaines), qui ont été répartis de manière aléatoire entre 8 régimes alimentaires expérimentaux pour examiner les effets d'un extrait de cassis riche en anthocyanine et de fibres alimentaires, individuellement et en association sur les biomarqueurs de la santé du

gros intestin, tous les régimes contenaient une fibre de fond constituée de cellulose microcristalline et pectine (écorce d'agrumes). Ces régimes étaient soit avec ou sans l'extrait de cassis. Ils ont conclu que Les fibres alimentaires ont augmenté le nombre de cellules gobelets dans le côlon productrices de mucus contribuent à la maintenance de la fonction de barrière intestinale, et avec le cassis elles sont plus efficaces pour modifier les biomarqueurs de la santé du gros intestin, la consommation de fibres alimentaires fermentescibles modifie la structure et la fonction du microbiote intestinal soit par les interactions directes des bactéries avec les cellules épithéliales intestinales ou les AGCC qu'elles produisent contribuant à divers processus physiologiques au sein de l'intestin, la composition et les propriétés physico-chimiques de ces fibres alimentaires peuvent affecter la fermentation bactérienne dans l'intestin, ce processus de fermentation augmente la production d'acide butyrique qui est la principale source d'énergie des colonocytes et qui est impliqué dans divers processus.

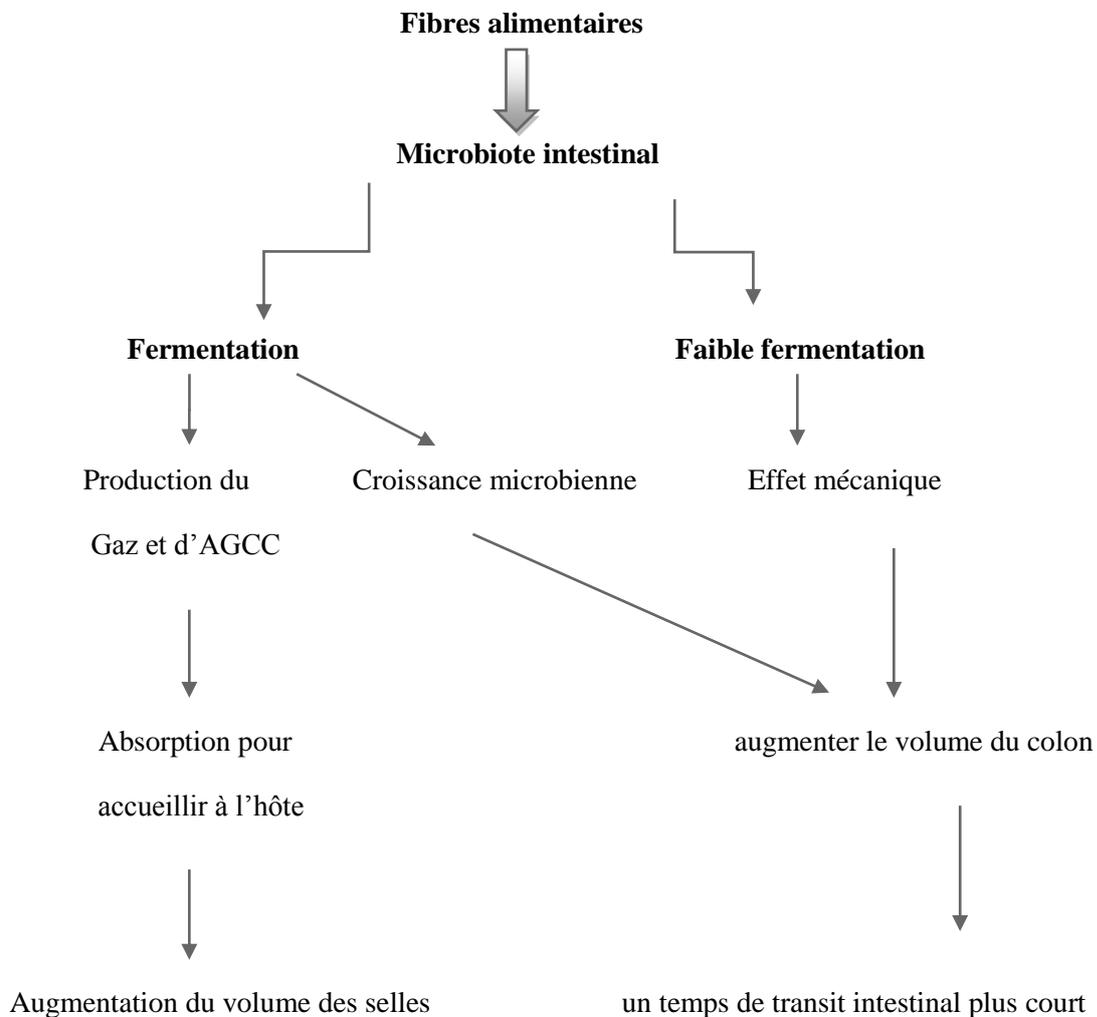


Figure 4: Effets des fibres alimentaires sur la microflore intestinale (Jha et al., 2017).

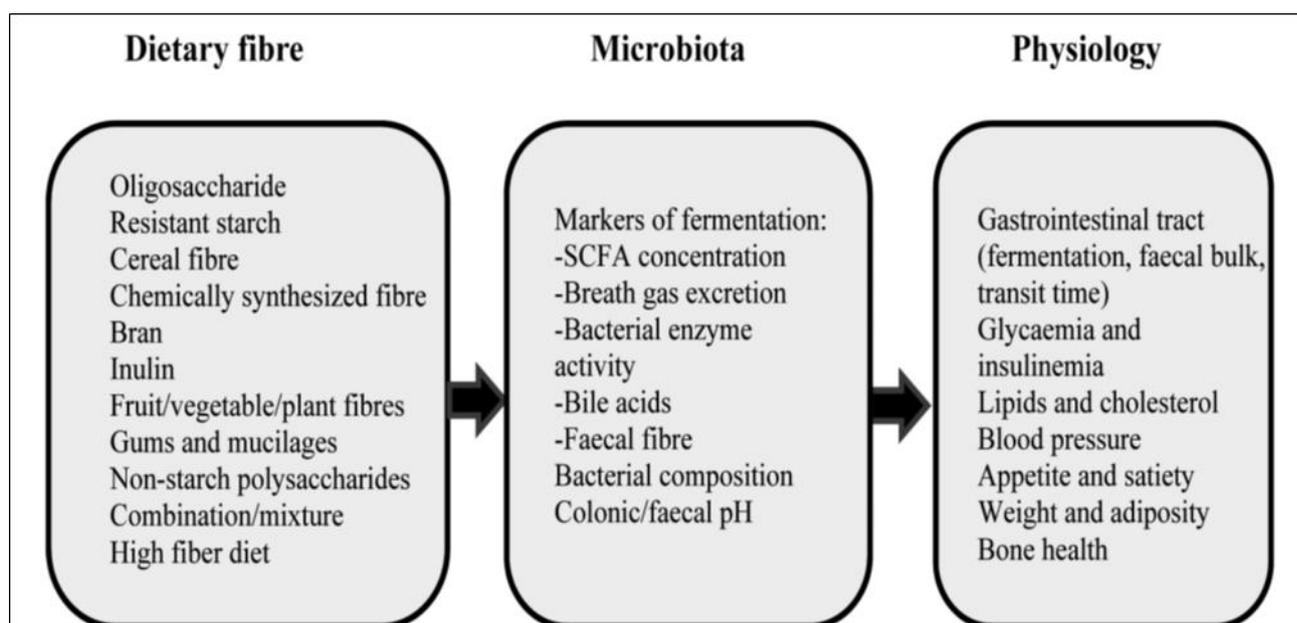


Figure 5: Fibres alimentaires, microbiote intestinal et leurs axes physiologiques (Hijová et al., 2019).

Certaines fibres fermentables sont également considérées comme des prébiotiques (Gill et al., 2020). Les prébiotiques sont des fibres alimentaires uniques qui ont une influence positive sur la prolifération de la microflore intestinale bénéfique et sur ses activités métaboliques tout en améliorant la santé humaine (Kaur et al., 2021). Parmi les exemples de prébiotiques; les galacto-oligosaccharides, les fructooligosaccharides (fructanes) et le lactulose (Soliman, 2019).

Les fibres prébiotiques présentent des avantages métabolique (Tableau 6) ; une réduction de la prise du poids, de la masse lipidique circulants, de plus elles favorisent la satiété par de multiples mécanismes, notamment des altérations du microbiote intestinal, une production accrue de produits de fermentation tels que les acides gras à chaîne courte, et une sécrétion accrue d'hormones de satiété (Singh et al., 2018).

Tableau 6: Effets des fibres alimentaires prébiotiques sur la santé (Carlson et al., 2018)

Bienfaits des fibres alimentaires prébiotiques pour la santé
Augmentation des bifidobactéries et des lactobacilles
Production de métabolites bénéfiques
Augmentation de l'absorption du calcium
Diminution de la fermentation des protéines
Diminution des populations de bactéries pathogènes
Diminution du risque d'allergie
Effets sur la perméabilité de la barrière intestinale
Amélioration de la défense du système immunitaire

Singh et al., en 2018 ont étudié les effets d'une supplémentation alimentaire de différents niveaux de la fibre prébiotique (l'inuline) sur la prise alimentaire, la dépense énergétique, l'utilisation des substrats, la composition corporelle, la tolérance au glucose, les hormones plasmatiques, les lipides et certains groupes de bactéries intestinales chez des rats nourris avec des graisses élevées. Dans l'expérience, des rats mâles ont été répartis au hasard en six groupes soumis à un régime riche en graisses et supplémenté après par des doses variantes d'inuline comme étant une fibre prébiotique.

Ils ont conclu que l'inuline diminue l'apport calorique de manière dose-dépendante, améliore la tolérance au glucose, module le microbiote intestinal en augmentant l'abondance des Bacteroidetes et Bifidobacterium avec une augmentation de l'abondance des gènes de la butyryl-CoA : acétate CoAtransférase. Une dose élevée d'inuline permet la libération des hormones intestinales anorexigènes qui augmentent par la suite la satiété, elle diminue l'apport calorique de manière dose-dépendante, module le microbiote intestinal et régule à la hausse les hormones de satiété tout en diminuant le poids corporel et l'adiposité.

une consommation accrue de fibres prébiotiques telles que l'inuline a été signalée comme stimulant pour la libération de peptides intestinaux induisant la satiété, tels que la cholécystokinine (CCK), le peptide (PYY) et le glucagon-like peptide-1 (GLP-1).

Les fibres alimentaires retardent la vidange gastrique, ralentissent la digestion et diminuent l'absorption des nutriments (**Soliman, 2019**), donc la consommation de fibres alimentaires augmente la satiété et réduit la prise alimentaire lors des repas suivants (**Dayib et al., 2020**). Car elles provoquent l'induction de l'hormone de satiété cholécystokinine (**Soliman, 2019**). De plus l'ajout de fibres solubles augmente la viscosité et la capacité de liaison à l'eau et induit la formation de gels dans l'estomac, ce qui peut ralentir la vidange gastrique et simultanément, augmenter la distension de l'estomac ou plénitude, qui est considérée comme un facteur causal de la satiété (**Tan et al., 2017**).

L'introduction d'une fibre gélifiante (par exemple le psyllium, β -glucan) augmentera de manière significative la viscosité du chyme, le rendre plus épais. Cette augmentation de la viscosité ralentit les interactions des enzymes digestives avec les nutriments (ralentissant la dégradation) et ralentit l'absorption des nutriments (**Lambeau et McRorie, 2017**).

Tan et al., en 2017, ont étudié les effets des fibres alimentaires à forte capacité de liaison à l'eau et à forte capacité de gonflement sur les fonctions gastro-intestinales, la prise alimentaire et le poids corporel des rats mâles; 32 rats Sprague-Dawley ont été répartis en quatre groupes égaux et ont reçu le régime alimentaire témoin ou le régime alimentaire contenant 2 % de farine de konjac, de l'amidon de maïs cireux pré-gélatinisé et de la gomme de guar, et d'amidon de maïs cireux pré-gélatinisé avec la gomme xanthane pendant trois semaines. Les taux les plus élevés de capacité de fixation de l'eau et de capacité de gonflement dans tractus gastro-intestinal ont été observés dans le régime enrichi par l'amidon de maïs pré-gélatinisé + la gomme de guar suivi du régime à base de farine de Konjac et du régime de l'amidon + la gomme de xanthane tandis que le régime témoin présentait des taux les plus faibles. Les propriétés physicochimiques des fibres alimentaires affectent la satiété postprandiale chez l'animal en modifiant en modifiant la physiologie digestive.

Alors comme une conclusion la teneur en fibres solubles dans l'alimentation a un impact considérable sur les propriétés physicochimiques des régimes, en favorisant la satiété et réduit la prise alimentaire probablement en raison des taux élevée de capacité de fixation de l'eau et la capacité de gonflement sur le tractus gastro-intestinal.

La constipation est l'un des troubles fonctionnels intestinaux les plus courants et se caractérise par des symptômes de passage difficile ou peu fréquent des selles ou défécation incomplète (Gill et al., 2020). Elle se produit chez 5 à 18 % des adultes, avec un pourcentage plus élevé de femmes affectées et elle peut contribuer conjointement à la maladie diverticulaire (Jha et al., 2017).

La maladie diverticulaire se réfère à une hernie de la muqueuse et de la sous-muqueuse à travers la couche musculaire de la paroi colique, elle est liée à l'hyperactivité du muscle lisse du côlon. (Gill et al., 2020). Bien que les facteurs liés au mode de vie, notamment une faible consommation de fibre et un faible niveau d'activité physique sont associés à la présence de la constipation et peuvent jouer un rôle dans son étiologie (Gill et al., 2020).

Les fibres alimentaires insolubles provenant des céréales, des fruits et des légumes pourraient augmenter le poids des selles en favorisant la laxation. (Jha et al., 2017). En général, elles gonflent les selles et augmentent la fréquence des selles, améliorent la consistance des selles et réduisent le temps de transit dans le côlon (Dahl et Mendoza, 2017). Ce qui confirme que les propriétés gélifiantes et la capacité de rétention d'eau des fibres alimentaires entraînent une augmentation du volume des selles ce qui aide par la suite à soulager la constipation, ainsi qu'elles influencent l'absorption d'autres nutriments et favorisent une augmentation de la satiété et une réduction du temps de transit dans le tractus gastro-intestinal (Figure 6) (Prado et al., 2019).

Donc, un régime riche en fibres alimentaires peut protéger contre la constipation et être utile du point de vue thérapeutique dans sa prise en charge (Lee et al., 2018).

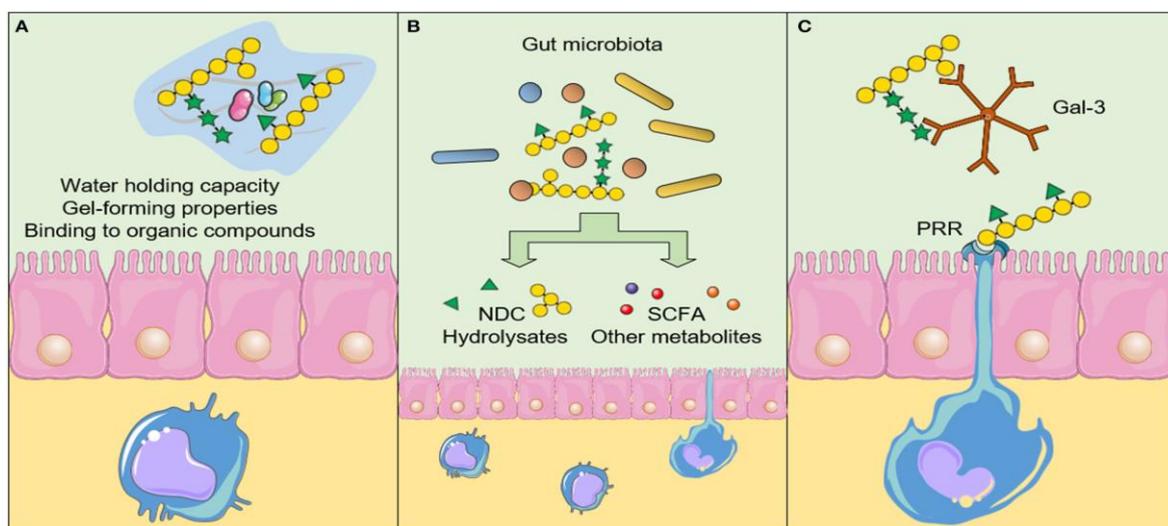


Figure 6: Effets physico-chimiques et biologiques des glucides non digestibles après l'ingestion (Prado et al., 2019).

Monro et al., en 2016 ont étudié l'effet des fibres alimentaires végétales fabriquées avec traitement minimal sur les paramètres fécaux dans un modèle de rats adultes mâles Sprague Dawley, il a été utilisé pour soumettre les fibres à des processus de fermentation dans l'intestin postérieur et d'accumulation fécale et la préparation alimentaire est une combinaison entre Fibres de brocoli, Fibre d'asperge, Psyllium Pectine, Son de blé...., toutes les préparations de fibres dans les régimes ont augmenté la capacité de rétention d'eau dans les fèces, le psyllium était très efficace comme agent de gonflement fécale .

Comme conclusion pour cette étude ;

-Le gonflement et l'hydratation des matières fécales induits par les fibres alimentaires contribuent de manière importante à la fonction et à la santé du gros intestin.

- La masse fécale hydratée est augmentée de façon significative suite à la consommation de ces fibres.

-L'efficacité du psyllium due à sa survie apparente élevée du transit intestinal postérieur, ce qui a augmenté la matière sèche fécale.

-La combinaison des fibres végétales joue un rôle important dans le maintien de la diversité bactérienne dans le côlon ce qui confère au microbiote une résilience qui lui permet de conserver ses diverses contributions à la santé et chaque gramme de polysaccharide fermenté augmenterait la bactérie du microbiote d'environ 0,14 g.

Les fibres alimentaires améliorent l'absorption intestinale d'une variété de minéraux chez les rats et les humains, elles augmentent l'absorption du calcium, du magnésium, du zinc, du fer et de cuivre (**Jha et al., 2017**).

2.2 Fibres alimentaires et maladies métabolique :

Les maladies métaboliques, comme le diabète de type 2 et les maladies cardiovasculaires, l'hypertension artérielle et l'obésité font partie des défis de santé publique les plus importants du monde actuel. Les principaux facteurs de risque contribuant au développement de ces maladies sont liés à la surcharge pondérale et à une alimentation malsaine. Des études épidémiologiques ont établi un lien entre une consommation élevée de fibres et une réduction du risque de ces pathologies métaboliques (**Myhrstad et al., 2020**).

Il existe plusieurs mécanismes par lesquels les caractéristiques physicochimiques (solubilité, viscosité et fermentescibilité) des fibres alimentaires peuvent influencer sur leur

efficacité et pourrait affecter leurs propriétés fonctionnelles dans le tractus gastro-intestinal, notamment en influençant l'absorption du glucose et des lipides, contribuer à la production de selles (fréquence, consistance et poids) et en stimulant les changements dans la composition microbienne et la production de métabolites, y compris la production d'acides gras à chaîne courte AGCC (**Figure 7**) (**Gill et al., 2020**).

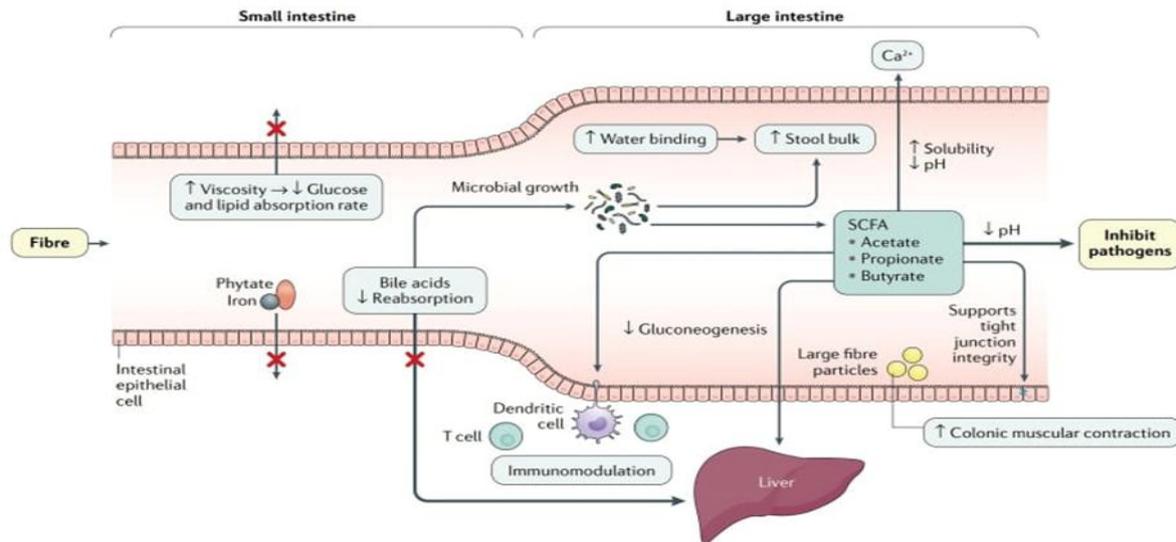


Figure 7: Mécanismes d’action des fibres alimentaires et divers effets métaboliques
(**Gill et al., 2020**).

Par son effet hypoglycémiant, Les fibres alimentaires sont documentées pour réduire l’hyperglycémie postprandiale et les concentrations d’insuline, en retardant le taux de digestion et d’absorption des aliments et en régulant un certain nombre d’hormones métaboliques (**Jha et al., 2017**).

Elles ralentissent l'absorption du glucose dans l’intestin grêle (**Dayib et al., 2020**). Il a été démontré qu’elles jouent un rôle dans la réduction de la glycémie et des réactions insuliniques post-prandiales, ces effets peuvent être liés aux propriétés physicochimiques des fibres alimentaires. En particulier, la viscosité qui a été reconnue comme affectant les réponses physiologiques par rapport à l’absorption de glucose Les fibres alimentaires visqueuses s’épaississent lorsqu’elles sont mélangées à des liquides donc elles augmentent la viscosité de la teneur de l’estomac, prolongent la vidange gastrique et ralentissent le temps de transit dans l’intestin grêle et à un taux réduit de digestion de l’amidon et d’absorption du glucose, ce qui entraînent des altérations de la glycémie (**Fuller et al., 2016**).

Le diabète de type 2 se caractérise par une glycémie élevée due à une résistance cellulaire à l'insuline et à l'incapacité progressive du pancréas à compenser cette résistance par la sécrétion d'insuline, il augmente le risque d'autres maladies chroniques comme les maladies cardiovasculaires et rénales et des complications graves pour la santé, comme la rétinopathie, la neuropathie, et entraîne une espérance de vie plus courte et des coûts médicaux plus élevés **(Dreher 2018)**.

Les mécanismes de l'effet primaire d'une consommation adéquate de fibres sur la prévention et la gestion du diabète sont la réduction du risque d'obésité et d'accumulation de graisse viscérale, l'atténuation de l'inflammation systémique, la promotion et le maintien d'un écosystème microbien sain et le contrôle de la réponse glycémique postprandiale et à jeun **(Figure 8) (Dreher 2018)**.

De nombreuses études aussi démontrent une réduction cliniquement significative de la glycémie à jeun, de l'insuline, et de HbA1c pour des fibres gélifiées **(Lambeau et McRorie, 2017)**. Donc elles améliorent la sensibilité à l'insuline **(Tair et al., 2018)**, ainsi améliorent d'autres facteurs de risque avec les adultes atteints de prédiabète ou de diabète donc elles ont un effet antidiabétiques **(Dayib et al., 2020)**.

L'estomac:

- retarde la vitesse de vidange (avec gonflement/viscosité).
- augmente la satiété.

Intestin grêle:

- diminue la réponse glycémique postprandiale.
- retarde la faim.

Pancréas:

- réduit la réponse à l'insuline.
- maintient la fonction cellulaire.

Gros intestin:

- favorise la fermentation en AGCS.
- augmente le microbiote sain.
- augmente les peptides de satiété.
- augmente les peptides anti-diabète (par exemple le GLP-1).

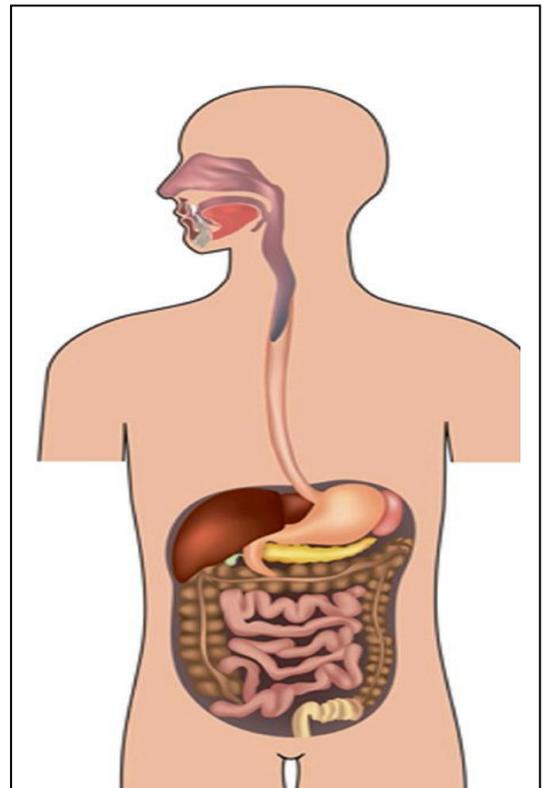


Figure 8: Mécanismes potentiels des fibres alimentaires pour la prévention et la gestion du diabète de type 2

(Dreher, 2018).

- renforce la barrière du côlon pour réduire les fuites d'endotoxines.

Poids corporel et graisse:

- réduit le risque d'obésité.
- réduit le risque de graisse viscérale.
- réduit le niveau d'inflammation systémique.

Circulation:

- favorise la sensibilité à l'insuline.
- réduit l'HbA1c et la glycémie à jeun.
- réduction du risque de diabète et amélioration de la gestion.

Une étude par **Ismail et al.**, en **2017**, pour évaluer et comparer l'efficacité antidiabétique de l'alimentation complétée par l'okara et du son de soja chez des souris souffrant de diabète de type 2 induit expérimentalement; Au total, ils ont pris 60 souris mâles (âgées de 3 semaines et pesant de 18 à 20 g), 10 souris ont été choisies au hasard et ont reçu un régime alimentaire normal effectué en tant que groupe témoin normal. Afin de développer le modèle animal diabétique, les souris restantes ont été nourries avec une alimentation riche en graisses pendant six semaines supplémentaires (4 semaines avant l'injection de streptozotocine (STZ) et 2 semaines après l'injection). Le diabète a été induit par l'injection intrapéritonéale de 5 doses multiples consécutives de STZ. Après, la nourriture des souris est supplémentée par l'ajout des fibres (de son de soja et de l'okara).

Les souris diabétiques ont un taux de HDL plus faible et un taux plus élevé de cholestérol total, de triacylglycérol et de LDL, ce qui est principalement une conséquence de la résistance à l'insuline qui affecte les enzymes et le métabolisme des lipides, les quantités de nourriture et d'eau ingérées par les souris diabétiques étaient beaucoup plus élevées que celles des souris normales, le régime à haute teneur en fibres a des effets hypoglycémiques sur les souris diabétiques, l'Okara a été significativement efficace pour contrôler l'hyperglycémie et améliorer la tolérance au glucose.

Comme une conclusion, les fibres alimentaires d'okara ou de son de soja à une dose précise pourraient prévenir l'augmentation du taux de cholestérol sérique, du triacylglycérol et du LDL cholestérol et pourraient potentiellement offrir les caractéristiques bénéfiques pour les patients atteints de DT2 par leur capacité à contrôler la glycémie et la réduction du risque de complications du diabète de type 2.

Une autre étude qui a été fait par **Li et al.**, en **2019** afin d'évaluer les effets des fibres insolubles et solubles extraites d'orge sur la prévention et la gestion du DT2 avec un modèle de rat diabétique induit par un régime riche en graisses et la streptozotocine, 36 rats Wistar pesant environ 180-200 g divisés en 2 groupes ; un modèle de rat normal et un modèle de rat diabétique de type 2 induit par un régime riche en graisses et l'injection de STZ ont été utilisés .Après les 2 modèles ont reçu une supplémentation en fibres solubles et insolubles extraites d'orge.

Les résultats montrent que le traitement de 4 semaines avec les fibres solubles et insolubles d'orge réduit efficacement le taux de glycémie dans l'état diabétique et le niveau intestinal d'acide propionique étant augmenté par les fibres insolubles d'orge tandis que le niveau d'acide butyrique et la sensibilité à l'insuline étaient améliorés par les fibres solubles.

Ce qui confirme à la fin que les fibres insolubles et solubles des céréales dans l'état diabétique et normal ont des effets hypoglycémiques en raison de la réduction de l'absorption des nutriments par une viscosité élevée et hypolipidémiques, ainsi elles protègent la fonction hépatique. Elles pourraient contrôler le glucose sanguin d'une manière différente, comme suggéré par le profil de l'insuline sérique et des AGCC des rats testés ainsi que leurs propriétés physico-chimiques différentes et l'acide butyrique pouvait améliorer la sensibilité à l'insuline via la régulation de l'activité des histones désacétylases, la promotion de la dépense énergétique.

Une étude récente en **2020** par **Zhao et al.**, dont l'objectif est d' Elucider la capacité antidiabétique de la fibre alimentaire soluble Konjac glucomannan(KGM) chez les rats diabétiques de type 2 induit par un régime riche en graisses et la streptozotocine (STZ), donc 42 rats albinos Wistar mâles (180-220 g) dans des conditions normoglycémiques ont été utilisés pour cette étude; un modèle des rats diabétiques de type 2 induits par un régime riche en graisses qui tend à créer un état de résistance à l'insuline et une dose unique de STZ (un médicament β -cytotoxique) a ensuite provoqué une hyperglycémie.après administration pendant 28 jours Trois doses de KGM (40, 80, 120 mg/kg) ont été ajoutées au régime.

Cette étude montrent que les doses de KGM ont réduit les niveaux de glucose et d'insuline dans le plasma de rats diabétiques de type 2, les niveaux de CRP ont augmenté de manière significative chez les rats DT2 et Lors du traitement avec KGM les rats diabétiques ont montré une réduction des niveaux de CRP.

Les résultats ont indiqué que les fibres alimentaires solubles KGM ont une capacité antidiabétique et la dose moyenne de KGM était en mesure d'inverser l'altération structurelle des reins et du foie causée par le diabète de type 2.

Les fibres solubles KGM pourraient atténuer le stress oxydatif et l'inflammation, par exemple la protéine C-réactive, les antioxydants et les voies du facteur nucléaire 2 ont été améliorées et régulées positivement après avoir été traitées avec une dose moyenne de KGM.

L'hypercholestérolémie, qui entraîne à long terme des maladies cardiovasculaires, est un problème très courant au monde et dans la plupart des cas, elle est due à une consommation insuffisante de fibres alimentaires (**Hamid et al., 2017**).

La fibre alimentaire soluble est un remède efficace pour réduire le LDL cholestérol, les triglycérides qui sont les facteurs d'athérogénicité entraînant des complications cardiovasculaires (**Bader et al., 2020**).

Une étude en **2017** par **Hamid et al.**, dont l'objectif est d'évaluer le rôle des fibres alimentaires de son de blé, de son de maïs et du β -glucane provenant des principales céréales alimentaires utilisées sur le cholestérol total, les VLDL, LDL, HDL et les triglycérides chez des rats mâles albinos âgés de 4 à 8 mois, pesant 200 à 220 g, ils ont été divisés en quatre groupes ;

-L'hypercholestérolémie a été induite chez les rats par l'addition de poudre de cholestérol, de sel biliaire et de graisses animales au régime standard en pourcentage de 1%, 0,25% et 4% respectivement, il a été enregistré dans ce groupe des rats hypercholestérolimiques nourris avec le régime purifié AIN-93 un gain de poids plus significatif

-Une alimentation a été préparée avec l'ajout de fibres alimentaires brutes de blé, de maïs et de la fraction solubles de β -d-glucan obtenue à partir d'orge et de sorgho dans le régime alimentaire purifié AIN-93 pour les rats, le son de blé et le son de maïs ont tous deux réduit de manière significative le cholestérol total chez les animaux expérimentaux par rapport au régime purifié AIN-93, en conséquence les taux de VLDL, LDL et les triglycérides ont également diminué, tandis qu'un ratio plus élevé de HDL a été enregistré chez les rats nourris au son de blé et au son de maïs par rapport aux autres aliments.

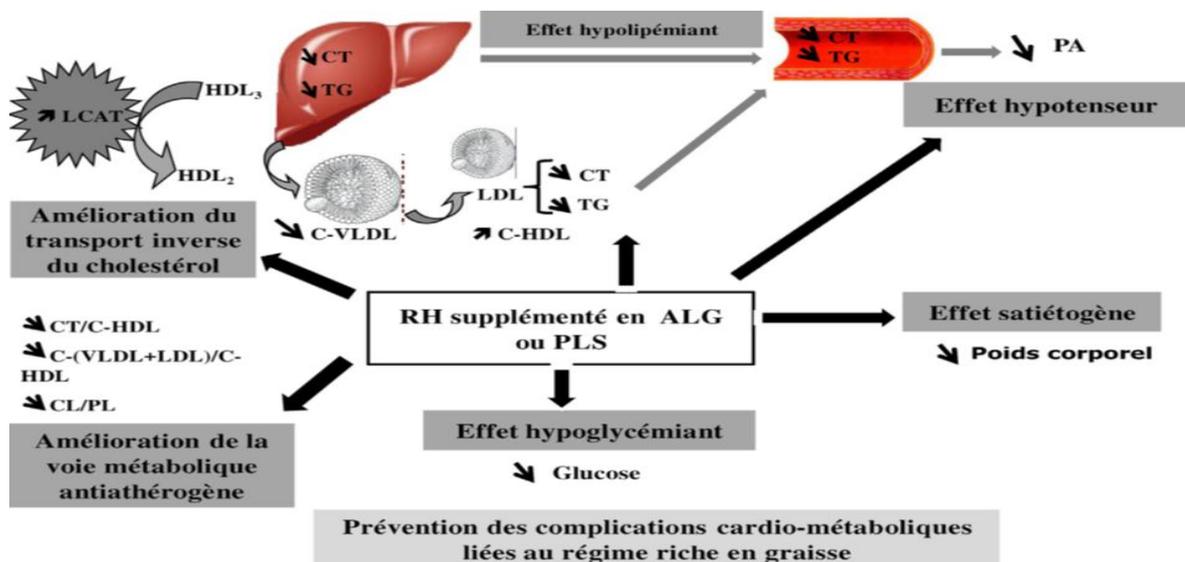
Les résultats montrent que ces fibres alimentaires peuvent réduire le cholestérol total du plasma, VLDL, LDL et les triglycérides et augmenter le HDL, donc elles ont un effet hypocholestérolémiantes.

Tair et al., 2018 ont vérifié l'effet de la supplémentation en fibres alimentaires extraites d'algues *Ulva Lactuca* sur la pression artérielle et sur les facteurs du risque athérogène chez des rats obèses. Ils utilisent des rats mâles de souche Wistar et les répartissent en 3 groupes et consomment pendant 30 jours à un poids corporel de 360g : soit un régime hyperlipidique (30 % de graisse de mouton) ; soit un régime hyperlipidique enrichi avec 1 % de poudre d'algue verte (ALG) ou avec 1 % de polysaccharides (PLS) extraits de cette algue

1-La consommation d'un régime riche en lipides induit chez le rat entraîne une prise de poids concomitante à une augmentation de la masse grasse viscérale, une résistance à l'insuline, une hyperlipidémie et une hypertension.

2-Le régime supplémenté en ALG et en PLS réduit le poids corporel (12 à 16%) par diminution de la quantité de nourriture ingérée, réduit l'apport énergétique à court terme ainsi que la glycémie et améliore la sensibilité à l'insuline et une diminution de la pression artérielle systolique (PAS) (-17 et -19 %) et diastolique (PAD) (-38 % et -39 %) est notée avec ALG et PLS, comparés au Régime hyperlipidique.

Donc Les fibres alimentaires qui sont des composés bioactifs de cette macroalgue sont bénéfiques dans l'atténuation du risque d'obésité, elles semblent avoir un effet satiétogène, ainsi des propriétés hypotensives, hypoglycémiantes et antiathérogènes permettant de corriger ou prévenir certaines complications cardiovasculaires telles qu'elle présente (la figure 9).



RH: régime hyperlipidique ; *ALG*: régime hyperlipidique + algue entière ; *PLS*: régime hyperlipidique + polysaccharides extraits de l'algue.

Figure 9: Effet de l'algue verte *Ulva lactuca* et de ses polysaccharides sur le poids corporel, la pression artérielle et quelques paramètres métaboliques (Tair et al 2018).

Les fibres ont un effet hypocholestérolémiant car l'absorption d'acides gras à chaîne courte comme l'acide propionique qui est le produit issu de la fermentation a montré qu'elle diminuait la synthèse du cholestérol dans le foie, entraînant par la suite une diminution du cholestérol sanguin, les fibres solubles et visqueuses ralentissent l'absorption du cholestérol sérique et le réduisent, ce effet était dû à la diminution du nombre de particules VLDL sécrétées et une diminution de l'activité de la protéine de transfert des esters de cholestérol (CETP) conduisant à une réduction de l'ester de cholestérol dans les particules VLDL qui sont transférées aux LDL (**Figure 10**) (**Soliman, 2019**).

L'augmentation physique de la viscosité du chyme induite par une fibre gélifiante peut aussi réduire les concentrations élevées de cholestérol sérique en piégeant et en éliminant la bile qui est libérée dans le duodénum en réponse à un repas; La bile n'a qu'une courte fenêtre pour la réabsorption, donc un gel des fibres à haute viscosité diminuerait de manière significative l'efficacité de la réabsorption, entraînant la perte de bile dans les selles (**Lambeau et McRorie, 2017**).

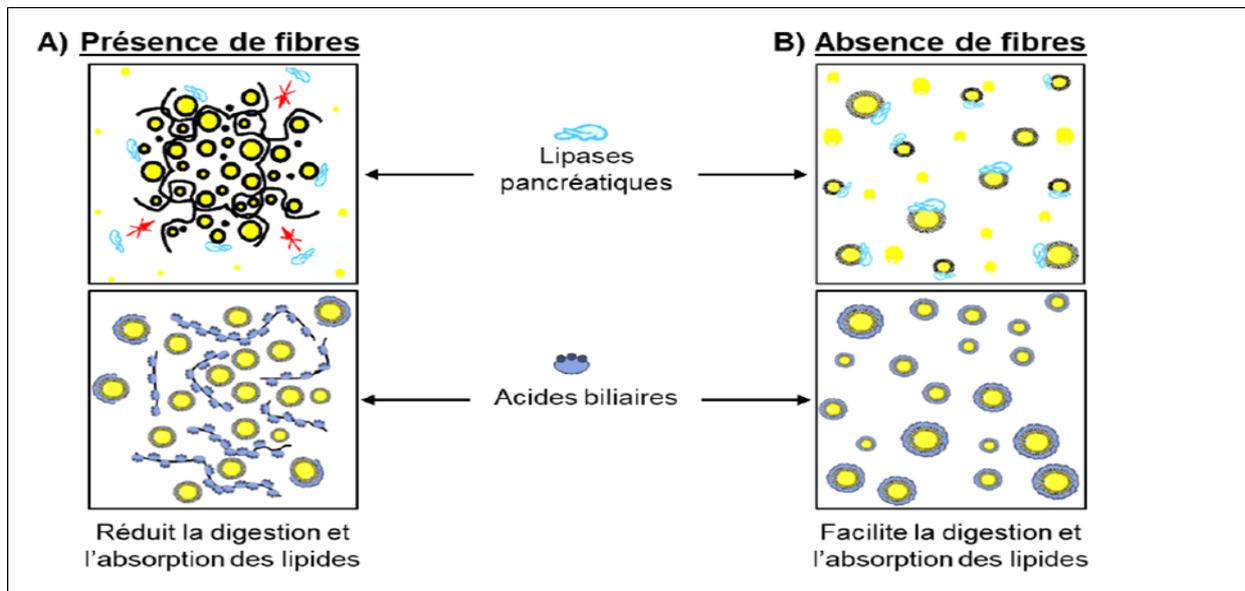


Figure 10: Mécanismes par lesquels les fibres peuvent inhiber la digestion et l'absorption des lipides (**Ben Mohamed, 2018**).

L'obésité est une épidémie mondiale qui constitue l'une des principales maladies non transmissibles conduisant à des maladies cardiovasculaires, elle résulte d'un déséquilibre entre l'apport alimentaire et la dépense énergétique ce qui entraîne l'accumulation de graisses dans le tissu adipeux, le foie, les muscles et certains organes (**Ekeleme et al., 2017**).

L'obésité induite par l'alimentation a été associée à une inflammation chronique caractérisée par une augmentation dans le sérum et dans les tissus de l'expression des facteurs pro-inflammatoires tels que le facteur de nécrose tumorale (TNF), l'interleukine 1 β (IL-1 β) et l'interleukine 6 (Saidane et al., 2020).

Des études par Tair et al., en 2018, sur un modèle des rats, ont noté que les fibres alimentaires réduisent l'apport énergétique à court terme et elles sont également utiles pour réduire le poids corporel (Figure 11) et (Figure 12) ou pour le maintenir, elles sont donc bénéfiques dans l'atténuation du risque d'obésité.

Elles modifient le microbiote intestinal et produisent des métabolites tels que des acides gras à chaîne courte qui pourraient expliquer le rôle des fibres dans la prévention et le traitement de l'obésité (Dayib et al., 2020).

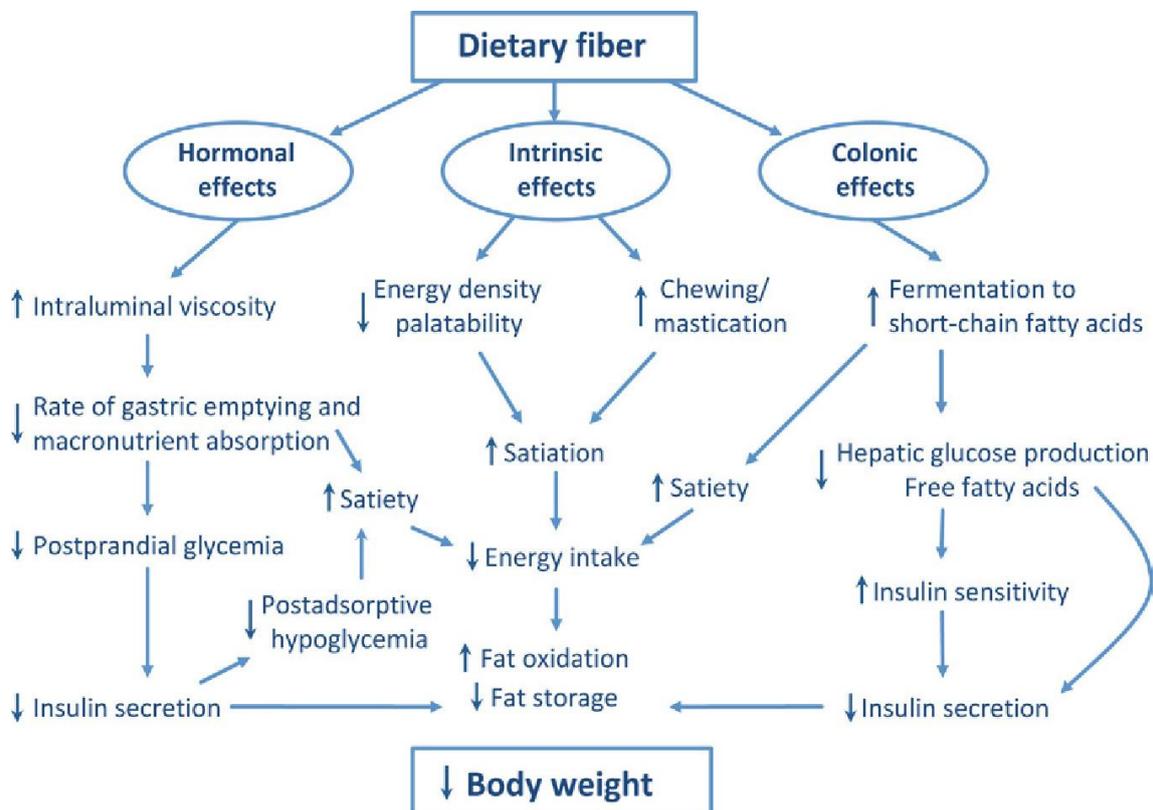
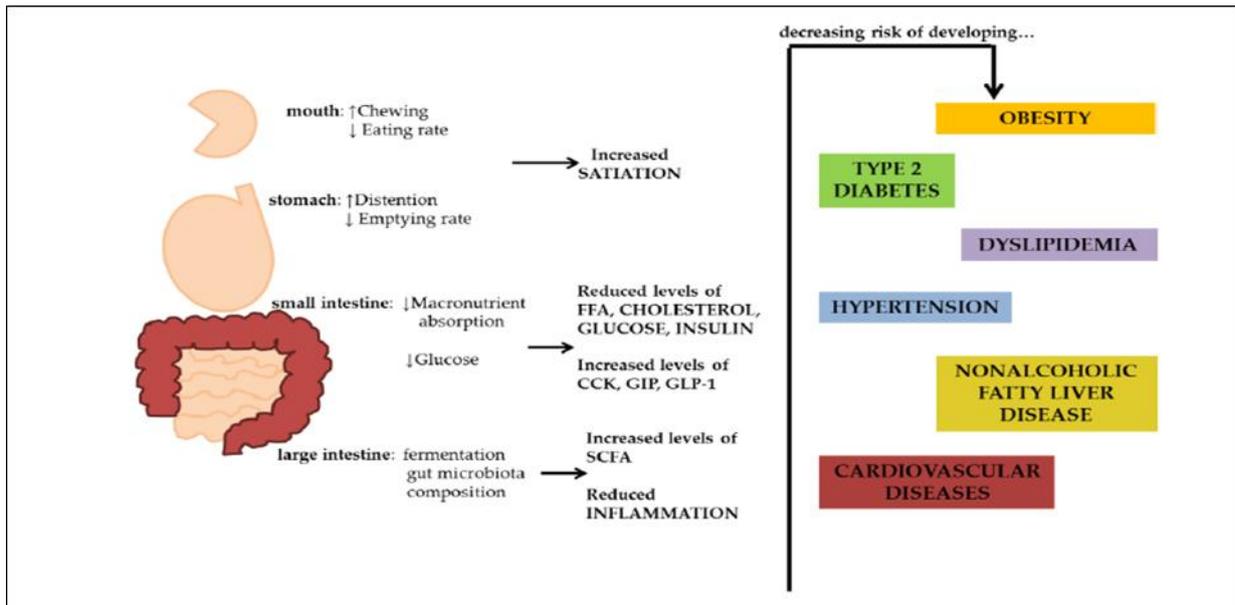


Figure 11: effets physiologiques des fibres alimentaires sur l'obésité (Jha et al., 2017)



CCK: cholécystokinine; GIP: gastric inhibitory peptide; GLP-1: glucagon like peptide 1; SCFA: short chain fatty acids.

Figure 12: Mécanisme d'action par lequel les fibres peuvent influencer le poids corporel et les maladies chroniques communes qui y sont liées. (Bozzetto et al., 2018).

Les fibres alimentaires ont un effet sur la calcification vasculaire qui est définie comme le dépôt minéral, dans la vascularisation, sous forme de complexes calcium-phosphate. L'hyperphosphatémie est un déclencheur de ce phénomène dans les maladies rénales chroniques (Lee et al., 2020).

La consommation des fibres inhibe la progression de la calcification vasculaire en raison de fluctuations répétées du phosphore. De plus, la prise de fibres alimentaires diminue le microbiote intestinal produisant la toxine urémique. Ces résultats peuvent fournir des preuves que la prise de fibres alimentaires est une approche utile pour prévenir la calcification vasculaire et peut conduire à la prévention des maladies cardiovasculaires chez les patients atteints d'insuffisance rénale chronique à un stade précoce (Tani et al., 2020).

D'autre part les fibres alimentaires sont un nutriment qui peut moduler la santé mentale, notamment le risque de dépression et l'anxiété par le biais du microbiote intestinal (Ramin et al., 2019). Elles sont des troubles psychiatriques courants qui sont devenus des menaces importantes pour la santé publique dans le monde entier (Fatahi et al., 2020).

La flore intestinale interagit avec le cerveau par le biais de l'axe intestin-cerveau et régule ainsi les fonctions cérébrales, notamment l'humeur, le comportement et les fonctions cognitives, alors les fibres alimentaires pourraient avoir un rôle indirect dans la régulation de

ces maladies mentales en affectant l'axe intestin-cerveau par modulation d'une flore commensale (**Kim et al., 2020**). Plusieurs mécanismes expliquent l'effet des fibres alimentaires sur la dépression, elles ont un effet sur la diversité du microbiote et sur les métabolites bactériens, tels que les acides gras à chaîne courte l'acétate, propionate ou butyrate.

Une étude systématique et une méta-analyse ont mis en évidence une relation linéaire inverse entre la consommation de fruits et légumes et le risque de dépression, ce qui confirme que l'augmentation de l'apport en fibres alimentaires a la capacité d'améliorer la fonction cognitive des personnes âgées et associée aussi à des risques significativement plus faibles de dépression (**Fatahi et al., 2020**). Le modèle alimentaire méditerranéen qui est riche en fibre, il comprend une grande quantité de légumes, de fruits et d'aliments entiers est associé à une diminution des symptômes dépressifs (**Kim et al., 2020**).

De plus, une étude récente a montré que l'ulvan qui est un type de fibre provenant d'algues marines, avait des effets protecteurs sur l'apparition et le développement de la maladie d'Alzheimer (**Kim et al., 2020**).

2.3 Fibres alimentaires, maladies inflammatoire et stress oxydatif:

Le corps humain est en face de danger des radicaux libres. Ce sont des molécules capables d'engendrer le stress oxydatif responsable de multiples pathologies tel que les maladies cardiovasculaires, l'obésité et le diabète (**Mazri et al., 2020**).

Des études épidémiologiques ont établi un lien entre l'incidence accrue des maladies inflammatoires, les cancers de l'intestin et la consommation de régimes pauvres en fibres alimentaires et riches en glucides raffinés. Les fibres alimentaires, le microbiote intestinal et les acides gras à chaine courte tous ensembles ont un rôle protecteur dans la suppression de l'inflammation et de la carcinogenèse dans l'intestin et d'autres organes (**Sivaprakasam et al., 2016**).

Les effets bénéfiques des fibres alimentaires sur la santé sont médiés par les AGCC qui ont montré leurs propriétés immunomodulatrices et anti-inflammatoires (**Saidane et al., 2020**), ils jouent divers rôles de régulation (**Kim et al., 2020**), notamment en activant le RCPG 43 (récepteur couplé aux protéines G) dans les neutrophiles qui est impliqué dans le recrutement des médiateurs de l'inflammation et des cellules de l'immunité et en inhibant l'activité des histone-désacétylases impliquées dans l'expression des gènes de l'inflammation et le recrutement des monocytes (**Saidane et al., 2020**).

La modulation de la composition du microbiote intestinal par un apport spécifique en fibres alimentaires pourrait représenter une nouvelle modalité de traitement dans l'arthrose (Saidane et al., 2020), qui est une maladie ostéo-articulaire dont l'inflammation est reconnue comme un phénomène clé dans sa physiopathologie, l'arthrose métabolique englobe à la fois l'arthrose induite par l'obésité mais aussi celle qui est associée au syndrome métabolique (Lehtihet et Haouichat, 2020).

Le microbiote intestinal et son composé dérivé de lipopolysaccharides semblent jouer un rôle déterminant dans la physiopathologie de l'arthrose métabolique (Figure 13), ces LPS présents dans les bactéries intestinales à Gram-négatif au niveau de l'iléon terminal et du côlon ont été identifiés comme facteur déclenchant de la sécrétion de cytokines pro-inflammatoires et impliqués dans l'activation des cellules de l'immunité innée. Ainsi, des taux circulants de LPS ont été retrouvés dans la circulation sanguine, après absorption intestinale, chez les sujets obèses, ce phénomène résulte principalement de l'hyperperméabilité intestinale, de l'altération de la clairance hépatique et de la dysbiose, pour cela la supplémentation en fibres a été corrélée à un enrichissement du microbiote intestinal et une réduction de la perméabilité intestinale (Saidane et al., 2020).

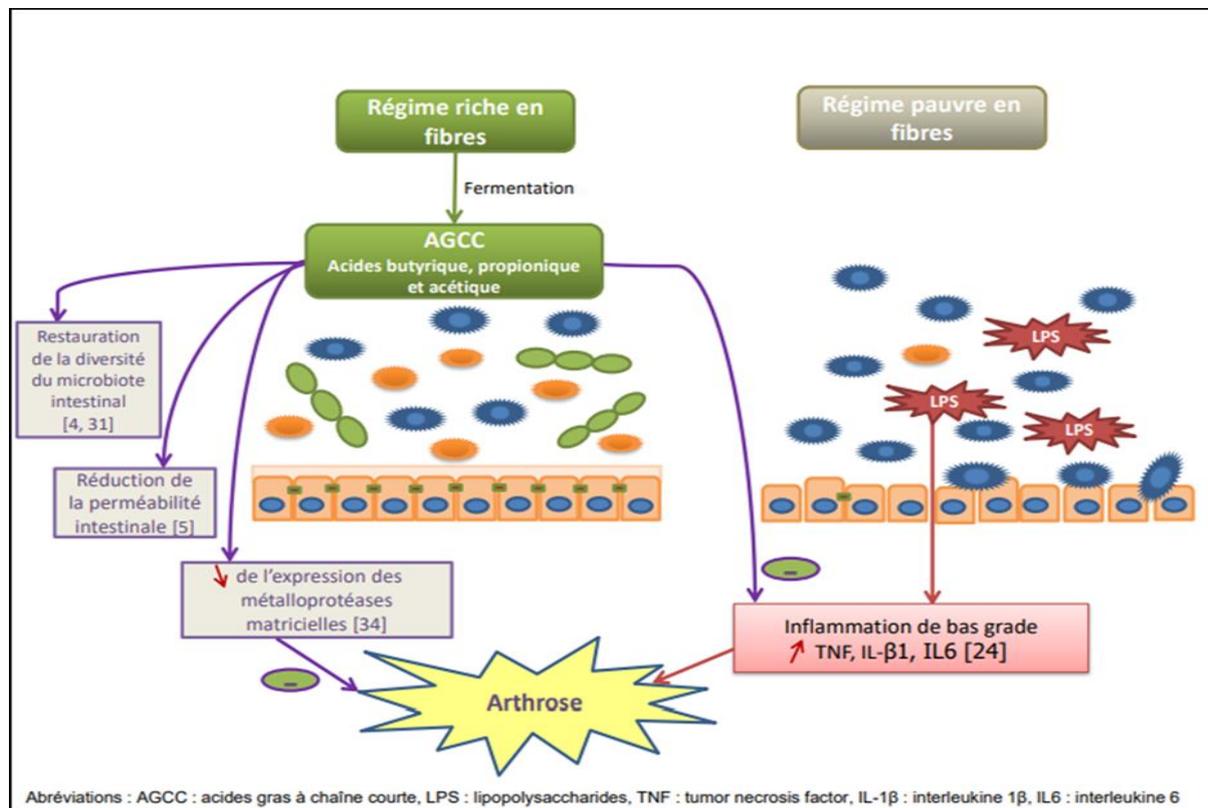


Figure 12: Effet protecteur des fibres alimentaires contre l'état inflammatoire d'arthrose (Saidane et al., 2020).

La maladie de Crohn est une maladie inflammatoire de l'intestin chronique récurrente et multifactorielle associée à des réponses anormales des lymphocytes T au microbiote intestinal. Bien que son étiologie ne soit encore pas claire, il est principalement pensé pour être le résultat d'une réponse immunitaire excessive aux bactéries commensales endogènes, qui se produit dans les individus génétiquement prédisposés. Les patients atteints de la maladie de Crohn ont tendance à avoir un microbiote avec un nombre accru de Protéobactérie et une quantité réduite de bactéries commensales dominantes, telles que Firmicutes et Bacteroidetes **(Dreher 2018)**.

La Fondation américaine pour les maladies de Crohn et de Colite dans une enquête diététique (de 1 619 participants en rémission; sur l'apport alimentaire et l'indice d'activité de la maladie) suggère qu'une consommation accrue de fibres pendant la rémission est associée à une réduction des poussées de maladies, ainsi que l'apport en fibres était inversement associé au risque de maladie de Crohn (10 g de fibres/jour réduit le risque de 15 %) , alors une consommation plus élevée de fibres réduisait de manière significative le risque de maladie de Crohn de 56 % et de manière marginale le risque de colite ulcéreuse de 20 %.**(Dreher 2018)**.

En outre, une relation dose-réponse significative a été observée entre la consommation de fibres et le risque de maladie de Crohn, avec une réduction de 13 % du risque pour 10 g de fibres. Plusieurs mécanismes soutiennent l'effet d'une consommation accrue de fibres sur la réduction du risque de maladies inflammatoires de l'intestin par les moyens suivants :

- Améliorant la santé du microbiote colique, qui a une influence régulatrice sur la réponse immunitaire du côlon et le maintien de l'homéostasie immunologique.

- En favorisant des effets anti-inflammatoires directs grâce à son métabolite de fermentation, le butyrate, qui est connu pour promouvoir la santé endothéliale du côlon

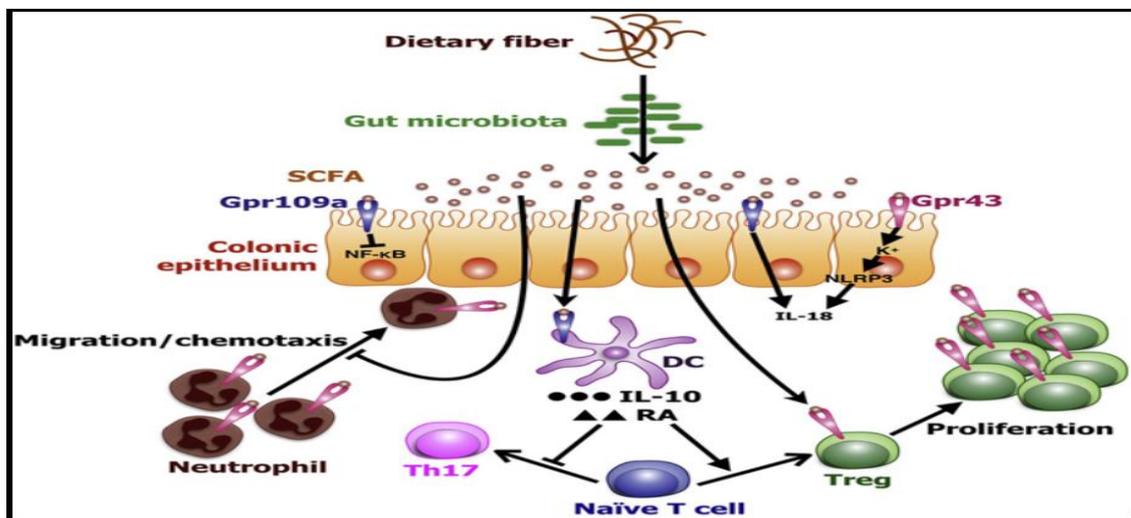
- La médiation d'une réponse protectrice du récepteur d'hydrocarbure aryle contre la pathogénèse des maladies inflammatoires de l'intestin

- Réduction des niveaux de protéine C-réactive CRP qui est associée à un risque accru de maladie de Crohn **(Dreher 2018)**.

Les cancers digestifs représentent 20% des cancers diagnostiqués annuellement à l'échelle mondiale. Le cancer colorectal "CCR" frappe toutes les populations, par sa fréquence et sa gravité, est un problème important de santé publique avec des résultats obtenus révèlent que la plupart des patients sont âgés de plus de 60 ans et n'ont pas d'antécédents familiaux de

CCR, leur régime alimentaire est pauvre en fruits et légumes et en fibres alimentaires, par contre riche en sucre: 36% des patients le consomment une fois par jour et 22% plus d'une fois par jour, ce qui montre une corrélation positive entre le CCR et le sucre, la grande majorité de ce cancer siège au sigmoïde suivi par le rectum. Le stade III est le plus fréquent avec des adénocarcinomes et des atteintes métastatiques hépatiques et pulmonaires. L'âge et le poids sont aussi des facteurs de risques de CCR, d'où l'intérêt du traitement métabolique, en diminuant l'apport du sucre qui reste le coupable numéro un de cette maladie (Mazri et al., 2020).

Les AGCC sont les métabolites clés qui relient les fibres alimentaires et le microbiote intestinal à la santé intestinale, le butyrate exerce une pléthore d'effets biologiques sur le côlon qui joue un rôle essentiel dans l'établissement et le maintien de l'homéostasie intestinale et pour que ces fibres exercent leur effet, les AGCS interagissent avec des récepteurs spécifiques de la surface cellulaire tels que GPR41, GPR43 et GPR109A, comme Le butyrate qui induit la production d'IL-10 et d'acide rétinoïque par les cellules dendritiques qui stimulent la conversion des cellules T naïves en cellules Treg et suppriment la génération de cellules Th17, ces cellules Treg sont connues pour supprimer l'inflammation du côlon et la carcinogenèse tandis que les cellules Th17 favorisent l'inflammation et la carcinogenèse (Figure 14) (Sivaprakasam et al., 2016).



Treg: cellule issue de la conversion des cellules T naïves qui suppriment l'inflammation du côlon,
Th17: cellules qui favorisent l'inflammation, **GPR109A:** Récepteur 109A couplé à la protéine G,
GPR41: Récepteur 41 couplé à la protéine G, **GPR43:** Récepteur 43 couplé à la protéine G.

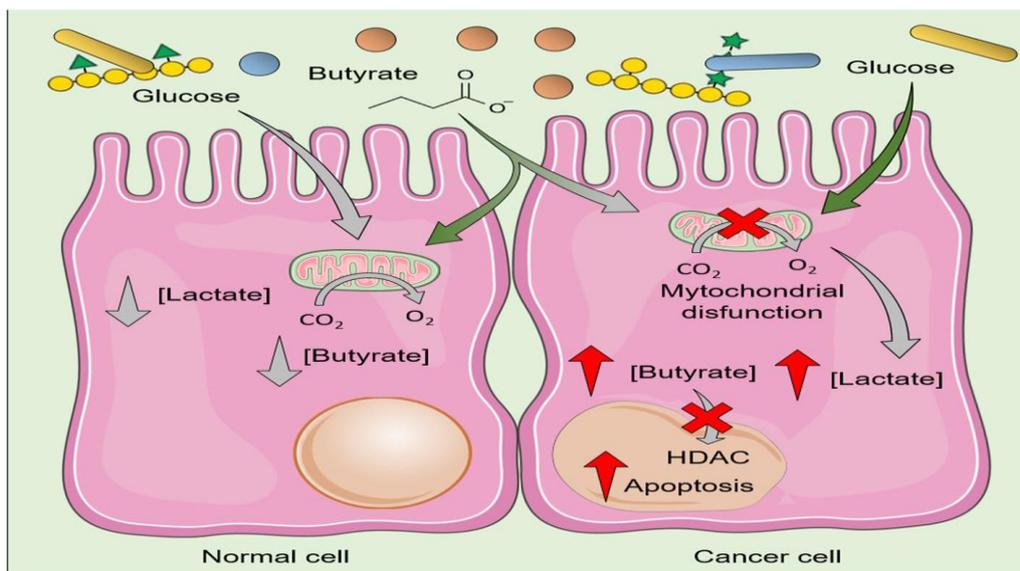
Figure 13: Effet préventif des fibres alimentaires d'inflammation du côlon

(Sivaprakasam et al., 2016).

Donc les fibres pourraient agir comme un élément protecteur contre le cancer du gros intestin en raccourcissant le temps de transit, réduisant ainsi le temps de formation et d'action des carcinogènes. En outre, grâce à son effet de remplissage des selles, les fibres peuvent diminuer la concentration de matières sales (Jha et al., 2017), réduisant ainsi l'interaction entre les carcinogènes et l'épithélium intestinal (Prado et al., 2019).

Une méta-analyse dose-réponse a constaté une réduction significative du risque de cancer colorectal de 10 % pour chaque consommation de 10 g/jour de fibres totales et de fibres céréalières et une réduction de 17 % pour chaque portion de trois portions (90 g/jour) de grains entiers par jour, avec d'autres réductions à un apport plus élevé (Dreher 2018).

Le butyrate produit au cours de la fermentation de polysaccharides non digestibles induit des effets distincts dans les cellules normales et les cellules CRC, car ces dernières comptent sur le glucose au lieu du butyrate comme source d'énergie primaire. L'augmentation de la glycolyse entraîne une augmentation des niveaux intracellulaires de lactate et une diminution de la clairance et de l'utilisation du butyrate, dont l'augmentation des niveaux intracellulaires inhibe les déacétylases d'histone HDAC et entraîne la mort des cellules cancéreuses du colon. Comme les cellules normales utilisent habituellement le butyrate comme source d'énergie principale, des niveaux relativement faibles de butyrate s'accumulent (Figure15) (Prado et al., 2019).



HDAC ; les histones désacétylases

Figure 15 : Effets du butyrate sur les cellules normales et les cellules cancéreuses colorectales (Prado et al., 2019).

Des habitudes alimentaires saines et riches en fibres sont associées à un risque modérément réduit de cancer du sein postménopausique, Plusieurs mécanismes proposés pour l'effet protecteur des fibres comprennent la séquestration de l'œstrogène dans le système digestif et la réduction de l'activité de la β -glucuronidase dans le côlon entraînant une augmentation de l'excrétion de l'œstrogène dans les matières fécales, une réduction modeste mais significative du risque de cancer du sein de 5 à 7 % pour chaque augmentation d'environ 10 g/jour de la consommation de fibres, donc une consommation adéquate de fibres à l'adolescence et au début de l'âge adulte peut être particulièrement protectrice contre le risque de cancer du sein (**Dreher 2018**).

Les études in vivo

3. Les études in vivo:

- **Tableau 7** : Effets des fibres alimentaires sur l'obésité, l'hypertension et le taux du cholestérol

Etude	Auteurs	Conclusion
Effet de la supplémentation des polysaccharides de l'algue verte <i>Ulva lactuca</i> sur la pression artérielle et sur les facteurs du risque athérogène, chez des rats consommant un régime riche en lipides.	Tair et al., 2018	<p>Les fibres alimentaires sont bénéfiques dans l'atténuation du risque d'obésité.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Elles semblent avoir un effet satiétogène, ainsi des propriétés hypotensives, hypoglycémiantes. - Elles possèdent des effets antiathérogènes permettant de corriger ou prévenir certaines complications cardiovasculaires
Etudier les effets d'une supplémentation alimentaire de différents niveaux de la fibre prébiotique (l'inuline) sur la prise alimentaire, la dépense énergétique, l'utilisation des substrats, la composition corporelle, la tolérance au glucose, les hormones plasmatiques, les lipides et certains groupes de bactéries intestinales chez des rats nourris avec des graisses élevées.	Singh et al., 2018	<ul style="list-style-type: none"> -l'inuline diminue l'apport calorique et améliore la tolérance au glucose -Elle module le microbiote intestinal (augmentant l'abondance des Bacteroidetes et Bifidobacterium). -Une dose élevée d'inuline permet la libération de l'hormone intestinale anorexigène telle que la cholécystokinine (CCK), le peptide (PYY) et le glucagon-like peptide-1 (GLP-1) induisant par la suite la satiété, tout en diminuant le poids corporel et l'adiposité.

<p>Evaluer le rôle des fibres alimentaires de son de blé, de son de maïs et du β-glucane provenant des principales céréales alimentaires utilisées sur le cholestérol total, les VLDL, LDL, HDL et les triglycérides chez les rats.</p>	<p>Hamid et al., 2017</p>	<p>-Les fibres alimentaires peuvent réduire le cholestérol total du plasma, VLDL, LDL, les triglycérides et augmenter le HDL, donc elles ont un effet hypocholestérolémiantes.</p>
--	----------------------------------	--

Tableau 8 : Effet des fibres alimentaires sur la glycémie et le diabète:

Etude	Auteurs	Conclusion
<p>Evaluer et comparer l'efficacité antidiabétique de l'alimentation complétée par l'Okara et du son de soja chez des souris souffrant de diabète de type 2 induits expérimentalement</p>	<p>Ismail et al., 2017</p>	<p>-Les fibres alimentaires d'okara ou de sonde soja pourraient prévenir l'augmentation du taux de cholestérol sérique, du triacylglycérol et du LDL cholestérol.</p> <p>-Elles ont la capacité à contrôler la glycémie et la réduction du risque de complications du diabète de type 2.</p> <p>-Le régime à haute teneur en fibres a des effets hypoglycémiques.</p> <p>-L'Okara a été significativement efficace pour contrôler l'hyperglycémie et améliorer la tolérance au glucose.</p>
<p>évaluer les effets des fibres insolubles et solubles extraites d'orge sur la prévention et la gestion du DT2 avec un modèle de rat</p>	<p>Li et al., 2019</p>	<p>-Les fibres solubles et insolubles extraites d'orge réduit efficacement le taux de glycémie dans l'état normal et diabétique par la réduction de l'absorption des nutriments.</p> <p>-Elles ont une propriété hypolipidémique, ainsi elles protègent la fonction hépatique.</p> <p>-L'acide butyrique pouvait améliorer la sensibilité à l'insuline via la régulation de l'activité des histones désacétylases, la promotion de la dépense énergétique.</p>
<p>Elucider la capacité antidiabétique de la fibre alimentaire soluble Konjac</p>	<p>Zhao et al., 2020</p>	<p>les fibres alimentaires solubles KGM ont une capacité antidiabétique.</p> <p>-La dose moyenne de KGM était en mesure d'inverser l'altération structurelle des reins et du foie causée par</p>

<p>glucomannan(KGM) chez les rats diabétiques de type 2 induit par un régime riche en graisses et la streptozotocine (STZ).</p>		<p>le diabète de type 2.</p> <p>-Les fibres solubles KGM pourraient atténuer le stress oxydatif et l'inflammation ; une réduction des niveaux de CRP.</p> <p>-Les antioxydants et les voies du facteur nucléaire 2 ont été améliorés et régulés positivement après avoir été traitées avec une dose moyenne de KGM. l'inflammation.</p>
---	--	---

Tableau 9 : Effets des fibres Sur le microbiote et le tractus gastro-intestinal:

Etude	Auteurs	Conclusion
<p>Etudier l'effet des fibres alimentaires végétales fabriquées avec traitement minimal sur les paramètres fécaux dans un modèle de rat.</p>	<p>Monro et al., 2016</p>	<p>-Le gonflement et l'hydratation des matières fécales induits par les fibres alimentaires contribuent de manière importante à la fonction et à la santé du gros intestin.</p> <p>-La masse fécale hydratée est augmentée de façon significative suite à la consommation de ces fibres.</p> <p>-L'efficacité du psyllium due à sa survie apparente élevée du transit intestinal postérieur, ce qui a augmenté la matière sèche fécale.</p> <p>la combinaison des fibres végétales joue un rôle important dans le maintien de la diversité bactérienne dans le côlon.</p>
<p>Etudier les effets des fibres alimentaires à forte capacité de liaison à l'eau et à forte capacité de gonflement sur les fonctions gastro-intestinales, la prise alimentaires et le poids corporel des rats mâles</p>	<p>Tan et al., 2017</p>	<p>Les fibres solubles favorisant la satiété en modifiant la physiologie digestive et réduit la prise alimentaire probablement en raison des taux élevée de capacité de fixation de l'eau et la capacité de gonflement sur le tractus gastro-intestinal.</p>

<p>Examiné les effets d'un extrait de cassis riche en anthocyanine et de fibres alimentaires, individuellement et en association sur les biomarqueurs de la santé du gros intestin chez les rats</p>	<p>Paturi et al., 2018</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les fibres alimentaires ont augmenté le nombre de cellules gobelets dans le côlon productrices de mucus. -Les fibres alimentaires fermentescibles modifient la structure et la fonction du microbiote intestinal soit par les interactions directes des bactéries avec les cellules épithéliales intestinales ou les AGCC qu'elles produisent contribuant à divers processus physiologiques au sein de l'intestin. -La composition et les propriétés physico-chimiques de ces fibres alimentaires peuvent affecter la fermentation bactérienne dans l'intestin.
--	-----------------------------------	---

Tableau 10 : Effet des fibres alimentaire sur le stress oxydatif et inflammation:

Etude	Auteurs	Conclusion
<p>Effets d'un régime alimentaire à base de cellulose hautement purifiée sur la digestibilité, le métabolisme lipidique et l'état d'oxydoréduction chez la progéniture obèse d'animaux ayant reçu la Streptozotocine Induced Diabetic Rats.</p>	<p>Bensalah et al., 2017</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Une alimentation riche en cellulose a induit une diminution significative de la prise de poids, de l'apport alimentaire et énergétique. -Les fibres alimentaires peuvent réduire les facteurs de risque de maladies cardiovasculaires et d'obésité. -La cellulose a un effet satiétogène, a entraîné une augmentation significative du poids fécal. -les fibres visqueuses réduisent le taux global de digestion des lipides et retardent leur absorption. -Les polysaccharides visqueux peuvent ralentir l'absorption en emprisonnant les nutriments, les enzymes digestives ou les acides biliaires dans la matrice et en ralentissant le mélange et la diffusion dans l'intestin. -La cellulose a induit une diminution de la glycémie et une diminution des concentrations d'acide urique, d'urée et de créatinine. -Cette fibre réduise également la concentration de lipides sanguins et corrigent le déséquilibre du système oxydant/antioxydant par une diminution des marqueurs du stress oxydatif.

<p>Evaluer les effets anti-inflammatoires et antioxydants de microalgues <i>N. gaditana</i> sur le diabète sucré induit par la streptozotocine (STZ) chez des rats Wistar.</p>	<p>Nacer et al., 2020</p>	<p>-Les microalgues contenant des fibres qui ont des propriétés anti-inflammatoires, présentaient des niveaux significativement plus faibles de TNF-α et IL-6 et antioxydantes dont les activités de la catalase CAT, du glutathion réduit GSH et du superoxyde dismutase (SOD) ont diminué de manière significative. -Effets préventifs sur le diabète et ses complications, diminuer les niveaux de ces paramètres: taux de glucose, HbA1c, triglycérides, cholestérol, acide urique, urée et de créatinine.</p>
<p>Etudier les effets de la microalgue <i>Nannochloropsis gaditana</i> sur le sérum et le statut redox chez des rats obèses soumis à un régime riche en graisses</p>	<p>Bendaoud et al., 2019</p>	<p>La supplémentation en cette Microalgues induit une réduction du gain de poids. -Aussi avoir des propriétés hypoglycémiantes, hypolipédémiantes et améliorent le statut redox qui pourrait Prévenir ou atténuer certains désordres métaboliques associés à l'obésité</p>

Conclusion

Dans le cadre du processus normal de vieillissement, la qualité du régime alimentaire est un déterminant majeur du vieillissement sain. Les fibres alimentaires sont le macronutriment le plus important dans les régimes alimentaires, ce qui est une préoccupation majeure pour la santé publique parce que leur carence est associée à un risque accru de maladies chroniques, vieillissement suboptimal, obésité, dysbiose du microbiote et morbidité accrue. Les méta-analyses dose-réponse estiment que l'augmentation de l'apport en fibres totales par paliers de 10 g/jour réduit considérablement le risque de mortalité, pour toutes les causes des maladies cardiovasculaires totales de 9 % et de cancer de 6 à 9 %. Un apport suffisant en fibres (14 g/1000 kcal) est associé au vieillissement en santé par ses effets sur la réduction du risque de, par exemple, maladies cardiovasculaires, accident vasculaire cérébral, gain de poids, syndrome métabolique, diabète de type 2, certains cancers et dysfonctionnement du microbiote du côlon (**Dreher et al., 2018**).

Les fibres alimentaires sont des hydrates de carbone qui résistent au processus de digestion dans l'intestin grêle et qui fournissent un bénéfice physiologique à la santé, une grande proportion d'individus ne consomme pas assez de fibres alimentaires selon les recommandations actuelles ce qui mène par la suite à l'apparition des troubles digestifs et l'installation des pathologies chroniques comme l'obésité, le diabète type 2, les maladies cardiovasculaires et le cancer. Les bonnes sources de fibres alimentaires comprennent notamment les céréales complètes, les noix et les graines, les légumes et les fruits. Une augmentation de la consommation de fibres alimentaires est associée à un risque plus faible de développer certaines maladies chroniques, notamment les maladies cardiovasculaires et le diabète et peut diminuer le risque de mortalité toutes causes confondues (**Lee et al., 2018**).

Au terme de ce travail qui avait pour but d'évaluer les propriétés physiologiques *in vivo* des fractions polysaccharidiques il ressort que : l'augmentation de l'apport en fibres est une stratégie thérapeutique prometteuse dans la prévention et la gestion de nombreux troubles gastro-intestinaux, les caractéristiques physico-chimique telles que la solubilité, la viscosité et la fermentescibilité entraînent des différentes fonctionnalités dans le tractus gastro-intestinal, et sous-tendent donc leur potentiel thérapeutique et préventif des maladies chroniques. (**Gill et al., 2020**)

Références bibliographiques

A

Armstrong, H., Mander, I., Zhang, Z., & Armstrong, D. (2021). Not All Fibers Are Born Equal; Variable Response to Dietary Fiber Subtypes in IBD. 8(January), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.620189>.

B

Bader Ul Ain, H., Saeed, F., Ahmed, A., Asif Khan, M., Niaz, B., & Tufail, T. (2019). Improving the physicochemical properties of partially enhanced soluble dietary fiber through innovative techniques: A coherent review. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(4). doi:10.1111/jfpp.13917.

Bendaoud, A., Ahmed, F. B., Merzouk, H., Bouanane, S., & Bendimerad, S. (2019). Effects of dietary microalgae *Nannochloropsis gaditana* on serum and redox status in obese rats subjected to a high fat diet. *Phytothérapie*, 17(4), 177.

Bensalah, M., Bouanane, S., Benyagoub, O., Merzouk, H., & Fatima, Z. (2017). Effects of Highly-pure-enriched-cellulose Diet on Digestibility, Lipid Metabolism and Redox Status in Obese Offspring of Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, 126(02), 102–112. doi:10.1055/s-0043-110014

Bouazza, M. N. (2017). Effet des fibres alimentaires riche en cellulose sur le contenu lipidique et protéique des organes chez les rats obèses. (Mémoire de master en biologie) université de Tlemcen.

Bozzetto, L., Costabile, G., Pepa, G. Della, Ciciola, P., Vetrani, C., Vitale, M., Rivellese, A. A., & Annuzzi, G. (2018). Dietary Fibre as a Unifying Remedy for the Whole Spectrum of Obesity-Associated Cardiovascular Risk. <https://doi.org/10.3390/nu10070943>.

C

Carlson, J. L., Erickson, J. M., Lloyd, B. B., & Slavin, J. L. (2018). Health effects and sources of prebiotic dietary fiber. *Current Developments in Nutrition*, 2(3), doi:10.1093/cdn/nzy005.

Champ, M. (2014). Les fibres, c'est bien plus qu'une question de transit.

Ciecierska, A., Drywien, M., Hamulka, J., & Sadkowski, T. (2019). Nutraceutical

functions of beta-glucans in human nutrition. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 70(4).):315-324. doi.org/10.32394/rpzh.2019.0082.

D

Dahl, W. J., & Mendoza, D. R. (2017). Is Fibre an Effective Strategy to Improve Laxation in Long-Term Care Residents? *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*, 79(1), 35–41. doi:10.3148/cjdpr-2017-028.

Dai, F.-J., & Chau, C.-F. (2017). Classification and regulatory perspectives of dietary fiber. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(1), 37–42. doi:10.1016/j.jfda.2016.09.006.

Dayib, M., Larson, J., & Slavin, J. (2020). Dietary fibers reduce obesity-related disorders: mechanisms of action. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 23(6), 445–450. doi: 10.1038/s41575-020-00375-4.

Dreher, M. L. (2018). Dietary fiber in health and disease. *Nutrition and Health*. doi: 10.1007/978-3- 319-50557-2.

E

Ekeleme-Egedigwe, C. A., Ijeh, I. I., & Okafor, P. N. (2017). Modulatory effects of dietary supplementation by *Vernonia amygdalina* on high-fat-diet-induced obesity in Wistar rats. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 16(4), 431–442.

F

Fatahi, S., Matin, S. S., Sohoul, M. H., Găman, M.-A., Raee, P., Olang, B., Kathirgamathamby, V., Santos, H. O., Guimarães, N. S., & Shidfar, F. (2020). Association of dietary fiber and depression symptom: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Complementary Therapies in Medicine*, doi:10.1016/j.ctim.2020.102621.

Fuller, S., Beck, E., Salman, H., & Tapsell, L. (2016). New horizons for the study of dietary fiber and health: a review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71(1), 1–12. doi:10.1007/s11130-016-0529-6.

G

Ghaffarzadegan, T., Zhong, Y., Hållenius, F. F., & Nyman, M. (2018). Effects of barley variety, dietary fiber and β -glucan content on bile acid composition in cecum of rats fed

low-and high-fat diets. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 53, 104–110.
doi:10.1016/j.jnutbio.2017.10.008.

Gill, S. K., Rossi, M., Bajka, B., & Whelan, K. (2020). Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 1–16.
doi:10.1038/s41575-020-00375-4.

H

Hamid, A., Ilyas, M., & Kalsoom, S. (2017). Effect of wheat and corn bran and barley and sorghum β -glucan extracts on the plasma cholesterol level of dietary-induced hypercholesterolemic rats. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(5).

Henrion, M., Francey, C., Lê, K.-A., & Lamothe, L. (2019). Cereal B-glucans: the impact of processing and how it affects physiological responses. *Nutrients*, 11(8), 1729.
Doi:10.3390/nu11081729.

Hijová, E., Bertková, I., & Štofilová, J. (2019). DIETARY FIBRE AS PREBIOTICS IN NUTRITION. *Central European Journal of Public Health*, 27(3), 251–255.
<https://doi.org/10.21101/cejph.a5313>.

Hua, M., Lu, J., Qu, D., Liu, C., Zhang, L., Li, S., Chen, J., & Sun, Y. (2019). Structure, physicochemical properties and adsorption function of insoluble dietary fiber from ginseng residue: A potential functional ingredient. *Food Chemistry*, 286, 522–529.
doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.114.

Huart, J., Krzesinski, J.-M., & Jouret, F. (2020). Argument en faveur d'un rôle du microbiote intestinal dans la physiopathologie de l'hypertension artérielle. *Revue Médicale de Liège*, 75(9), 588–592.

I

Ismaiel, M., Yang, H., & Cui, M. (2017). Evaluation of high fibers Okara and soybean bran as functional supplements for mice with experimentally induced type 2 diabetes. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 67(4), 327–338.

J

Jha, S. K., Singh, H. R., & Prakash, P. (2017). Dietary fiber and human health: An introduction. In *Dietary Fiber for the Prevention of Cardiovascular Disease* (pp. 1–22). Elsevier. doi:10.1016/b978-0-12-805130-6.00001.

K

Katagiri, R., Goto, A., Sawada, N., Yamaji, T., Iwasaki, M., Noda, M., Iso, H., & Tsugane, S. (2020). Dietary fiber intake and total and cause-specific mortality: the Japan Public Health Center-based prospective study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 111(5), 1027–1035. doi:10.1093/ajcn/nqaa002.

Kaur, A. P., Bhardwaj, S., Dhanjal, D. S., Nepovimova, E., Cruz-Martins, N., Kuča, K., Chopra, C., Singh, R., Kumar, H., & Şen, F. (2021). Plant Prebiotics and Their Role in the Amelioration of Diseases. *Biomolecules*, 11(3), 440. doi.org/10.3390/biom11030440.

Kim, C.-S., Byeon, S., & Shin, D.-M. (2020). Sources of Dietary Fiber Are Differently Associated with Prevalence of Depression. *Nutrients*, 12(9), 2813. doi.org/10.3390/nu12092813.

Korczak, R., & Slavin, J. L. (2020). Definitions, regulations, and new frontiers for dietary fiber and whole grains. *Nutrition Reviews*, 78(Supplement_1), 6–12. doi:10.1093/nutrit/nuz061.

L

Lambeau, K. V., & McRorie, J. W. (2017). Fiber supplements and clinically proven health benefits: How to recognize and recommend an effective fiber therapy. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners*, 29(4), 216–223. doi.org/10.1002/2327-6924.12447.

Lee, S. J., Lee, I.-K., & Jeon, J.-H. (2020). Vascular calcification—New insights into Its mechanism. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(8), 2685. doi:10.3390/ijms21082685.

Lee, Y. Y., Oruc, N., Quigley, E., Sanders, D., Yurdaydin, C., & Gonvers, J. J. (2018). *Alimentation et intestin.*

Lehtihet, S., & Haouichat, C. (2020). Arthrose métabolique. *Revue médicale Algérienne N* : 34. Service de rhumatologie CHU –Alger.

Li, L., Pan, M., Pan, S., Li, W., Zhong, Y., Hu, J., & Nie, S. (2019). Effects of insoluble and soluble fibers isolated from barley on blood glucose, serum lipids, liver function and caecal short-chain fatty acids in type 2 diabetic and normal rats. *Food and Chemical Toxicology*, 135. doi.org/10.1016/j.fct.2019.110937.

M

Macagnan, F. T., da Silva, L. P., & Hecktheuer, L. H. (2016). Dietary fibre: The scientific search for an ideal definition and methodology of analysis, and its physiological importance as a carrier of bioactive compounds. *Food Research International*, 85, 144–154. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.04.032>.

Maheshwari, G., Sowrirajan, S., & Joseph, B. (2019). β -Glucan, a dietary fiber in effective prevention of lifestyle diseases—An insight. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 19, 100187. doi:10.1016/j.bcdf.2019.100187.

Mazri, C., Chimbo, S., & Medjkouh, H. (2020). Etude epidemiologique du cancer colorectal, dans la wilaya de bouira en algerie et l'influence de l'alimentation. *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*, 6(4).

Mohamed, A. Ben. (2020). Impact des fibres alimentaires et des acides gras à chaîne courte sur le dialogue tube digestif , foie et tissus périphériques , dans le cadre d ' une surnutrition . To cite this version : HAL Id : tel-02997961 Impact des fibres alimentaires et des acides gras à chaîne courte sur le dialogue tube digestif , foie et tissus périphériques , dans le cadre d ' u ne surnutrition .

Monro, J., Mishra, S., Redman, C., Somerfield, S., & Ng, J. (2016). Vegetable dietary fibres made with minimal processing improve health-related faecal parameters in a valid rat model. *Food & Function*, 7(6), 2645–2654. Doi:10.1039/c5fo01526j.

Montes Chañi, E. M., Pacheco, S. O. S., Martínez, G. A., Freitas, M. R., Ivona, J. G., Ivona, J. A., Craig, W. J., & Pacheco, F. J. (2018). Long-term dietary intake of chia seed is associated with increased bone mineral content and improved hepatic and intestinal morphology in sprague-dawley rats. *Nutrients*, 10(7), 922.

Mudgil, D., & Barak, S. (2019). Classification, technological properties, and sustainable sources. In *Dietary fiber: Properties, recovery, and applications* 27-58. Academic Press. doi:10.1016/b978-0-12-816495-2.00002-2.

Myhrstad, M. C., Tunsjø, H., Charnock, C., & Telle-Hansen, V. H. (2020). Dietary fiber, gut microbiota, and metabolic regulation—Current status in human randomized trials. *Nutrients*, 12(3), 859. doi:10.3390/nu12030859.

N

Nacer, W., Baba Ahmed, F. Z., Merzouk, H., Benyagoub, O., & Bouanane, S. (2020). Evaluation of the anti-inflammatory and antioxidant effects of the microalgae *Nannochloropsis gaditana* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. doi:10.1007/s40200-020-00681-3

Nirmala Prasadi, V. P., & Joye, I. J. (2020). Dietary fibre from whole grains and their benefits on metabolic health. *Nutrients*, 12(10), 1–20. <https://doi.org/10.3390/nu12103045>.

P

Paturi, G., Butts, C. A., Monro, J. A., & Hedderley, D. (2018). Effects of Blackcurrant and Dietary Fibers on Large Intestinal Health Biomarkers in Rats. *Plant Foods for Human Nutrition*, 73(1), 54–60. <https://doi.org/10.1007/s11130-018-0652-7>.

Pauline, M., Roger, P., Nina, N. E. S. N., Arielle, T., Eugene, E. E., & Robert, N. (2020). Physico-chemical and nutritional characterization of cereals brans enriched breads. *Scientific African*, 7, e00251.

Prado, S. B. R. do, Castro-Alves, V. C., Ferreira, G. F., & Fabi, J. P. (2019). Ingestion of non-digestible carbohydrates from plant-source foods and decreased risk of colorectal cancer: A review on the biological effects and the mechanisms of action. *Frontiers in Nutrition*, 6, 72. doi:10.3389/fnut.2019.00072.

R

Ramin, S., Mysz, M. A., Meyer, K., Capistrant, B., Lazovich, D., & Prizment, A. (2019). A prospective analysis of dietary fiber intake and mental health quality of life in the Iowa Women's health study. *Maturitas*, 131, 1–7.

Reguieg Yssad, A. (2019). L'effet de *Punica Granatum* sur la flore gastriques; étude in vivo et in vitro chez le rat; thèse de doctorat en biologie: phytothérapie et santé. Université de Mostaganem.

S

- Saidane, O., Courties, A., & Sellam, J. (2020).** Les fibres alimentaires contre l'arthrose: quels éléments de preuve? Elsevier. doi:10.1016/j.rhum.2019.08.004.
- Saulnier, L. (2018).** Diversité et caractérisation des fibres alimentaires; les fibres alimentaires fonctionnalisation et propriété. Nutrition et santé INRA - UR 1268 Biopolymères Interactions Assemblages (BIA) Nantes – France.
- Singh, A., Zapata, R. C., Pezeshki, A., Reidelberger, R. D., & Chelikani, P. K. (2018).** Inulin fiber dose-dependently modulates energy balance, glucose tolerance, gut microbiota, hormones and diet preference in high-fat-fed male rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 59, 142–152. doi:10.1016/j.jnutbio.2018.05.017.
- Sivaprakasam, S., Prasad, P. D., & Singh, N. (2016).** Benefits of short-chain fatty acids and their receptors in inflammation and carcinogenesis. *Pharmacology & Therapeutics*, 164, 144–151.
- Soliman, G. A. (2019).** Dietary fiber, atherosclerosis, and cardiovascular disease. *Nutrients*, 11(5), 1155. doi:10.3390/nu11051155.
- Stephen, A. M., Champ, M. M., Cloran, S. J., Fleith, M., Lieshout, L. Van, Mejbourn, H., & Burley, V. J. (2017).** Dietary fibre in Europe : current state of knowledge on definitions , sources , recommendations , intakes and relationships to health *Nutrition Research Reviews Nutrition Research Reviews*. doi.org/10.1017/S095442241700004X

T

- Tair, Z. I., Bensalah, F., & Boukortt, F. (2018).** Effet de la supplémentation des polysaccharides de l'algue verte *Ulva lactuca* sur la pression artérielle et sur les facteurs du risque athérogène, chez des rats consommant un régime riche en lipides. *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie*, 67(3), 133–140.
- Tan, C., Wei, H., Zhao, X., Xu, C., & Peng, J. (2017).** Effects of dietary fibers with high water-binding capacity and swelling capacity on gastrointestinal functions, food intake and body weight in male rats. *Food & Nutrition Research*. 61(1), doi:10.1080/16546628.2017.1308118
- Tani, M., Tanaka, S., Takamiya, K., Kato, Y., Harata, G., He, F., Sakaue, M., & Ito, M. (2020).** Effects of dietary fiber on vascular calcification by repetitive diet-induced

fluctuations in plasma phosphorus in early-stage chronic kidney disease rats. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 20–46.

V

Véronèse, N., Solmi, M., Caruso, MG, Giannelli, G., Osella, AR, Evangelou, E., ... & Tzoulaki, I. (2018). Fibres alimentaires et résultats pour la santé : une revue générale des revues systématiques et des méta-analyses. *Le journal américain de nutrition clinique*, 107(3), 436-444. doi:10.1093/ajcn/nqx082

W

Williams, B. A., Mikkelsen, D., Flanagan, B. M., & Gidley, M. J. (2019). “Dietary fibre”: moving beyond the “soluble/insoluble” classification for monogastric nutrition, with an emphasis on humans and pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10(1), 1–12. doi:10.1186/s40104-019-0350-9.

Weickert, M. O., & Pfeiffer, A. F. (2018). Impact of dietary fiber consumption on insulin resistance and the prevention of type 2 diabetes. *The Journal of nutrition*, 148(1), 7-12.

Z

Zhao, Y., Jayachandran, M., & Xu, B. (2020). In vivo antioxidant and anti-inflammatory effects of soluble dietary fiber Konjac glucomannan in type-2 diabetic rats. *International Journal of Biological Macromolecules*, 159, 1186–1196. doi:10.1016/j.ijbiomac.2020.05.105.

Annexes

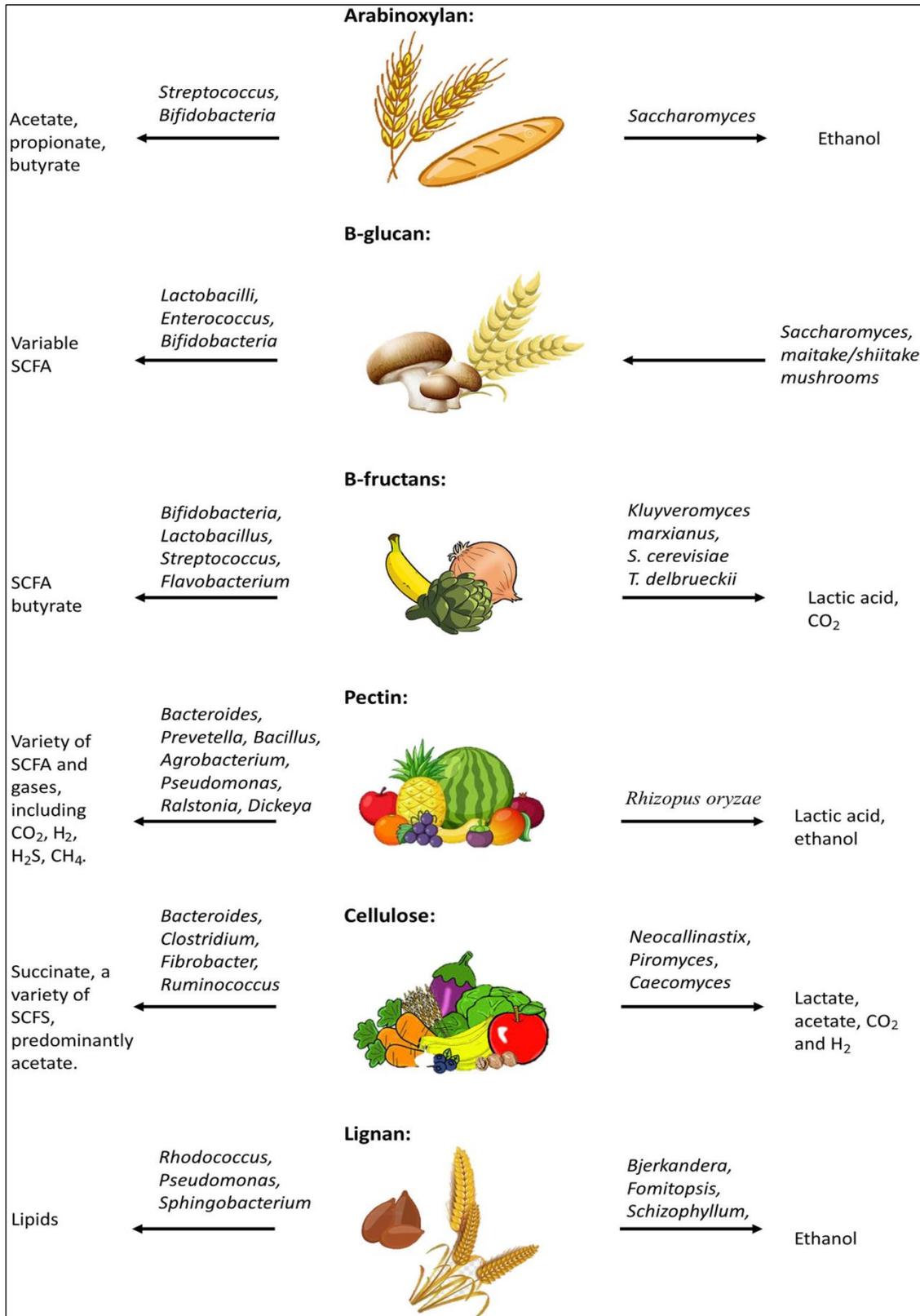


Figure A1: Source des principales fibres alimentaires et leur effets sur le microbiote (Armstrong et al., 2021).

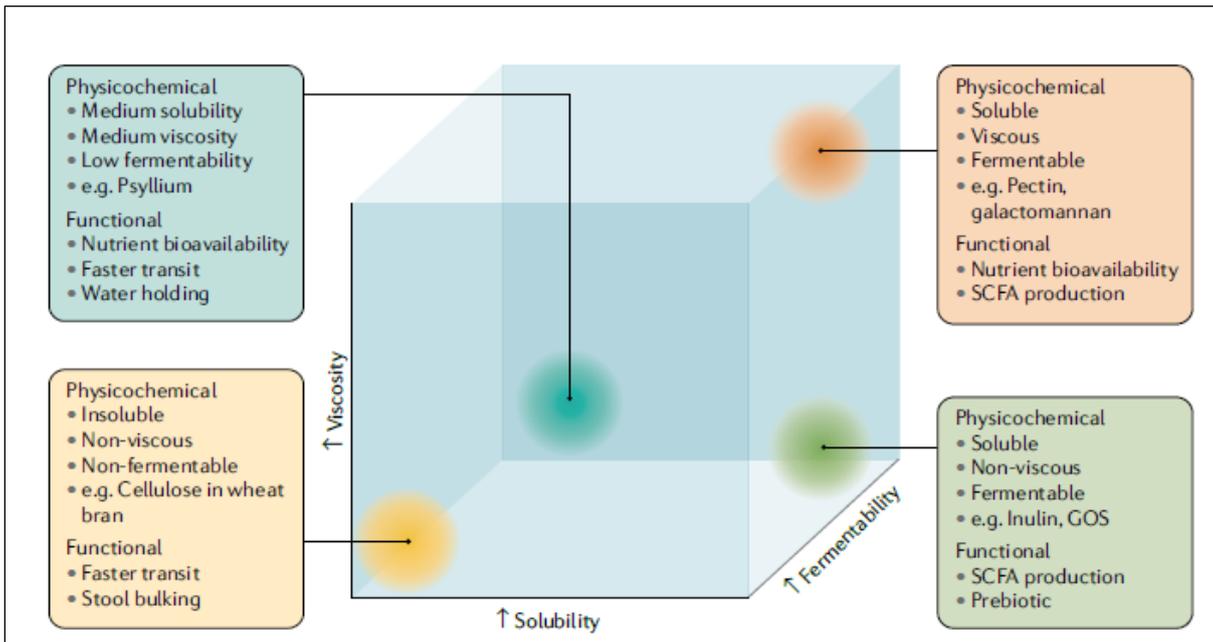


Figure A2: Spectre des caractéristiques physicochimiques des fibres alimentaires

(Gill et al., 2020). Les caractéristiques physico-chimiques de la fibre

(Solubilité, viscosité et fermentescibilité) forment un continuum et travaillent de concert pour déterminer leurs propriétés fonctionnelles dans le tractus gastro-intestinal.

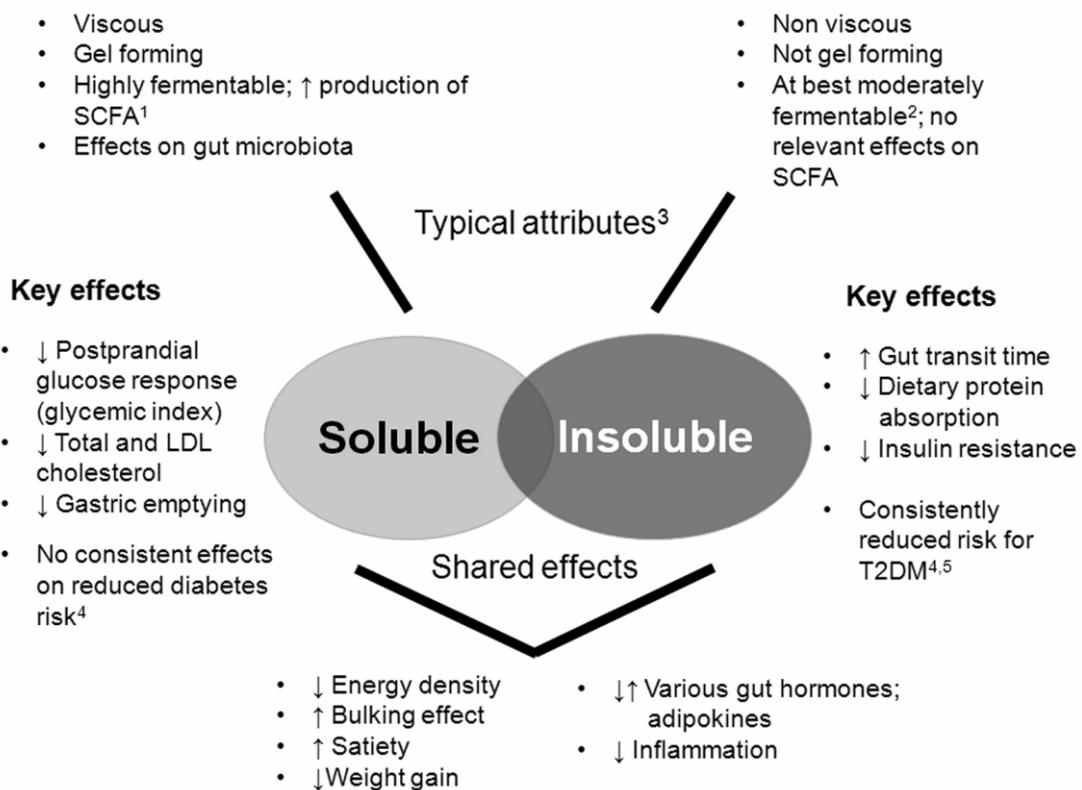


Figure A3 : Effets de l'apport en fibres alimentaires sur divers facteurs métaboliques, la résistance à l'insuline et le risque de développer un diabète de type 2 (Weickert et Pfeiffer 2018)

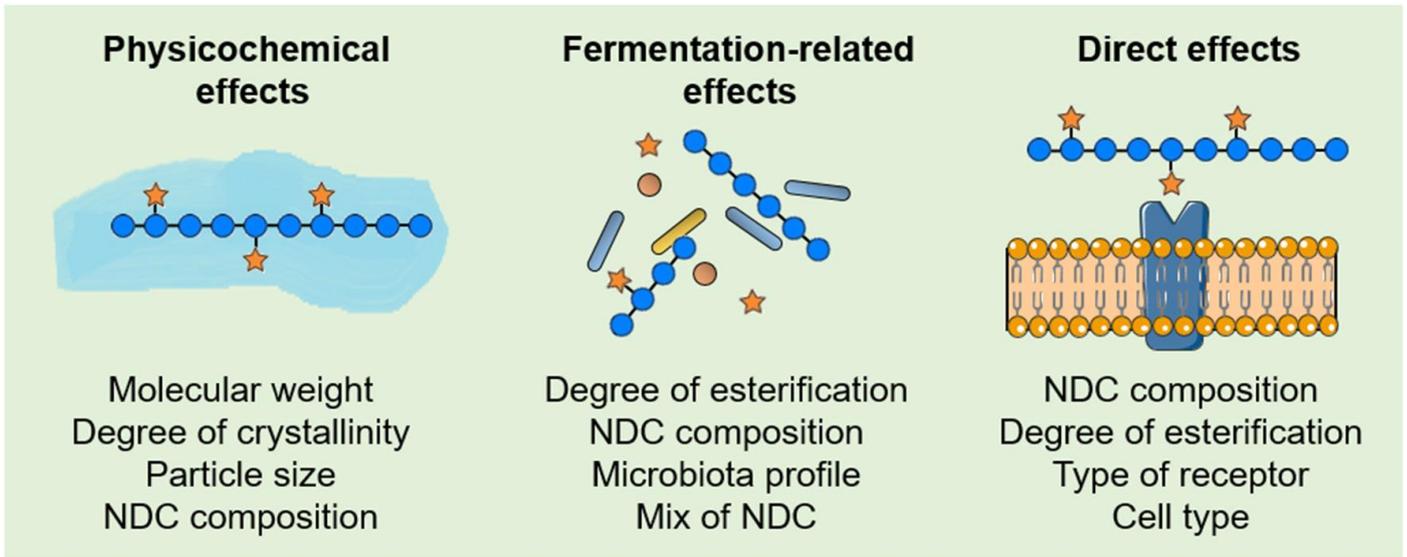


Figure A4 : Caractéristiques qui influencent les effets des glucides non digestibles (NDC) provenant d'aliments d'origine végétale dans le cancer colorectal (Prado et al., 2019).

الملخص :

إن اتباع نظام غذائي غير متوازن غني بالدهون والسكريات والأملاح ومنخفض في الألياف الغذائية والمغذيات الدقيقة يمكن أن يعرض للعديد من الأمراض الأيضية المزمنة. الألياف الغذائية هي مكونات صالحة للأكل وهي موجودة بشكل رئيسي في النباتات: الحبوب (القمح، الأرز، الشعير والشوفان)، والبقوليات (الفاصوليا الجافة، الفول، البازلاء الجافة، الحمص والعدس)، الخضروات (الطماطم، الجزر...) والفواكه (البرتقال، الكيوي، التفاح...) و لها تأثيرات بريبايوتكية، ويمكن تخميرها في القولون بواسطة الميكروبيوتا المعوية مما يؤدي إلى انتشار البكتيريا المفيدة، وأظهرت دراسات عديدة أجريت على الكائنات الحية أن تناول الألياف الغذائية بكثرة يرتبط بانخفاض خطر الإصابة بالعديد من الأمراض المزمنة بما في ذلك أمراض القلب والأوعية الدموية، السمنة، السكري من النوع 2 والسرطان، هي عناصر غذائية وظيفية تعمل من خلال عدة آليات ذات مجموعة من الفوائد الصحية ونظرا لخاصية اللزوجة، فإن بعض الألياف القابلة للذوبان تبطئ إفراغ المعدة والعبور المعوي وتحسن الشبع، زيادة الكمال وفقدان الوزن وبالإضافة إلى ذلك فإن الألياف لها آثار خافضة في كمية سكر الدم ونسبة الكوليسترول، وتعتبر مصيدة للأحماض الصفراوية والمواد المسرطنة عن طريق زيادة إفرازها في الفضلات وعلاوة على ذلك، ارتبط استهلاك الألياف الغذائية غير القابلة للذوبان بتقليل مخاطر الإصابة بأمراض القلب التاجية والسكري من النوع 2. وأخيرا، توفر الألياف الغذائية، بتأثيراتها الأيضية الوظيفية، إمدادًا متزايدًا بالمركبات النشطة بيولوجيًا، مثل المواد الكيميائية النباتية ومضادات الأكسدة، تعتبر الألياف الغذائية مكونًا رئيسيًا لنظام غذائي صحي.

الكلمات المفتاحية: الألياف الغذائية، الخصائص الفيزيائية الكيميائية، التأثيرات الفيزيولوجية والعلاجية، الأمراض، الجرذان.

Summary:

An unbalanced diet rich in fat, sugars and salt and low in dietary fiber and micronutrients can predispose to many chronic metabolic pathologies. Dietary fibres, edible components of plants found mainly in cereals (wheat, rice, barley, oats...), legumes (dried beans, beans, dried peas, chickpeas, lentils, etc.), vegetables (tomatoes, carrots...) and fruits (oranges, kiwis, apples...) have prebiotic effects, they can be fermented in the colon by the intestinal microbiota leading to the proliferation of beneficial bacteria, and the production of short-chain fatty acids which are clinically useful bioactive materials with significant metabolic effect. Several in vivo studies have shown that high dietary fibre intake is associated with reduced risk of several chronic diseases, including cardiovascular disease, obesity, type 2 diabetes and cancer. These are functional nutrients that act through several mechanisms with a range of health benefits. Due to their viscous properties, some soluble fibres slow gastric emptying and intestinal transit, improve satiety, promote fullness and weight loss. In addition, fibers have hypoglycemic and hypocholesterolemic effects and are considered to trap bile acids and carcinogenic substances by increasing fecal excretion. Furthermore, the consumption of insoluble dietary fibre has been associated with a reduced risk of coronary heart disease and type 2 diabetes. Finally, dietary fibres, by their functional metabolic effects, offer an increased intake of biologically active compounds, such as phytochemicals and antioxidants. They are a key component of a healthy diet.

Keywords: *Dietary fibres, physico-chemical characteristics, physiological and therapeutic effects, diseases, rats*

Résumé:

Une alimentation déséquilibrée riche en graisse, en sucres et en sel et pauvre en fibres alimentaires et en micronutriments peut prédisposer à de nombreuses pathologies métaboliques chroniques. Les fibres alimentaires, composants comestibles des végétaux trouvés essentiellement dans les céréales (blé, riz, orge, avoine...), les légumineuses (haricots secs, fèves, pois secs, pois chiches, lentilles...), les légumes (tomates, carottes...) et les fruits (oranges, kiwis, pommes...) possèdent des effets prébiotiques, elles peuvent être fermentées dans le colon par le microbiote intestinal conduisant à la prolifération des bactéries bénéfiques et à la production des acides gras à chaîne courte qui sont des matières bioactives à utilité clinique et effet métabolique important. Plusieurs études *in vivo* ont démontré qu'un apport élevé en fibres alimentaires est associé à une réduction du risque de plusieurs maladies chroniques, notamment les maladies cardiovasculaires, l'obésité, le diabète type 2 et le cancer. Ce sont des nutriments fonctionnels qui agissent par plusieurs mécanismes présentant toute une gamme d'avantages pour la santé. Grâce à leur propriété visqueuse, certaines fibres solubles ralentissent la vidange gastrique et le transit intestinal, améliorent la satiété, favorisent le rassasiement et la perte du poids. De plus, les fibres possèdent des effets hypoglycémiant et hypocholestérolémiant et sont considérées comme des piègeurs des acides biliaires et des substances cancérigènes par l'augmentation d'excrétion fécale. Par ailleurs, la consommation des fibres alimentaires insolubles a été associée à une réduction du risque des maladies coronarienne et de diabète de type 2. Enfin, les fibres alimentaires, par leurs effets métaboliques fonctionnels, elles offrent un apport accru en composés biologiquement actifs, tels que les substances phytochimiques et les antioxydants. Elles constituent un élément clé d'une alimentation saine.

Mots clés: *Fibres alimentaires, caractéristiques physico-chimiques, effets physiologiques et thérapeutiques, pathologies, rats.*