

ZOUAREG Anissa

*Master Ingénierie de la Santé parcours Healthcare Business et Recherche Clinique
(HBRC)*

LE RÔLE DU MICROBIOTE INTESTINAL DANS LA GESTION DE L'HYPERTENSION

***Dans quelle mesure la modulation du microbiote intestinal, à travers
l'adaptation des régimes alimentaires, peut-elle constituer une alternative ou
un complément efficace à la gestion de l'hypertension ?***

Date de la soutenance : lundi 07 juillet 2025 à 11H

Composition de jury :

- Président de jury : M. Julien DE JONCKHEERE
- Directeur de mémoire : M. Alexandre WALLARD
- 3^{ème} membre de jury : Mme. Mélanie HAMEZ

Année universitaire 2024-2025

Université de Lille
UFR3S – Faculté d'ingénierie et management de la santé (ILIS)
42 rue Ambroise Paré – 59120 LOOS

Remerciements

La rédaction de ce mémoire marque l'aboutissement d'une année dense et enrichissante, tant sur le plan académique que professionnel. Ce travail n'aurait pu être mené à bien sans le soutien, les conseils et l'implication de nombreuses personnes que je souhaite remercier ici.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à Monsieur Alexandre WALLARD, directeur de ce mémoire, pour son accompagnement, ses conseils méthodologiques et ses retours constructifs.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à Madame Mélanie HAMEZ et Madame Anaïs MARTIN, troisième jury et tutrices d'alternance, pour leur aide précieuse dans l'élaboration du mémoire, leurs relectures attentives, ainsi que leur soutien tout au long de l'année.

Un grand merci à l'équipe de Soladis Clinical Studies, en particulier à l'équipe des opérations cliniques, avec qui j'ai eu la chance de collaborer durant mon alternance. Leur accueil, leur confiance et les nombreuses opportunités d'apprentissage m'ont beaucoup apporté tout au long de cette expérience. Je remercie également l'équipe de la rédaction scientifique pour leur aide précieuse dans la rédaction de ce mémoire.

Je tiens aussi à remercier Monsieur Julien DEJONCKEERE, responsable du Master et président du jury, pour la qualité de l'encadrement pédagogique et sa disponibilité tout au long de cette formation.

Enfin, je remercie mes proches pour leur soutien, leur encouragement et leur présence tout au long de cette année.

Sommaire

Remerciements	2
Sommaire.....	3
Liste des abréviations	4
Glossaire	5
Liste des figures.....	6
Liste des annexes.....	6
Introduction.....	7
Partie 1 : Revue de la littérature.....	9
I) L'hypertension artérielle : “le tueur silencieux”	9
1) Définition et classification	9
2) Physiopathologie de l'hypertension : un équilibre rompu	10
3) Facteurs de risque et causes de l'hypertension	11
4) Prise en charge et stratégies thérapeutiques.....	12
II) Le microbiote intestinal et ses fonctions clés	12
1) Définition et composition du microbiote intestinal.....	12
2) Rôles physiologiques du microbiote intestinal	13
3) Facteurs influençant l'équilibre du microbiote intestinal.....	16
III) Lien entre microbiote et régulation de la pression artérielle	18
1) Mécanismes d'interaction entre le microbiote et la pression artérielle	18
2) Dysbiose et hypertension : preuves cliniques et expérimentales	19
3) Facteurs influençant le lien entre microbiote et hypertension	21
4) Thérapies innovantes basées sur le microbiote intestinal	26
Partie 2 : Méthodologie de l'enquête terrain	29
I) Objet de l'enquête.....	29
II) Conception de l'enquête	30
1) Population étudiée	30
2) Choix de la méthodologie	30
3) Méthode d'analyse des données	31
Partie 3 : Analyse des résultats et discussion.....	32
I) Analyse des résultats	32
1) Profil des participants	32
2) Habitudes alimentaires des participants.....	34
3) Perception et connaissances autour du lien entre l'alimentation, le microbiote intestinal et la pression artérielle	38
4) Rôle des professionnels de santé dans l'information nutritionnelle.....	43
5) Freins à l'adoption d'une alimentation bénéfique pour le microbiote	45
II) Discussion.....	47
III) Limites de l'enquête	51
IV) Recommandations.....	53
1) Recommandations à destination des professionnels de santé	53
2) Recommandations pour les patients hypertendus	54
3) Impacts attendus et perspectives.....	56
Conclusion.....	58
Bibliographie.....	60
Annexes	68

Liste des abréviations

AGCC : Acides Gras à Chaîne Courte

AINS : Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens

Aix : Indice d'Augmentation Aortique

DASH : Dietary Approaches to Stop Hypertension

HTA : Hypertension Artérielle

IMC : Indice de Masse Corporelle

IPP : Inhibiteurs de la Pompe à Protons

LPS : Lipopolysaccharides

MICI : Maladies Inflammatoires Chroniques de l'Intestin

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PA : Pression Artérielle

SRAA : Système Rénine-Angiotensine-Aldostérone

SII : Syndrome de l'Intestin Irritable

TMAO : Triméthylamine N-oxyde

TMF : Transplantation de Microbiote Fécal

TLR4 : Toll-Like Receptor 4

Glossaire

Les termes marqués d'un astérisque () dans le mémoire ci-après sont définis dans ce glossaire.*

Archées : Organismes procaryotes dépourvus de noyau, formant un groupe distinct des bactéries.

Catécholamines : Hormones sécrétées principalement par les glandes surrénales (comme l'adrénaline et la noradrénaline), impliquées dans la régulation du rythme cardiaque, de la pression artérielle et de la réponse au stress.

Commensaux : Micro-organismes qui vivent dans l'organisme humain sans lui nuire, et qui participent souvent à des fonctions bénéfiques, comme la digestion ou la protection contre les agents pathogènes.

Dysbiose : Déséquilibre du microbiote intestinal, caractérisé par une altération de sa composition, de sa diversité ou de ses fonctions.

Endogène : Qualifie une substance, un processus ou une origine qui provient de l'intérieur de l'organisme, par opposition à exogène (extérieur).

Métabolisme énergétique : Ensemble des réactions biochimiques qui permettent à l'organisme de produire, stocker et utiliser de l'énergie à partir des nutriments ingérés (glucides, lipides, protéines).

Motilité intestinale : Capacité du tube digestif à se contracter pour faire progresser le contenu intestinal.

Organe métabolique : Organe qui participe activement au métabolisme, c'est-à-dire aux transformations biochimiques de l'organisme.

Pathogène : Micro-organismes (bactéries, virus, champignons, parasites) capables de provoquer des maladies lorsqu'ils envahissent un hôte et échappent aux défenses immunitaires.

Phylums : Grandes divisions de classifications des organismes vivants.

Processus inflammatoires : Réactions biologiques de défense mises en œuvre par l'organisme en réponse à une agression (infection, lésion, toxine), impliquant notamment des cellules immunitaires et des médiateurs chimiques.

Liste des figures

Figure 1 : Classification de l'hypertension artérielle et implication clinique	9
Figure 2 : Le rôle du système rénine-angiotensine-aldostérone dans l'hypertension artérielle [7] ...	10
Figure 3 : Facteurs de risque de l'hypertension artérielle [6]	11
Figure 4 : Composition du microbiote intestinal [13]	13
Figure 5 : Rôles physiologiques du microbiote intestinal [14]	14
Figure 6 : Régime DASH [47]	23
Figure 7 : Mécanisme d'action des probiotiques sur le microbiote intestinal [51]	24
Figure 8 : Répartition des sexes des participants	32
Figure 9 : Répartition des participants selon la tranche d'âge	33
Figure 10 : Répartition des participants selon l'ancienneté du diagnostic de l'hypertension	33
Figure 11 : Répartition des participants selon la prise de traitement médicamenteux antihypertenseur et le contrôle de la pression artérielle	34
Figure 12 : Répartition des participants selon la fréquence de consommation d'aliments riches en fibres	34
Figure 13 : Répartition des participants selon la fréquence de consommation d'aliments fermentés	35
Figure 14 : Répartition des participants selon la consommation de probiotiques	35
Figure 15 : Répartition des participants consommateurs de probiotiques selon la durée moyenne des cures	35
Figure 16 : Répartition des participants ayant modifié ou non leurs habitudes alimentaires	36
Figure 17 : Répartition des participants selon les modifications alimentaires apportées.	36
Figure 18 : Répartition des participants selon l'effet du changement alimentaire sur la PA	37
Figure 19 : Répartition des participants selon leur perception de l'influence de l'alimentation sur la pression artérielle.	39
Figure 20 : Répartition des participants selon leur connaissance du rôle du microbiote sur la pression artérielle	39
Figure 21 : Degré d'accord des participants informés avec l'affirmation "Le microbiote intestinal a un impact important sur la régulation de la pression artérielle"	40
Figure 22 : Répartition des sources d'informations des participants connaissant le lien entre le microbiote intestinal et la régulation de la pression artérielle	41
Figure 23 : Répartition des professionnels assurant le suivi de l'hypertension des participants	43
Figure 24 : Répartition des participants selon leur information reçue	44
Figure 25 : Répartition des participants selon les obstacles rencontrés	45
Figure 26 : Répartition des participants selon leur motivation à modifier leur alimentation	46
Figure 27 : Répartition des participants selon leur intérêt pour des recommandations personnalisés	46

Liste des tableaux

Tableau 1 : Plan d'action	57
---------------------------------	----

Liste des annexes

Annexe 1 : Questionnaire	68
Annexe 2 : Résultats détaillés des tableaux croisés	73
Annexe 3 : Affiche pédagogique	75

Introduction

L'hypertension artérielle (HTA) est une pathologie chronique majeure, qui concerne environ 1,28 milliard de personnes dans le monde, dont un tiers des adultes en France [1]. Surnommé « le tueur silencieux », elle évolue souvent sans symptômes visibles, ce qui rend son diagnostic difficile et favorise son aggravation silencieuse. Cette pathologie augmente fortement le risque d'accidents vasculaires cérébraux, d'insuffisance cardiaque ou rénale, et constitue un enjeu majeur de santé publique [1].

Dans les recommandations actuelles, la première ligne de traitement repose sur des mesures hygiéno-diététiques. Il s'agit notamment de réduire le sel, pratiquer une activité physique, avoir une alimentation équilibrée, limiter l'alcool ou encore perdre du poids si nécessaire. Ce sont les premiers conseils donnés aux patients dès le diagnostic, avant même d'envisager une prise en charge médicamenteuse. Lorsque ces mesures ne suffisent pas, un traitement pharmacologique est alors proposé. Pourtant, malgré ces stratégies bien établies, beaucoup de patients restent mal contrôlés, et l'adhésion aux conseils hygiéno-diététiques reste très variable [1].

Depuis quelques années, un nouvel acteur potentiel dans la régulation de la pression artérielle suscite l'intérêt de la recherche : le microbiote intestinal. Cet ensemble de micro-organismes présents dans notre tube digestif joue un rôle clé dans l'équilibre métabolique, immunitaire et inflammatoire. Plusieurs études récentes ont suggéré qu'un déséquilibre du microbiote, ou dysbiose*, pourrait contribuer à l'élévation de la tension artérielle. A l'inverse, certaines bactéries bénéfiques semblent produire des composés aux effets hypotenseurs, comme les acides gras à chaîne courte (AGCC).

Ces données ouvrent la voie à de nouvelles approches, notamment par l'adaptation des régimes alimentaires ou la prise de probiotiques, dans le but de moduler favorablement le microbiote. Mais malgré l'intérêt croissant de la littérature scientifique sur le sujet, il existe peu de données sur ce que les patients hypertendus en pensent réellement. Ont-ils connaissance de ce lien ? Leurs professionnels de santé les informent-ils à ce sujet ? Ont-ils adapté leur alimentation ? Et si non, qu'est ce qui freine l'adoption de ces approches pourtant accessibles ?

Il s'agit donc de répondre à la question suivante : **Dans quelle mesure la modulation du microbiote intestinal, à travers l'adaptation des régimes alimentaires, peut-elle constituer une alternative ou un complément efficace à la gestion de l'hypertension ?**

Pour cela, ce mémoire s'appuie sur deux leviers complémentaires. Le premier repose sur une revue de littérature scientifique, qui permet de poser les bases théoriques, en expliquant le fonctionnement du microbiote intestinal, ses interactions possibles avec la pression artérielle, et les mécanismes biologiques aujourd'hui envisagés.

Le deuxième levier est une enquête de terrain, menée auprès de patients hypertendus, afin d'évaluer leurs connaissances sur le sujet, leurs habitudes alimentaires, leur perception du lien entre alimentation, microbiote et tension artérielle, ainsi que les éventuels obstacles qu'ils rencontrent dans l'adoption de ces pratiques.

A partir de ces deux axes, théoriques et empirique, ce travail propose également des recommandations concrètes, à la fois pour les patients et pour les professionnels de santé.

Partie 1 : Revue de la littérature

I) L'hypertension artérielle : “le tueur silencieux”

L'hypertension artérielle (HTA) est l'une des maladies chroniques les plus répandues dans le monde, on estime qu'elle touche environ 1,28 milliard d'adultes âgés de 30 à 79 ans, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) [1]. Elle constitue un facteur de risque majeur de maladies cardiovasculaires, touchant environ 30 à 45% des adultes dans les pays développés [2], en France, près d'1 adulte sur 3 est concerné [3]. L'HTA est l'une des premières causes de décès prématuré dans le monde [1]. Malgré son impact considérable sur la santé publique, elle reste souvent asymptomatique pendant de nombreuses années, ce qui complique son diagnostic et favorise son évolution silencieuse. Cette pathologie, qui résulte d'un déséquilibre des mécanismes de régulation de la pression artérielle, est influencée par divers facteurs, qu'ils soient environnementaux, génétiques ou liés au mode de vie [1].

1) Définition et classification

L'hypertension artérielle est définie par une élévation chronique des chiffres tensionnels au-delà des valeurs normales admises. Selon l'OMS et les recommandations européennes, une pression artérielle est considérée comme hypertensive lorsque la pression systolique est égale ou supérieure à 140 mmHg et/ou la pression diastolique est égale ou supérieure à 90 mmHg, mesurée en consultation médicale et confirmée par des mesures répétées [1]. La répétition des mesures est réalisée au cabinet médical, en ambulatoire ou à domicile, afin d'éviter le biais de l'effet “blouse blanche”, où la pression artérielle peut être artificiellement augmentée en contexte médical [4].

L'HTA est classée en plusieurs grades en fonction du degré d'élévation de la pression artérielle [5]:

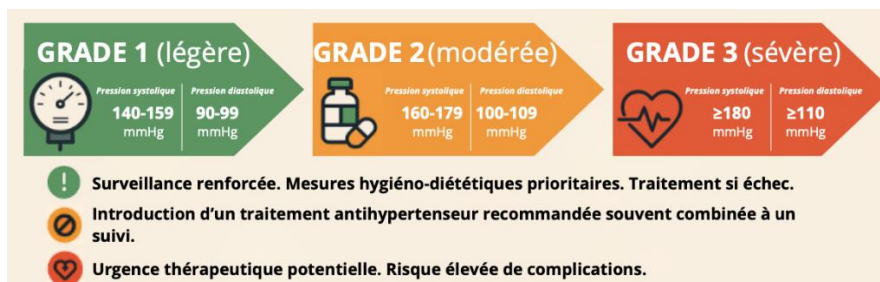


Figure 1 : Classification de l'hypertension artérielle et implication clinique

2) Physiopathologie de l'hypertension : un équilibre rompu

La régulation de la pression artérielle repose sur un équilibre entre différents systèmes physiologiques qui interagissent pour maintenir une pression adéquate [6]. L'hypertension artérielle résulte d'un dérèglement de ces mécanismes, impliquant notamment les mécanismes suivants.

A) Le système nerveux autonome et l'hyperactivité sympathique

Le système nerveux autonome, en particulier l'activation excessive du système nerveux sympathique, joue un rôle clé dans le développement de l'HTA. Cette hyperactivité entraîne une vasoconstriction accrue, une augmentation de la fréquence cardiaque et une libération excessive de catécholamines*, ce qui contribue à l'élévation persistante de la pression artérielle [6].

B) Le système rénine-angiotensine-aldostérone (SRAA)

Le SRAA est un acteur majeur de la régulation de la pression artérielle. En réponse à une baisse de la perfusion rénale, les reins libèrent la rénine, qui déclenche une cascade enzymatique conduisant à la production d'angiotensine II. Cette molécule exerce un puissant effet vasoconstricteur et stimule la libération d'aldostérone, une hormone qui favorise la rétention de sodium et d'eau, augmentant ainsi le volume sanguin et la pression artérielle. Une activation excessive du SRAA est fréquemment retrouvée chez les patients hypertendus et constitue une cible thérapeutique privilégiée [6].

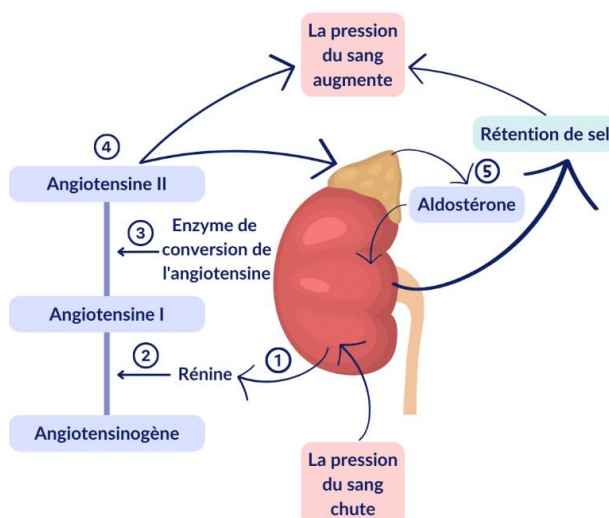


Figure 2 : Le rôle du système rénine-angiotensine-aldostérone dans l'hypertension artérielle [7]

C) Le rôle de l'endothélium et du stress oxydatif

L'endothélium vasculaire joue un rôle fondamental dans le maintien de l'homéostasie vasculaire en produisant des molécules vasodilatrices, telles que le monoxyde d'azote (NO). Un dysfonctionnement endothélial, caractérisé par une production réduite de NO et une augmentation du stress oxydatif, favorise la vasoconstriction, l'inflammation et le remodelage vasculaire, ce qui contribue à l'élévation de la pression artérielle [6] [8].

Ces systèmes physiologiques, responsables du maintien d'une pression artérielle adéquate, peuvent être perturbés par certains facteurs de risque de l'HTA.

3) Facteurs de risque et causes de l'hypertension

L'hypertension peut être primitive, sans cause médicale précise, ou secondaire, lorsqu'elle résulte d'une pathologie sous-jacente [6]. Les principaux facteurs de risque sont résumés dans le schéma ci-dessous.

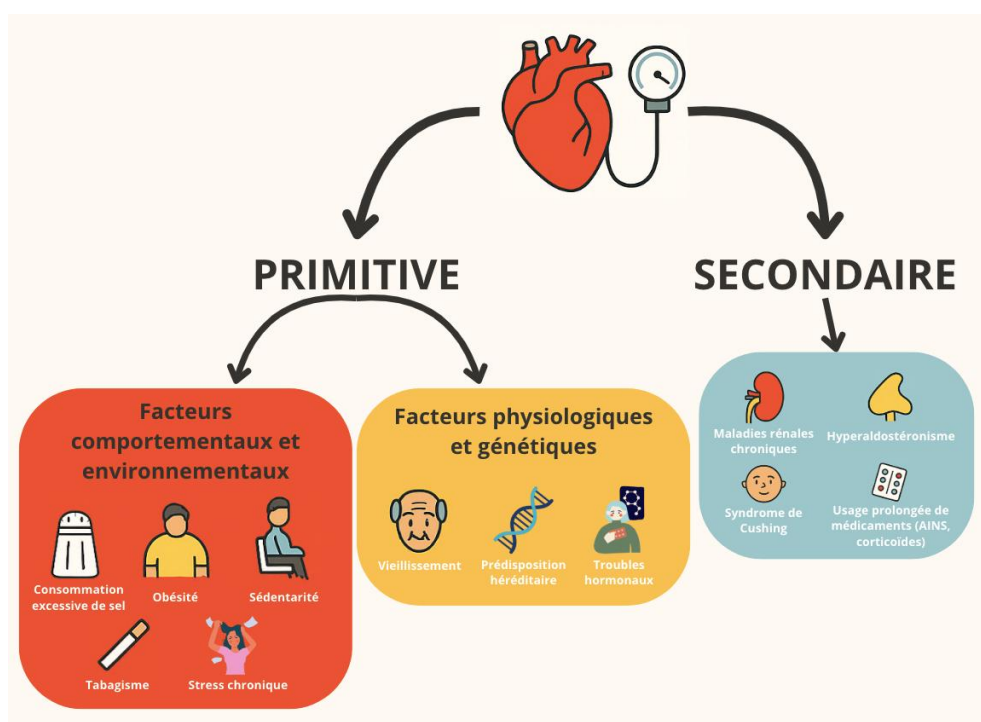


Figure 3 : Facteurs de risque de l'hypertension artérielle [6]

Ces facteurs de risque perturbent les mécanismes physiologiques de la régulation de la pression artérielle, en entraînant une augmentation de la résistance vasculaire périphérique, une élévation du volume sanguin circulant, ou une stimulation excessive de l'activité cardiaque. Ces altérations contribuent à l'apparition, à l'installation, et à l'aggravation de l'HTA.

Ainsi, la prise en charge des facteurs de risque est essentielle pour préserver l'intégrité de ces systèmes, prévenir les complications cardiovasculaires et optimiser le contrôle tensionnel.

4) Prise en charge et stratégies thérapeutiques

La prise en charge de l'hypertension artérielle repose sur une approche combinée, incluant des mesures hygiéno-diététiques visant à modifier le mode de vie, des traitements médicamenteux adaptés au profil du patient, et l'exploration de nouvelles approches thérapeutiques, telles que la modulation du microbiote intestinal dans les cas d'hypertension résistante.

II) Le microbiote intestinal et ses fonctions clés

1) Définition et composition du microbiote intestinal

Le microbiote intestinal, autrefois désigné sous le terme de "flore intestinale", correspond à l'ensemble des micro-organismes résidant dans le tube digestif humain. Cet écosystème complexe est principalement constitué de bactéries, mais inclut également des archées*, des champignons et des virus. On estime que le microbiote intestinal humain comprend environ 10^{13} micro-organismes, soit un nombre comparable à celui des cellules qui constituent notre corps [9]. Cette communauté microbienne est souvent considérée comme un organe métabolique* à part entière en raison de ses interactions étroites avec l'hôte [10].

Les bactéries représentent la majorité des micro-organismes du microbiote intestinal et se répartissent principalement en quatre grands phylums* : *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* et *Proteobacteria* (Figure 4).

Les *Firmicutes* regroupent de nombreux genres, dont *Eubacterium*, *Clostridium*, *Ruminococcus*, *Butyrivibrio* et *Faecalibacterium* (Figure 4). Ces bactéries jouent un rôle clé dans la fermentation des fibres alimentaires et la production d'acides gras à chaîne courte (AGCC), notamment le butyrate, essentiel pour la santé de la muqueuse intestinale et possédant des propriétés anti-inflammatoires .

Les *Bacteroidetes*, avec les genres *Bacteroides* et *Prevotella* (Figure 4), sont spécialisés dans la dégradation des polysaccharides complexes, libérant de l'énergie à partir des substrats alimentaires indigestes pour l'hôte [11].

Les *Actinobacteria* incluent principalement les *Bifidobacteria* (Figure 4), connus pour leurs effets bénéfiques sur la digestion, la modulation du système immunitaire et la prévention des infections gastro-intestinales [11].

Les *Proteobacteria*, bien que présents en plus faible proportion dans un microbiote équilibré, peuvent devenir prédominants en cas de dysbiose. Leur surreprésentation est souvent considérée comme un indicateur de déséquilibre microbien et d'un risque accru d'inflammation [11].

Outre ces bactéries, le microbiote intestinal comprend également des archées* qui jouent un rôle dans la fermentation en consommant l'hydrogène produit par les bactéries fermentatives. Des champignons, tels que *Candida*, participent à l'équilibre de l'écosystème intestinal, bien que leur contribution soit moins élucidée [12]. De plus, des virus, en particulier des bactériophages, régulent la population bactérienne en modulant leur activité et leur composition, contribuant ainsi à la stabilité du microbiote [9].

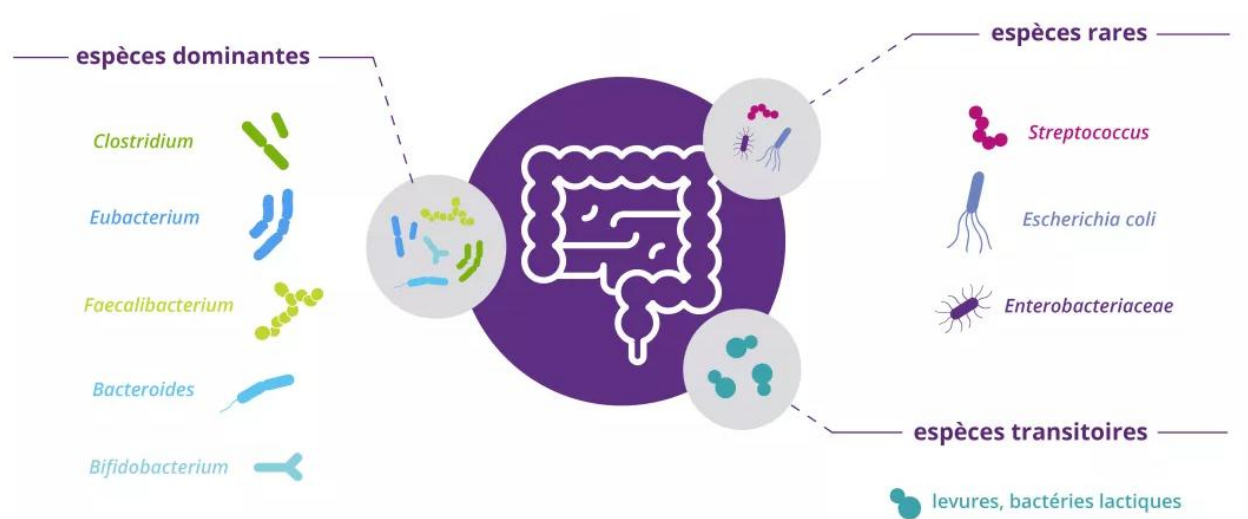


Figure 4 : Composition du microbiote intestinal [13]

2) Rôles physiologiques du microbiote intestinal

Si le microbiote intestinal est aujourd'hui reconnu pour son rôle dans la digestion, son influence s'étend bien au-delà du simple métabolisme des nutriments. Comme illustré dans le schéma ci-après, il intervient dans de nombreuses fonctions physiologiques clés, notamment la régulation du système immunitaire et la communication avec le cerveau. Son équilibre est ainsi indispensable au maintien d'une bonne santé, et son altération peut avoir des répercussions majeures sur différentes fonctions physiologiques.

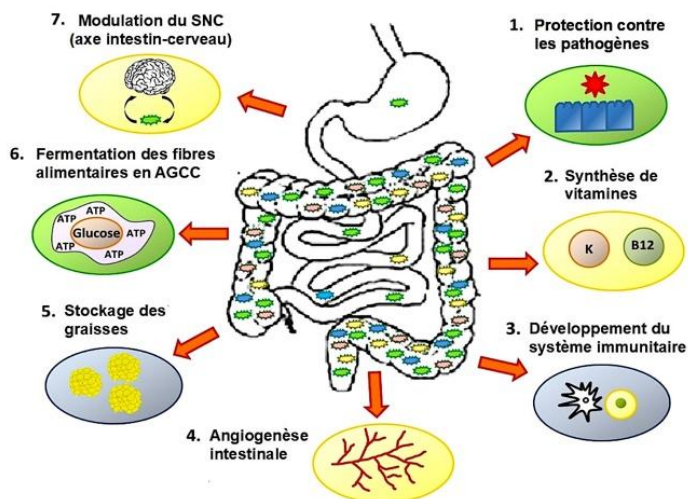


Figure 5 : Rôles physiologiques du microbiote intestinal [14]

A) Digestion et métabolisme des nutriments

Le microbiote intestinal est un acteur central de la digestion, notamment pour les composés que l'organisme est incapable de dégrader seul.

Premièrement, les fibres alimentaires, qui échappent à la digestion par les enzymes humaines, sont utilisées par le microbiote intestinal pour produire des métabolites bénéfiques. Parmi eux, les acides gras à chaîne courte (AGCC) tels que l'acétate, le propionate et le butyrate. Ces molécules assurent non seulement un apport énergétique aux cellules intestinales, mais participent aussi à la régulation du métabolisme énergétique* et à la modulation des processus inflammatoires* [15].

Deuxièmement, le microbiote intervient dans la synthèse de vitamines essentielles. Certaines bactéries intestinales produisent notamment des vitamines du groupe B, impliquées dans de nombreuses réactions enzymatiques, ainsi que la vitamine K, indispensable à la coagulation sanguine. Cette production endogène* complète l'apport alimentaire et contribue à l'équilibre physiologique de l'hôte [9].

Enfin, il joue un rôle dans le métabolisme des acides biliaires. Produits par le foie à partir du cholestérol, ces acides sont transformés par certaines bactéries intestinales, telles que *Clostridium* et *Bacteroides*, modifiant ainsi leur absorption et leur impact sur le métabolisme lipidique. Cette interaction influence directement la régulation des taux de cholestérol et pourrait avoir des implications sur la santé cardiovasculaire [16].

B) Modulation du système immunitaire

Le microbiote intestinal interagit étroitement avec le système immunitaire et joue un rôle déterminant dans la régulation des réponses inflammatoires et la protection contre les pathogènes*.

D'une part, il participe à l'éducation immunitaire dès les premières années de vie. Il aide l'organisme à différencier les micro-organismes commensaux*, bénéfiques, des agents pathogènes, potentiellement dangereux. Cette interaction favorise la maturation des cellules immunitaires et la production de molécules de signalisation, telles que les cytokines, qui modulent l'inflammation et les défenses immunitaires [17].

D'autre part, le microbiote agit comme une barrière protectrice, limitant la prolifération des bactéries pathogènes grâce à un phénomène de compétition pour les nutriments et les sites d'adhésion sur la muqueuse intestinale [17].

Lorsque cet équilibre est perturbé, une dysbiose peut s'installer, conduisant à une inflammation chronique et augmentant le risque de maladies inflammatoires de l'intestin, d'allergies ou encore de pathologies auto-immunes. Ainsi, un microbiote sain est essentiel pour maintenir une immunité équilibrée et prévenir les dérèglements inflammatoires [18].

C) Axe intestin-cerveau

Le microbiote intestinal ne se limite pas à des interactions locales : il est en communication permanente avec le système nerveux central, via ce que l'on appelle l'axe intestin-cerveau. Cet axe est bidirectionnel, impliquant des échanges constants d'informations entre l'intestin et le cerveau.

Cette connexion repose sur plusieurs voies de signalisation interdépendantes.

La voie neurale : le nerf vague est un des principaux relais de cette communication, il transmet des signaux entre l'intestin et le cerveau et influence des fonctions telles que la motilité intestinale* et les comportements alimentaires [19].

La voie endocrine : le microbiote module la production de neurotransmetteurs, comme la sérotonine, dont 90% est synthétisée dans l'intestin. Cette molécule est directement impliquée dans la régulation de l'humeur et des fonctions cognitives [20].

La voie immunitaire : Le microbiote module la production de cytokines et autres médiateurs inflammatoires et influence ainsi l'inflammation systémique, avec des répercussions potentielles sur la santé cérébrale [20].

3) Facteurs influençant l'équilibre du microbiote intestinal

Comme évoqué précédemment, le microbiote intestinal est un élément clé du bon fonctionnement de l'organisme. Toutefois, son équilibre peut être altéré par plusieurs facteurs, avec des répercussions sur la santé digestive, immunitaire et métabolique. Parmi ces éléments, l'alimentation, l'utilisation de médicaments comme les antibiotiques, ainsi que certaines pathologies, occupent une place centrale dans la modification de sa composition et de son activité.

A) Alimentation et mode de vie

L'alimentation joue un rôle primordial dans l'équilibre du microbiote intestinal. Les bactéries présentes dans l'intestin utilisent les nutriments apportés par l'alimentation pour se développer, influençant ainsi leur diversité et leur activité. Ainsi, un régime riche en fibres, provenant des fruits, légumes et céréales complètes, favorise la prolifération des bactéries bénéfiques, telles que *Faecalibacterium*, *Eubacterium* et *Bifidobacteria*, et stimule la production d'acides gras à chaîne courte, qui participent à la protection de la muqueuse intestinale. En revanche, une alimentation trop riche en sucres et en graisses saturées peut perturber cet équilibre et favoriser l'inflammation, se traduisant par exemple par des troubles digestifs, une fatigue persistante ou une sensibilité élevée aux infections [21].

Le mode de vie influence également la composition du microbiote. Le stress chronique et le manque d'activités physiques sont associés à une altération de la diversité bactérienne et à une augmentation de la perméabilité intestinale [22]. Un sommeil de qualité et une activité physique régulière sont donc des facteurs favorisant un microbiote plus stable et diversifié [22].

B) Médicaments et antibiotiques

L'usage des médicaments, et plus particulièrement des antibiotiques, a un effet direct sur la composition du microbiote intestinal. Ces traitements, bien que nécessaires pour éliminer des infections, ne font pas la distinction entre bactéries pathogènes et bactéries bénéfiques, ce qui peut entraîner une diminution importante de la diversité bactérienne [23].

Les antibiotiques peuvent provoquer des dysbioses, où certaines souches pathogènes prennent le dessus sur les bactéries habituellement présentes dans l'intestin. Ce phénomène est observé notamment avec *Clostridioides difficile*, une bactérie qui prolifère après une prise prolongée d'antibiotiques et peut causer des infections intestinales sévères [23].

D'autres classes de médicaments, comme les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) et les inhibiteurs de la pompe à protons (IPP), ont également des effets sur le microbiote. Les AINS, souvent utilisés pour soulager la douleur, peuvent altérer la muqueuse intestinale et augmenter le risque d'ulcères et d'inflammation, tandis que les IPP modifient l'acidité de l'estomac, favorisant certaines bactéries comme *Clostridioides difficile* ou *Escherichia coli* au détriment de bactéries bénéfiques telles que *Bifidobacterium* et *Lactobacillus* [24].

C) Pathologies

Certaines pathologies digestives sont à la fois une cause et une conséquence des déséquilibres du microbiote intestinal. Les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (MICI), comme la maladie de Crohn et la rectocolite hémorragique, sont associées à une réduction de la diversité bactérienne et à une surreprésentation de bactéries pro-inflammatoires. Ce déséquilibre peut aggraver l'inflammation et exacerber les symptômes de ces maladies [25].

Par ailleurs, de nombreuses recherches ont montré que le microbiote intestinal est impliqué dans d'autres pathologies. Des altérations de sa composition ont été associées à des maladies métaboliques, comme l'obésité et le diabète de type 2 [26] [27], à des troubles neuropsychiatriques comme l'anxiété et la dépression [28], ainsi qu'à des maladies auto-immunes et allergique telles que la sclérose en plaques, la polyarthrite rhumatoïde [29], l'asthme ou la dermatite atopique.

Enfin, des altérations du microbiote intestinal ont été associées à des pathologies cardiovasculaires, notamment l'hypertension artérielle. Cette interaction fait aujourd'hui l'objet d'une attention croissante avec des hypothèses reliant le microbiote aux mécanismes vasculaires, inflammatoires et métaboliques impliqués dans la régulation de la pression artérielle.

III) Lien entre microbiote et régulation de la pression artérielle

1) Mécanismes d'interaction entre le microbiote et la pression artérielle

Si l'influence du microbiote intestinal sur la digestion et le métabolisme est aujourd'hui largement démontrée, son rôle dans la régulation de la pression artérielle suscite un intérêt croissant dans la littérature scientifique. En effet, au-delà de son impact local au niveau de la barrière intestinale, le microbiote agit à distance sur plusieurs mécanismes systémiques impliqués dans la régulation de la pression artérielle.

A) Production de métabolites bioactifs

Parmi les métabolites produits par le microbiote, les AGCC exercent des effets systémiques en atteignant la circulation sanguine [30] [31]. En effet, les AGCC interagissent avec des récepteurs spécifiques présents sur les cellules des vaisseaux sanguins et des reins, appelés récepteurs couplés aux protéines G. Leur activation contribue à dilater les vaisseaux sanguins, réduire l'inflammation et réguler l'équilibre du sodium dans les reins, autant de processus qui influencent directement la pression artérielle [31].

B) Inflammation et stress oxydatif

Le microbiote intestinal joue également un rôle dans le contrôle de l'inflammation. En situation normale, il aide à maintenir une barrière intestinale efficace, empêchant le passage de molécules inflammatoires dans le sang. Cependant, en cas de dysbiose, cette barrière devient plus perméable et laisse passer certaines molécules bactériennes, notamment les lipopolysaccharides (LPS), des composants des membranes bactériennes [32].

Ces LPS activent des récepteurs immunitaires spécifiques appelés Toll-like receptors (TLR4) qui déclenchent une inflammation chronique. Cette inflammation affecte directement les vaisseaux sanguins, favorise leur rigidification et limite leur capacité à se dilater correctement, entraînant une augmentation de la pression artérielle [32].

Par ailleurs, le stress oxydatif lié à l'inflammation chronique réduit la production d'oxyde nitrique par les cellules endothéliales qui tapissent les vaisseaux sanguins, limitant la vasodilatation et contribuant ainsi à l'hypertension [32].

C) Le système rénine-angiotensine

Comme abordé précédemment, le système rénine-angiotensine (SRAA) joue un rôle central dans la régulation de la pression artérielle.

Des travaux récents suggèrent que le microbiote intestinal pourrait moduler l'activité du SRAA, notamment en situation de dysbiose. Une inflammation chronique d'origine intestinale peut entraîner une libération de cytokines pro-inflammatoires, qui stimulent la sécrétion de rénine rénale, favorisant ainsi une suractivation du SRAA [33].

Cette dérégulation favorise un état propice à l'hypertension, caractérisé par une contraction vasculaire, une rétention hydrosodée et, à long terme, des altérations tissulaires telles que la fibrose rénale.

A l'inverse, certains métabolites microbiens, notamment le butyrate, pourraient avoir un effet protecteur en réduisant l'expression des gènes associés à l'activation du SRAA et en limitant l'inflammation systémique [34]. Ces observations renforcent l'hypothèse selon laquelle le microbiote pourrait représenter une cible thérapeutique innovante dans la prévention et la prise en charge de l'hypertension.

2) Dysbiose et hypertension : preuves cliniques et expérimentales

Des données issues d'études expérimentales et cliniques suggèrent que la composition du microbiote des patients hypertendus est différente de celle des personnes normotendues. De plus, des modifications ciblées du microbiote, via l'alimentation ou des interventions thérapeutiques, semblent influencer la pression artérielle.

A) Données chez l'animal

Des expériences de transplantation fécale ont démontré un lien direct entre la composition du microbiote et l'hypertension. Une étude a révélé que la transplantation de microbiote provenant de rats hypertendus vers des rats normotendus entraînait une augmentation significative de la pression artérielle chez ces derniers. A l'inverse, la transplantation de microbiote provenant de rats normotendus à des rats hypertendus a conduit à une réduction partielle de la pression artérielle, indiquant que certaines bactéries intestinales pourraient avoir un effet protecteur contre l'hypertension [35].

D'autres expériences ont utilisé des modèles animaux exempts de germes (germ-free), c'est-à-dire dépourvus de microbiote intestinal. Ces modèles ont permis de montrer que les animaux germ-free présentaient une pression artérielle plus basse que les animaux conventionnels. Lorsqu'un microbiote provenant de rats hypertendus était introduit chez ces

animaux germ-free, leur pression artérielle augmentait progressivement, confirmant l'influence du microbiote intestinal sur les paramètres cardiovasculaires [35].

B) Données cliniques

Les analyses du microbiote fécal de patients hypertendus ont mis en évidence une perte de diversité bactérienne, un marqueur souvent associé à des troubles métaboliques et inflammatoires [36].

Une diminution des bactéries bénéfiques impliquées dans le métabolisme des acides gras à chaîne courte (AGCC) et la modulation de l'inflammation est rapportée. Parmi celles-ci, *Lactobacillus* et *Bifidobacterium* sont particulièrement affectées, ce qui pourrait contribuer à une réduction de la production d'AGCC et à une altération de la barrière intestinale [36] [37]. Parallèlement, les patients hypertendus présentent une augmentation de bactéries pro-inflammatoires, notamment celles appartenant aux genres *Prevotella* et *Proteobacteria*. Ces bactéries sont fréquemment associées à une perméabilité intestinale accrue, facilitant la translocation de molécules pro-inflammatoires dans la circulation systémique et exacerbant ainsi l'inflammation chronique, un facteur bien connu de l'hypertension [36] [37].

Ainsi, cette altération du microbiote intestinal chez les patients hypertendus suggère que la dysbiose pourrait influencer l'équilibre vasculaire en modulant les réponses inflammatoires et métaboliques.

Afin de mieux comprendre cette association, plusieurs études ont analysé le lien entre certaines espèces bactériennes et la pression artérielle.

Premièrement, une étude clinique a démontré que des niveaux élevés de bactéries pro-inflammatoires étaient corrélés avec une pression artérielle systolique plus élevée, même après ajustements de facteurs de risque tels que l'âge, l'IMC ou le régime alimentaire. Bien que la corrélation observée ne permette pas d'établir un lien de causalité, elle alimente l'hypothèse d'un rôle potentiel du microbiote dans la régulation cardiovasculaire [37].

Deuxièmement, une méta-analyse récente a révélé que des altérations du microbiote intestinal, notamment une diminution de la diversité microbienne, sont associées à l'hypertension. Ces signatures microbiennes spécifiques pourraient potentiellement servir de biomarqueurs précoces pour les troubles cardiovasculaires [38].

Ces résultats soulignent l'importance croissante du microbiote intestinal dans la recherche sur l'hypertension. Bien que des études supplémentaires soient nécessaires, ces données

suggèrent que le microbiote intestinal pourrait, à terme, constituer un outil de suivi et de dépistage des patients à risque d'hypertension.

3) Facteurs influençant le lien entre microbiote et hypertension

Si une association entre le microbiote intestinal et la régulation de la pression artérielle est aujourd'hui reconnue, plusieurs facteurs peuvent moduler cette interaction. Parmi eux, l'alimentation, qui façonne directement la composition du microbiote, joue un rôle déterminant. En parallèle, l'apport en probiotiques est étudié pour ses effets bénéfiques potentiels sur la santé vasculaire. Enfin, des recherches récentes suggèrent que le microbiote pourrait également moduler la réponse aux traitements antihypertenseurs, ouvrant la voie à une approche plus personnalisée de la prise en charge de la maladie.

A) Modulation du microbiote par l'alimentation

L'impact de l'alimentation sur la composition et la diversité du microbiote intestinal est un domaine de recherche en pleine expansion, avec des implications directes sur la santé cardiovasculaire et la régulation de la pression artérielle. L'alimentation constitue l'un des principaux déterminants du microbiote intestinal. Une alimentation équilibrée peut favoriser un microbiote diversifié et fonctionnel, tandis qu'un régime déséquilibré, riche en graisses saturées et en sel, est associé à une dysbiose susceptible de contribuer au développement de l'hypertension [39]. L'alimentation influence non seulement la diversité microbienne mais aussi la production de métabolites bioactifs capables d'exercer des effets hypotenseurs via des mécanismes impliquant le métabolisme des acides biliaires, la fermentation des fibres et la modulation des réponses inflammatoires systémiques. Ainsi, en modulant la composition du microbiote intestinal, l'alimentation pourrait contribuer à la régulation de la pression artérielle. Cette perspective renforce l'intérêt porté aux approches nutritionnelles, déjà recommandées dans le cadre des règles hygiéno-diététiques qui constituent la base du traitement initial de l'hypertension. Dans cette optique, certains régimes alimentaires et composants nutritionnels sont actuellement étudiés pour leur capacité à moduler le microbiote en faveur d'une meilleure santé cardiovasculaire.

Certains nutriments contribuent à la production d'AGCC et à la réduction de bactéries pro-inflammatoires, modulant ainsi le microbiote intestinal et les facteurs de risques liés à l'hypertension.

Parmi les aliments identifiés comme bénéfiques pour la santé intestinale et cardiovasculaire, on retrouve les suivants :

- Les fibres alimentaires, présentes en abondance dans les céréales complètes, les légumineuses, les fruits et légumes. Une consommation élevée de fibres alimentaires, soit 25 à 30 grammes de fibres par jour, a été associée à une diminution du risque d'hypertension [40].
- Les polyphénols, antioxydants naturels présents dans les baies, le thé vert, le cacao et certains légumes, ont démontré un effet protecteur sur la fonction endothéliale et une capacité à moduler la composition du microbiote intestinal en favorisant la production de bactéries bénéfiques comme *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*. Une méta-analyse récente a mis en évidence que la consommation quotidienne de polyphénols était corrélée à une réduction significative de la pression artérielle diastolique et systolique [41].
- Les acides gras insaturés, les oméga-3, principalement issus des poissons gras (saumon, sardines, maquereau), ont un effet bénéfique sur la santé cardiovasculaire en réduisant l'inflammation et en modulant l'activité du microbiote intestinal. Des études ont montré que les régimes riches en oméga-3 favorisent la croissance de bactéries anti-inflammatoires et réduisent la perméabilité intestinale, contribuant ainsi à la prévention de l'hypertension [42].
- Les aliments fermentés, tels que les yaourts, le kéfir, la choucroute sont des sources de probiotiques naturels qui influencent positivement la diversité microbienne et ont été associés à une réduction modérée de la pression artérielle dans plusieurs essais cliniques, avec une réduction moyenne de 3,56 mmHg de la pression systolique et de 2,38 mmHg de la pression diastolique [43].

Deux régimes alimentaires sont particulièrement étudiés pour leur capacité à moduler le microbiote et améliorer le profil cardiovasculaire : le régime méditerranéen et le régime DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension).

Le régime méditerranéen, caractérisé par une consommation quotidienne de fruits et légumes (au moins 5 portions par jour), de légumineuses, de céréales complètes, de poissons (au moins deux fois par semaine) et d'huile d'olive, est associé à une composition favorable du microbiote intestinal, ce qui peut améliorer la santé cardiométabolique [44]. Cette alimentation pourrait également réduire les niveaux de triméthylamine N-oxyde (TMAO), un métabolite lié aux maladies cardiovasculaires. De plus, des études ont montré

que l'adoption du régime méditerranéen est associée à une diminution significative de la pression artérielle par rapport à un régime occidental classique [45].

Le régime DASH, conçu spécifiquement pour la gestion de l'hypertension, met l'accent sur une alimentation pauvre en sel et riche en potassium, calcium et magnésium, favorisant ainsi un microbiote plus résilient et une amélioration de la fonction endothéliale. Plusieurs études randomisées contrôlées ont montré qu'une adhésion stricte à ce régime était associée à une réduction de 8 à 14 mmHg de la pression artérielle systolique après 12 semaines d'intervention [46].

Figure 6 : Régime DASH [47]



En revanche, les régimes riches en sel et en graisses saturées ont un effet délétère sur le microbiote intestinal. Des études ont démontré qu'une consommation excessive de sel peut perturber le microbiote intestinal en réduisant notamment la présence de lactobacilles tels que *Lactobacillus murinus*. Cette altération est associée à une augmentation de la pression artérielle et à une élévation des cellules immunitaires Th17, impliquées dans l'hypertension [48].

L'influence du microbiote intestinal sur l'hypertension offre une opportunité thérapeutique nouvelle et complémentaire aux traitements conventionnels. Les régimes alimentaires favorisant la diversité bactérienne et la production de métabolites protecteurs pourraient être intégrés aux stratégies de prévention et de prise en charge de l'hypertension. Bien que de nombreuses études aient confirmé l'impact positif de ces régimes sur la pression artérielle, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour établir des recommandations nutritionnelles précises et adaptées à chaque patient. L'identification de profils microbiens spécifiques pourrait permettre, à terme, de personnaliser les interventions alimentaires pour une prise en charge optimisée de l'hypertension [49].

B) L'impact des probiotiques sur la pression artérielle

Les probiotiques sont définis comme des micro-organismes vivants qui, lorsqu'ils sont administrés en quantité adéquate, confèrent un bénéfice pour la santé de l'hôte. Plusieurs études suggèrent qu'une supplémentation en probiotiques pourrait influencer favorablement la pression artérielle par le biais de divers mécanismes impliquant l'inflammation, le métabolisme des AGCC et la modulation du système rénine-angiotensine.

L'effet des probiotiques sur la pression artérielle semble s'expliquer par plusieurs mécanismes [50] :

- Production d'AGCC : Certains probiotiques stimulent la production d'AGCC, notamment le butyrate.
- Modulation de l'inflammation : Les probiotiques favorisent un équilibre microbien limitant la translocation de composés pro-inflammatoires, réduisant ainsi l'activation du système immunitaire et ses effets sur la pression artérielle.
- Production de peptides inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine : Certaines souches, comme *Lactobacillus helveticus*, produisent des peptides capables d'inhiber l'action de l'angiotensine II.

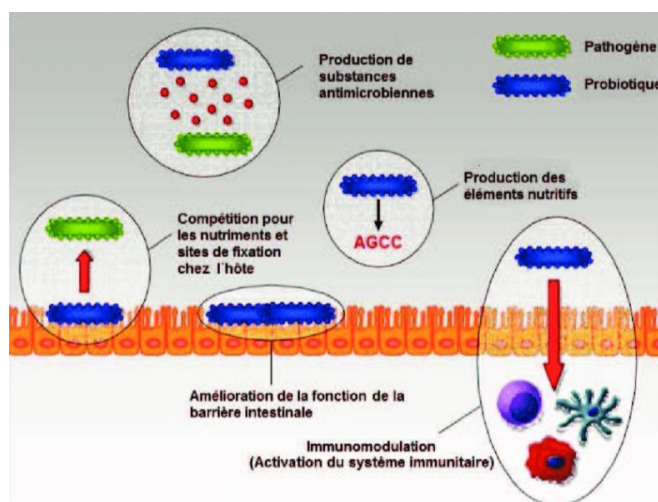


Figure 7 : Mécanisme d'action des probiotiques sur le microbiote intestinal [51]

Une méta-analyse de 2014 portant sur neuf études cliniques randomisées a rapporté une réduction moyenne de 3,56 mmHg de la pression artérielle systolique et 2,38 mmHg de la pression diastolique après une supplémentation en probiotiques pendant au moins huit semaines. Ces effets étaient plus marqués chez les patients hypertendus comparés aux sujets normotendus [52].

Dans une étude clinique de 2014, une supplémentation en *Lactobacillus helveticus* pendant 7 semaines a permis une réduction significative de la pression systolique (12 mmHg) et

diastolique (10 mmHg) chez des rats spontanément hypertendus. Ces résultats ont été attribués à la production de peptides bioactifs inhibant l'enzyme de conversion de l'angiotensine, un mécanisme similaire à celui des antihypertenseurs [52].

Une autre étude a évalué les effets d'un lait fermenté par *Lactobacillus helveticus* contenant des peptides bioactifs sur des sujets hypertendus et a observé une réduction de la rigidité artérielle, exprimée par l'indice d'augmentation aortique (Alx), suggérant un impact positif au-delà de la simple réduction de la pression artérielle. Ces résultats indiquent que les probiotiques pourraient jouer un rôle dans la prévention des complications vasculaires associées à l'hypertension [52].

Cependant, bien que ces résultats soient encourageants, les réponses aux probiotiques semblent dépendre de plusieurs facteurs, notamment la souche bactérienne utilisée, la durée de la supplémentation et les caractéristiques individuelles du patient, telles que son régime alimentaire et son profil microbien initial. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer les souches les plus efficaces et définir des protocoles optimaux d'administration.

C) Rôle du microbiote dans la réponse aux traitement antihypertenseurs

Un domaine émergent de la recherche explore comment le microbiote intestinal pourrait influencer la réponse aux traitements antihypertenseurs, notamment aux inhibiteurs du système rénine-angiotensine. Des études récentes ont suggéré que certaines bactéries intestinales pourraient métaboliser ou modifier l'absorption de certains antihypertenseurs, influençant ainsi leur efficacité et leur biodisponibilité. Par exemple, les bactéries du microbiote intestinal participent au métabolisme des inhibiteurs de l'enzyme de conversion, un des traitements les plus couramment utilisés pour l'hypertension. Une étude a montré que la composition du microbiote intestinal pouvait influencer la réponse individuelle à ces médicaments, certains patients présentant une dégradation accrue du principe actif au niveau intestinal, limitant ainsi son efficacité [53].

Par ailleurs, la prise prolongée de certains traitements antihypertenseurs pourrait elle-même modifier la composition du microbiote, créant ainsi un cercle complexe entre traitement et microbiote. Une étude a ainsi observé que certains bêta-bloquants et diurétiques étaient associés à une diminution de la diversité bactérienne, ce qui pourrait potentiellement influencer leur efficacité à long terme [54].

Ces données renforcent l'idée que le microbiote intestinal pourrait constituer une cible thérapeutique à part entière.

4) Thérapies innovantes basées sur le microbiote intestinal

Si la modulation du microbiote par l'alimentation et l'utilisation de probiotiques offrent des approches prometteuses pour la gestion de l'hypertension, des stratégies thérapeutiques plus ciblées sont en cours de développement. Parmi celles-ci, la transplantation de microbiote fécal (TMF) et le développement de médicaments agissant directement sur l'écosystème microbien représentent des pistes innovantes.

A) Transplantation de microbiote fécal

La transplantation de microbiote fécal (TMF) consiste à transférer le microbiote intestinal d'un donneur sain à un receveur présentant une dysbiose, dans le but de restaurer un écosystème microbien équilibré. Initialement développée pour le traitement des infections récurrentes à *Clostridioides difficile*, cette approche suscite aujourd'hui un intérêt croissant dans le domaine des maladies métaboliques et cardiovasculaires [55].

Chez l'homme, les données restent limitées, mais des essais préliminaires ont montré des résultats encourageants. Une étude menée sur des patients souffrant de syndrome métabolique a révélé qu'une TMF provenant de donneurs maigres (IMC < 25) entraînait une amélioration de la sensibilité à l'insuline et des marqueurs inflammatoires, suggérant un potentiel bénéfice cardiovasculaire indirect [56].

Malgré ces perspectives prometteuses, plusieurs défis doivent être relevés avant d'envisager une application clinique plus large [55] :

- Standardisation des protocoles : La variabilité individuelle du microbiote rend complexe l'identification de profils microbiens idéaux pour la transplantation.
- Sécurité et effets secondaires : Le risque de transmission d'agents pathogènes ou de bactéries indésirables nécessite une sélection rigoureuse des donneurs et des procédures strictes de contrôle
- Durabilité des effets : La pérennité des bénéfices d'une TMF sur la pression artérielle reste incertaine, et des études longitudinales sont nécessaires pour évaluer son efficacité à long terme.

B) Développement de médicaments ciblant le microbiote

L'émergence de nouvelles connaissances sur le rôle du microbiote intestinal dans la régulation cardiovasculaire ouvre la voie au développement de médicaments ciblant spécifiquement certaines interactions microbiennes impliquées dans l'hypertension.

Les postbiotiques sont des métabolites ou composants bactériens ayant un effet bénéfique sur l'hôte, sans nécessiter l'administration des bactéries vivantes elles-mêmes. L'administration de ces molécules sous forme de compléments pourrait permettre d'obtenir les bénéfices des probiotiques sans les contraintes liées à la viabilité des bactéries administrées [57].

La triméthylamine-N-oxyde (TMAO), un métabolite produit par certaines bactéries intestinales à partir des phosphatidylcholines alimentaires (présentes dans la viande rouge et les œufs), a été associée à un risque accru d'hypertension et de maladies cardiovasculaires. Des études ont montré que des niveaux élevés de TMAO étaient corrélés à une augmentation de la rigidité artérielle et à une altération de la fonction endothéliale. Le développement de molécules inhibitrices de la production de TMAO pourrait représenter une nouvelle approche pour limiter son impact négatif sur la pression artérielle [58].

C) Perspectives d'intégration dans les recommandations cliniques

L'ensemble des recherches menées sur le microbiote et la pression artérielle ouvre des perspectives intéressantes pour une médecine plus personnalisée et adaptée au profil microbien des patients. Toutefois, avant d'intégrer ces nouvelles approches dans les recommandations cliniques, plusieurs aspects doivent être approfondis.

Une meilleure compréhension des signatures microbiennes associées à l'hypertension permettrait d'envisager des approches diagnostiques plus précises. L'analyse du microbiote fécal pourrait devenir un outil complémentaire pour stratifier les patients et identifier ceux qui bénéficieraient le plus d'une modulation ciblée du microbiote.

L'efficacité des probiotiques et interventions diététiques pourrait être renforcée par une approche plus individualisée, prenant en compte le microbiote de chaque patient. La mise en place d'essais cliniques évaluant l'efficacité des stratégies basées sur le microbiote en complément des traitements antihypertenseurs est une priorité.

L'introduction de nouvelles thérapies microbiotiques, qu'il s'agisse de la TMF ou de médicaments ciblant le microbiote, nécessitera des réglementations strictes pour assurer

leur sécurité et leur efficacité. Des recommandations devront être établies pour standardiser ces interventions et prévenir les effets indésirables potentiels.

Pour conclure cette revue de littérature, il apparaît que le microbiote intestinal joue un rôle majeur dans la régulation de la pression artérielle, en interaction avec les systèmes métabolique, immunitaire et vasculaire. Dans un contexte où l'hypertension reste un enjeu de santé publique majeur, souvent mal contrôlé malgré les traitements existants, cette nouvelle voie de recherche ouvre des perspectives prometteuses.

L'alimentation, les probiotiques et certaines stratégies innovantes comme la transplantation de microbiote fécal pourraient, à terme, enrichir les stratégies thérapeutiques disponibles. Toutefois, si les données expérimentales et cliniques sont encourageantes, leur intégration dans la pratique reste conditionnée par des recherches complémentaires, une meilleure compréhension des mécanismes en jeu et un cadre réglementaire plus structuré.

Ainsi, la modulation du microbiote pourrait constituer une approche complémentaire personnalisée et durable dans la prévention et la prise en charge de l'hypertension.

Partie 2 : Méthodologie de l'enquête terrain

I) Objet de l'enquête

Comme mentionné dans la Partie I : Revue de la littérature, ces dernières années, plusieurs études ont mis en évidence l'existence d'un lien entre le microbiote intestinal et la régulation de la pression artérielle, suggérant que certaines modifications du régime alimentaire pourraient avoir un effet bénéfique sur le contrôle de l'hypertension. Cependant, bien que des études aient mis en évidence ce lien, la plupart se concentre sur les mécanismes biologiques sous-jacents. En revanche, peu de recherches se sont intéressées à la manière dont ce lien est perçu par les patients hypertendus, ni à l'impact de cette perception sur leurs comportements alimentaires. Pourtant, cette question est essentielle : si les patients ne comprennent pas ou ne croient pas au lien entre alimentation, microbiote et hypertension, ils risquent de ne pas adhérer aux recommandations nutritionnelles. Cela peut limiter l'efficacité des stratégies hygiéno-diététiques pourtant centrales dans la prise en charge de l'hypertension. Cette lacune justifie l'intérêt d'une enquête visant à explorer la connaissance, les attitudes et les freins rencontrés par les patients concernant les approches nutritionnelles visant à moduler le microbiote intestinal.

Dans le cadre de mon mémoire, j'ai choisi d'étudier les liens entre les habitudes alimentaires des patients hypertendus, leur perception du rôle du microbiote intestinal, et le contrôle de leur pression artérielle.

L'enquête a été directement menée auprès de patients hypertendus afin de mieux comprendre leurs habitudes alimentaires, leur niveau d'information sur le lien entre microbiote et hypertension, et leur perception de ces approches nutritionnelles.

L'objectif de cette enquête était de répondre aux questions suivantes :

- Les patients ayant une alimentation favorable au microbiote observent-ils un meilleur contrôle de leur tension artérielle ?
- Ont-ils conscience de l'existence d'un lien entre alimentation, microbiote et hypertension ?
- Les professionnels de santé les informent-ils sur ce sujet, et dans quelle mesure cette information influence-t-elle leurs comportements ?
- Quels sont les freins qui limitent l'adoption de ces pratiques au quotidien ?

II) Conception de l'enquête

1) Population étudiée

Pour que les résultats de l'enquête soient pertinents au regard de la problématique, il était essentiel de cibler uniquement des personnes concernées par l'hypertension artérielle. Il ne s'agissait pas d'interroger l'ensemble de la population générale, mais de bien cibler l'analyse sur les individus présentant un diagnostic d'hypertension, qu'ils soient sous traitement ou non.

Ainsi, un critère de sélection simple a été intégré directement dans le questionnaire afin de filtrer les réponses. Les personnes déclarant ne pas être hypertendues étaient automatiquement exclues de la suite du questionnaire, évitant ainsi d'introduire un biais dans l'interprétation des données.

En parallèle, aucune restriction n'a été imposée concernant l'âge, le sexe, le niveau socio-éducatif ou le mode de vie, afin de refléter au mieux la diversité des profils rencontrés dans la population hypertendue. L'objectif était de représenter au plus juste la réalité des comportements alimentaires dans ce groupe.

2) Choix de la méthodologie

Pour répondre à la problématique, une approche quantitative a été privilégiée. Les données ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire auto-administré en ligne via la plateforme Google Forms (*Annexe 1 : Questionnaire*). Ce choix reposait sur plusieurs critères à la fois méthodologiques, pratiques et contextuels.

Sur le plan méthodologique, ce type de questionnaire a permis de recueillir des données standardisées, facilitant leur traitement statistique. Le format auto-administré a limité aussi l'influence de l'enquêteur sur les réponses, ce qui était essentiel pour garantir une certaine neutralité dans les données recueillies. Afin de maximiser la qualité des réponses, des questions courtes, claires, non orientées, et organisées de manière logique et progressive ont été proposées. D'un point de vue pratique, le format numérique a permis une diffusion rapide et large. Il a offert également l'avantage d'un accès simplifié pour les participants, qui ont pu répondre depuis n'importe quel support numérique, à leur rythme, en toute confidentialité.

Le questionnaire a été conçu spécifiquement pour cette enquête. Il comprenait plusieurs parties : des questions générales sur le profil des participants et leur hypertension, des

questions sur leurs habitudes alimentaires, leur niveau de connaissance du microbiote intestinal, leur perception du lien entre microbiote et hypertension, ainsi que les freins éventuels à l'adoption de certaines pratiques alimentaires. La majorité des questions étaient fermées, pour faciliter l'analyse, une question ouverte a été intégrée à la fin pour permettre aux participants de s'exprimer librement s'ils le souhaitaient.

La stratégie de diffusion a été pensée pour cibler spécifiquement des personnes concernées par l'hypertension. Le questionnaire a donc été partagé dans des groupes Facebook spécialisés sur l'hypertension artérielle, ainsi que dans mon entourage personnel et professionnel, afin de diversifier les profils. Le questionnaire pouvait être complété en environ 7 à 10 minutes. La diffusion s'est faite entre le 2 mars 2025 et le 14 avril 2025.

3) Méthode d'analyse des données

Une fois la phase de recueil terminée, un tri des réponses a été effectué afin d'écarter celles provenant de personnes non concernées par l'hypertension.

L'ensemble des données a été exporté depuis Google Forms vers Microsoft Excel, ce qui a permis de structurer les réponses, d'organiser les variables et de procéder à une première lecture globale des tendances. Une analyse descriptive a ensuite été réalisée, avec des calculs de fréquences, de pourcentages et de moyennes selon les types de questions (fermées, à choix multiples ou à échelles de type Likert).

Dans certains cas, des croisements simples entre les variables ont été effectués afin d'explorer d'éventuelles associations entre les profils, les perceptions, et les comportements des participants. Les résultats des croisements effectués sont disponibles en annexe (*Annexe 2 : Résultats détaillés des tableaux croisés*). Pour appuyer ces comparaisons, des tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel Rstudio, notamment le test du χ^2 d'indépendance et le test exact de Fisher. Pour chaque test, l'hypothèse nulle (H_0) posait l'absence d'association entre les variables, tandis que l'hypothèse alternative (H_1) considérait l'existence d'une association statistiquement significative. Le seuil de significativité retenu était de 5% ($p\text{-value} < 0,05$).

L'exploitation des réponses à la question ouverte en fin de questionnaire avait également été envisagée dans une perspective d'analyse qualitative, afin d'identifier des ressentis ou retours plus personnels. Cependant, très peu de participants ont utilisé cet espace d'expression libre, et les réponses obtenues n'étaient pas suffisamment développées pour faire l'objet d'une analyse pertinente.

Partie 3 : Analyse des résultats et discussion

I) Analyse des résultats

Parmi les 128 réponses initialement collectées, 2 ont été exclues car les participants déclaraient ne pas souffrir d'hypertension artérielle. L'échantillon final est donc constitué de 126 répondants, dont les questionnaires ont tous été complétés en intégralité.

Tous les participants inclus dans l'analyse déclarent être atteints d'hypertension artérielle. Les résultats de l'enquête sont présentés dans les sections suivantes.

1) Profil des participants

A) Répartition selon le sexe

Parmi les 126 répondants inclus dans l'analyse, 73% (n=92) étaient des femmes, 26,2% (n=33) étaient des hommes, et 0,8% (n=1) avaient choisi de ne pas préciser leur sexe. Cette distribution est illustrée dans le graphique ci-dessous.

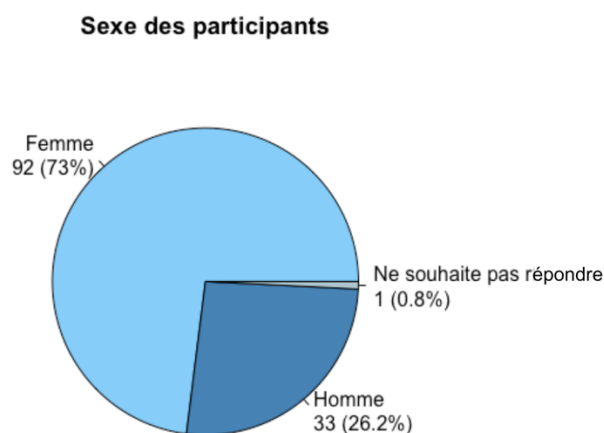


Figure 8 : Répartition des sexes des participants

B) Répartition selon la tranche d'âge

Parmi les participants hypertendus ayant participé à l'enquête, la majorité (48,4%, n=61) était âgée de 45 à 64 ans. Une part moins importante des répondants était âgée de moins de 45 ans (20,6%, n=26), tandis que 26,2% (n=33) appartenaient à la tranche des 65 à 84 ans. Enfin, seulement 4,8% (n=6) des participants étaient âgés de 85 ans et plus.

Cette répartition est illustrée dans le graphique ci-dessous.

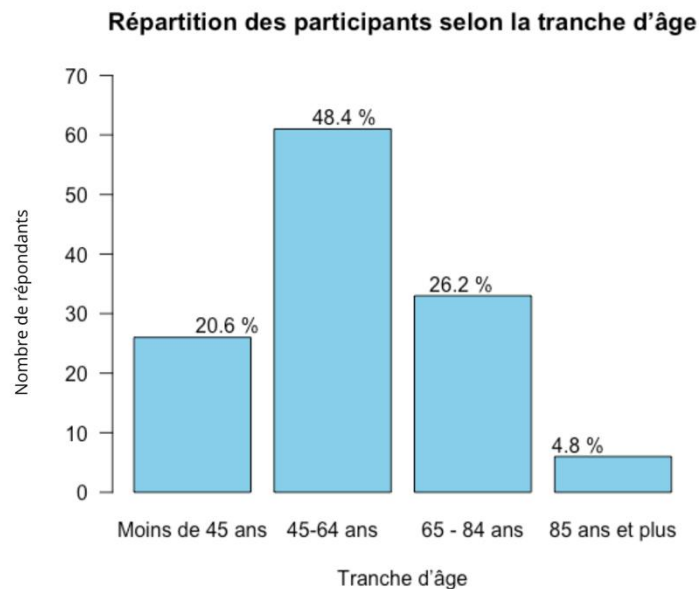


Figure 9 : Répartition des participants selon la tranche d'âge

C) Ancienneté du diagnostic de l'hypertension

La répartition selon l'ancienneté du diagnostic d'hypertension était globalement équilibrée entre les principales catégories : 28,6% (n=36) des participants déclaraient être hypertendus depuis 1 à 5 ans, 28,6% (n=36) depuis 6 à 10 ans, et 28,6% (n=36) depuis moins d'un an. Les répondants déclarant être hypertendus depuis plus de 10 ans étaient les moins nombreux, représentant 14,3% de l'échantillon (n=18).

La répartition est présentée dans le graphique ci-dessous.

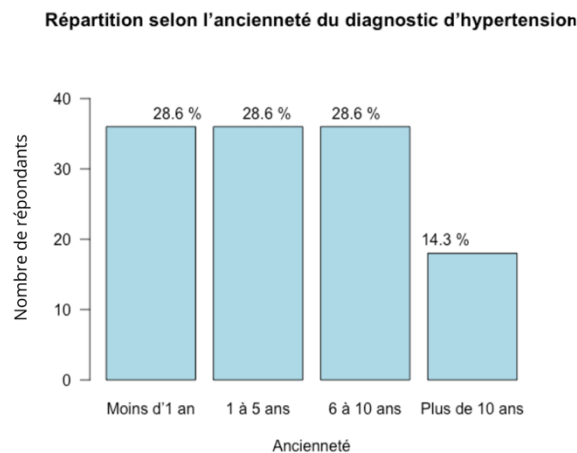


Figure 10 : Répartition des participants selon l'ancienneté du diagnostic de l'hypertension

D) Prise en charge thérapeutique et contrôle de la pression artérielle

La majorité des participants, soit 98,4% (n=124), déclaraient suivre un traitement médicamenteux pour leur hypertension, contre seulement 1,6% (n=2) qui ne prenaient pas de traitement.

La majorité des répondants (81,7%, n=103) déclaraient leur hypertension contrôlée, c'est-à-dire dans les limites recommandées par leur médecin, tandis que 18,3% (n=23) rapportaient une pression artérielle non contrôlée.

Les répartitions sont illustrées dans les graphiques ci-dessous.

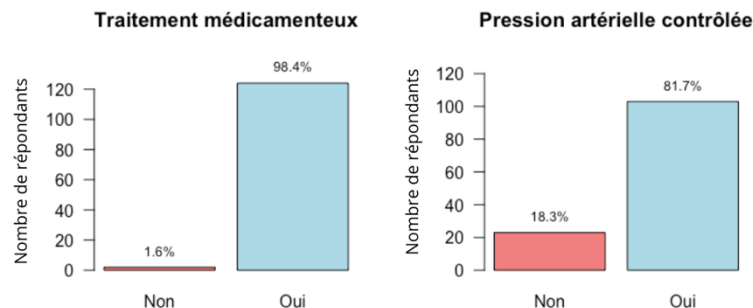


Figure 11 : Répartition des participants selon la prise de traitement médicamenteux antihypertenseur et le contrôle de la pression artérielle

2) Habitudes alimentaires des participants

A) Fréquence de consommation d'aliments riches en fibres

La majorité des participants (61,9%, n=78) déclaraient consommer des aliments riches en fibres tous les jours. Dans une moindre mesure, 27,8% (n=35) rapportaient en consommer quelques fois par semaine, tandis que 10,3% (n=13) indiquaient en consommer seulement de manière occasionnelle. Aucun participant n'a déclaré ne jamais consommer d'aliments riches en fibres.

Cette répartition est illustrée dans le graphique ci-dessous.

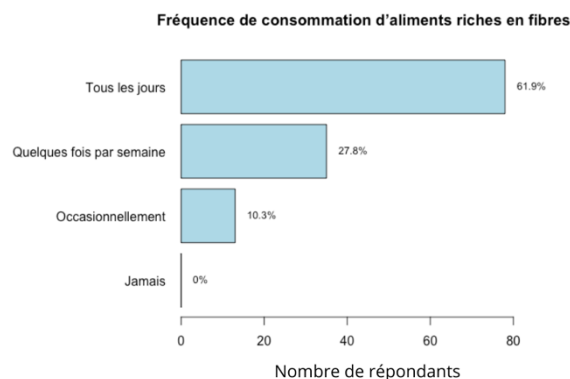


Figure 12 : Répartition des participants selon la fréquence de consommation d'aliments riches en fibres

B) Fréquence de consommation d'aliments fermentés

En ce qui concerne la consommation d'aliments fermentés, 38,9% (n=49) des participants déclaraient en consommer tous les jours. 34,1% (n=43) rapportaient en consommer quelques fois par semaine, tandis que 24,6% (n=31) indiquaient une consommation

occasionnelle. Enfin, seulement 2,4% (n=3) des participants déclaraient ne jamais consommer d'aliments fermentés.

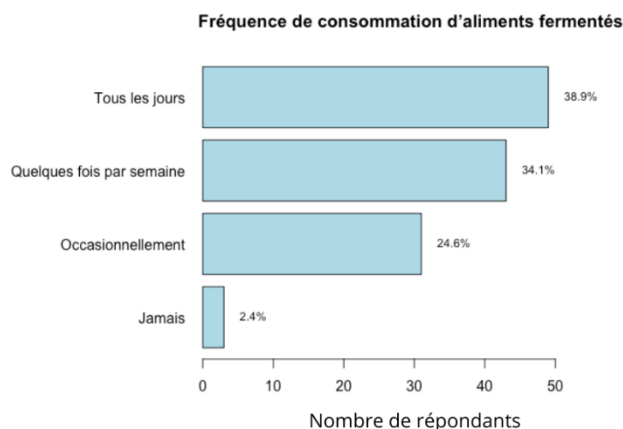


Figure 13 : Répartition des participants selon la fréquence de consommation d'aliments fermentés

C) Consommation et durée des cures de probiotiques

Parmi l'ensemble des participants, 73,8% (n=93) déclaraient ne pas consommer de probiotiques. 17,5% (n=22) rapportaient en consommer de manière occasionnelle (1 à 2 cures par an), tandis que 8,7% (n=11) indiquaient une consommation régulière (au moins une cure tous les deux mois).

Parmi les 33 consommateurs de probiotiques, 51,5% (n=17) déclaraient suivre des cures d'une durée comprise entre 30 et 60 jours. 27,3% (n=9) indiquaient des cures de moins de 30 jours, et 21,2% (n=7) déclaraient des cures supérieures à 60 jours.

Ces résultats sont présentés dans les graphiques ci-dessous.

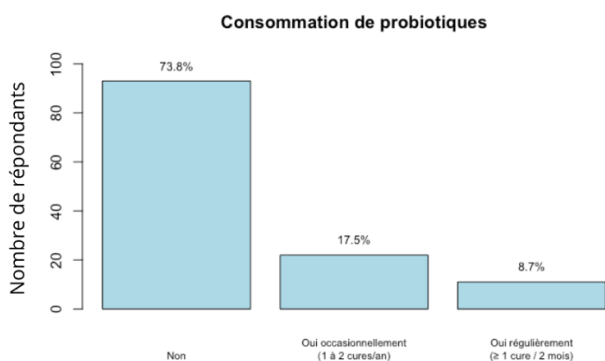


Figure 14 : Répartition des participants selon la consommation de probiotiques

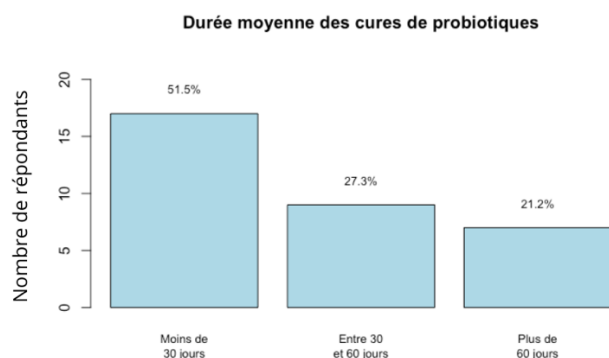


Figure 15 : Répartition des participants consommateurs de probiotiques selon la durée moyenne des cures

D) Modifications alimentaires adoptées

Les participants étaient interrogés sur l'éventuelle mise en place de modifications volontaires de leur alimentation dans le but d'améliorer leur tension artérielle.

Parmi les répondants, 73,8% (n=93) déclaraient avoir déjà modifié leur alimentation, tandis que 26,2% (n=33) n'avaient pas entrepris de changements spécifiques.

Modification des habitudes alimentaires

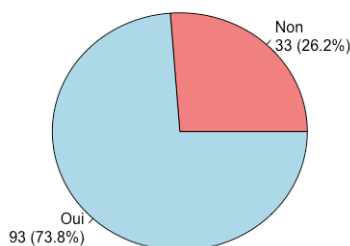


Figure 16 : Répartition des participants ayant modifié ou non leurs habitudes alimentaires

Les mesures spécifiques adoptées par les personnes ayant modifier leur alimentation incluait :

- Réduction du sel et des aliments transformés : 55 répondants (59,1%)
- Augmentation des fibres : 43 répondants (46,2%)
- Réduction de la consommation d'alcool : 38 répondants (40,9%)
- Intégration d'aliments fermentés ou de probiotiques : 29 répondants (31,2%)

Un seul changement a été mentionné manuellement dans la zone de réponse libre par 3 participants : l'augmentation de l'hydratation.

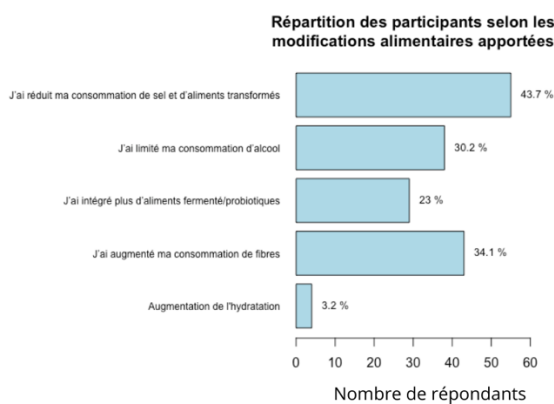


Figure 17 : Répartition des participants selon les modifications alimentaires apportées.

E) Effets perçus sur la pression artérielle

Parmi les 93 participants ayant déclaré avoir modifié leur alimentation :

- 34,4% (n=32) déclaraient avoir constaté une amélioration ;
- 32,3% (n=30) affirmaient ne pas avoir observé de changement ;
- 33,3% (n=31) indiquaient ne pas savoir ou ne pas pouvoir se prononcer.

Perception de l'effet du changement alimentaire sur la PA

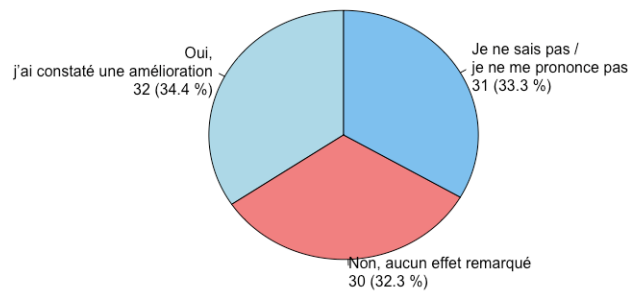


Figure 18 : Répartition des participants selon l'effet du changement alimentaire sur la PA

Ces résultats révélaient une répartition relativement équilibrée entre les différents ressentis. Ils suggèrent que, bien qu'une partie des répondants perçoive des bénéfices tangibles des ajustements alimentaires, une majorité ne rapporte pas d'effet clair ou reste incertaine.

F) Facteurs associés au contrôle de la pression artérielle

L'association de certaines caractéristiques, qu'elles relèvent du profil sociodémographique, du parcours de soins ou des habitudes alimentaires, avec à un contrôle de la pression artérielle, tel que déclaré par les participants a été exploré.

• **Profils des participants**

L'âge, le sexe, l'ancienneté de l'hypertension et la prise d'un traitement antihypertenseur n'étaient pas associés de manière significative au contrôle de la pression artérielle. Par exemple, 82,6% des femmes (n=76/92) et 78.8% des hommes (n=26/33) déclaraient avoir une PA contrôlée, ce qui ne montre aucune différence notable (p-value = 0,79). De même, quel que soit le nombre d'années depuis le diagnostic (moins d'un an, 1-5 ans, 6-10 ans ou plus de 10 ans), les taux de contrôle oscillent entre 72.2% et 88.9% sans tendance claire (p-value = 0,27).

La prise d'un traitement antihypertenseur était quasi systématique (98,4% des répondants), rendant impossible toute analyse comparative sur ce critère.

En résumé, les données ne permettent pas ici de faire émerger un profil clinique du patient ayant une PA contrôlée.

• **Habitudes alimentaires des participants**

En regroupant les participants selon leur consommation d'aliments fermentés (qu'elle soit quotidienne, hebdomadaire ou occasionnelle), 82.9% des consommateurs (n=102/123) déclaraient une PA contrôlée, contre 33.3% (n=1/3) chez les non-consommateurs. Compte tenu du faible effectif dans cette dernière catégorie, un test exact de Fisher a été privilégié.

Bien que la tendance observée soit marquée, le résultat n'atteint pas le seuil de significativité ($p\text{-value} = 0,085$).

En revanche, la consommation de fibres, de probiotiques, ou les modifications volontaires de l'alimentation (réduction du sel, de l'alcool, ajout d'eau ou de fibres) n'étaient pas significativement associées au contrôle de la pression artérielle.

Par exemple, 84,8% des consommateurs de probiotiques ($n=24/33$) déclaraient une PA contrôlée, un taux très proche de celui observé chez les non-consommateurs (80,6%, $n=75/93$; $p\text{-value} = 0,78$).

De même, aucune différence marquante n'était observée entre ceux ayant modifié leur alimentation et ceux qui ne l'ont pas fait. Quelle que soit la nature du changement (fibres, fermentés, sel, alcool), les taux de PA contrôlée restaient comparables ($p > 0,10$ pour tous les types de changements).

Parmi les 93 personnes ayant modifié leur alimentation, seules 32 (34,4%) déclaraient avoir constaté une amélioration de leur tension. Mais ce ressenti n'est pas associé au fait d'avoir effectivement une PA contrôlée ($p\text{-value} = 0,21$). Ces données ne permettent pas de conclure à une association entre la perception d'un effet et un meilleur équilibre tensionnel déclaré.

3) Perception et connaissances autour du lien entre l'alimentation, le microbiote intestinal et la pression artérielle

A) Perception de l'influence de l'alimentation sur la PA

Une question permettait d'évaluer si les participants pensaient que l'alimentation pouvait influencer leur tension artérielle.

Quarante-deux répondants (33,3%) estimaient que l'alimentation pouvait favoriser une bonne régulation de la pression artérielle, tandis que 24 personnes (19,0%) pensaient qu'elle pouvait augmenter le risque d'hypertension. Sept participants (5,6%) ont coché ces deux affirmations simultanément, reconnaissant à la fois des effets positifs et négatifs potentiels. Par ailleurs, 25 répondants (19,8%) considéraient que l'alimentation n'avait pas d'impact, et 28 personnes (22,2%) déclaraient ne pas savoir. Cette répartition est illustrée dans le graphique ci-dessous.

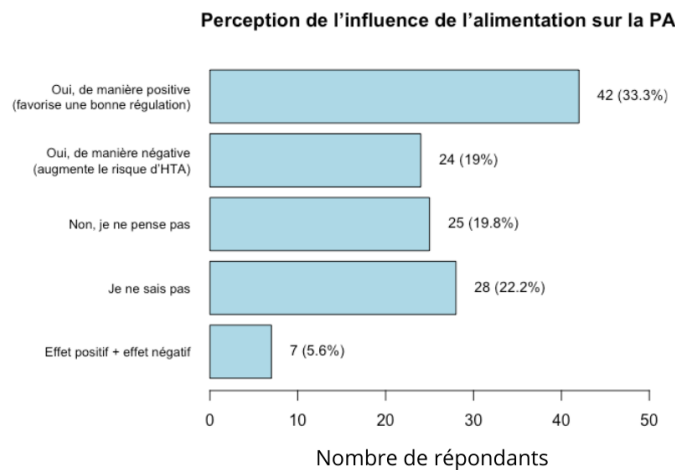


Figure 19 : Répartition des participants selon leur perception de l'influence de l'alimentation sur la pression artérielle.

Globalement, une majorité des répondants (près de 58%) associaient l'alimentation à une influence directe (positive, négative ou les deux) sur leur tension artérielle.

B) Connaissance du lien microbiote intestinal - pression artérielle

Une question évaluait la connaissance des participants sur l'existence d'un lien entre le microbiote et la régulation de la pression artérielle.

Sur l'ensemble des répondants, 29,4% (n=37) déclaraient en avoir déjà entendu parler du lien, contre 70,6% (n=89) qui ne connaissent pas ce lien. Ces résultats sont illustrés dans le graphique ci-dessous.

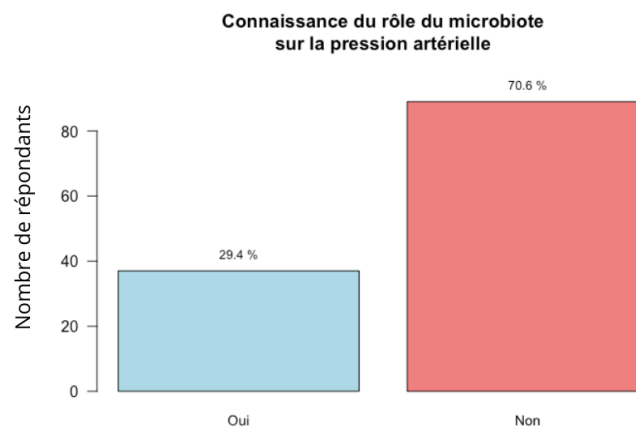


Figure 20 : Répartition des participants selon leur connaissance du rôle du microbiote sur la pression artérielle

Ces résultats révèlent un déficit notable d'information sur ce sujet, malgré l'intérêt croissant de la littérature scientifique sur ce sujet.

C) Accord avec l'impact du microbiote intestinal

Le degré d'accord des participants avec l'affirmation selon laquelle "Le microbiote intestinal a un impact important sur la régulation de la pression artérielle." a été exploré. Parmi les 37 répondants ayant déclaré connaître ce lien :

- 18,9% (n=7) se disent tout à fait d'accord ;
- 13,5% (n=5) sont plutôt d'accord ;
- 27,0% (n=10) expriment une opinion neutre ;
- 13,5% (n=5) déclarent être plutôt pas d'accord ;
- 8,1% (n=3) sont pas du tout d'accord ;
- 18,9% (n=7) ont répondu "ne sait pas".

Cette répartition est illustrée dans le graphique ci-dessous.

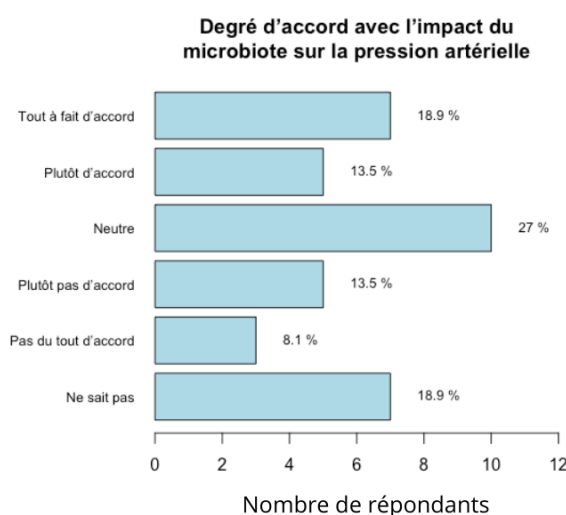


Figure 21 : Degré d'accord des participants informés avec l'affirmation "Le microbiote intestinal a un impact important sur la régulation de la pression artérielle"

Cette distribution illustre une variété d'opinions parmi les répondants, avec près de la moitié se positionnant entre l'incertitude et le désaccord.

D) Sources d'informations

Parmi les 37 participants ayant déclaré avoir entendu parler du microbiote intestinal dans la régulation de la pression artérielle, une question permettait d'identifier les canaux par lesquels ils ont pu en être informés.

Les canaux les plus fréquemment cités étaient la presse ou les magazines santé, mentionnés par 56,8% des personnes informées (n=21/37), suivis de leurs médecins ou professionnels de santé (54,1%, n= 20/37). Les sources plus informelles comme l'entourage personnel (famille, amis), ou Internet et les réseaux sociaux étaient moins souvent évoqués, par 24,3% (n=9/37) et 21,6% (n=8/37), respectivement. La majorité des répondants (21 sur

37) avaient coché plusieurs sources d'information, tandis que 16 avaient sélectionné une seule source. Cette répartition est illustrée dans le graphique ci-dessous.

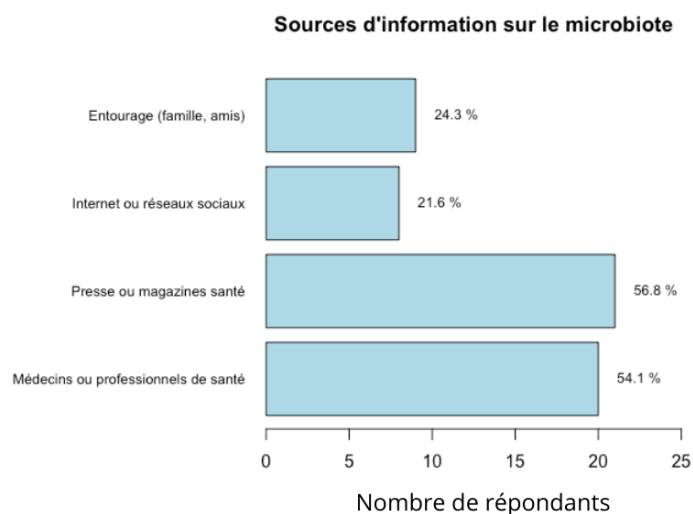


Figure 22 : Répartition des sources d'informations des participants connaissant le lien entre le microbiote intestinal et la régulation de la pression artérielle

E) Perceptions et profils patients

L'analyse a permis d'examiner si les perceptions et connaissances relatives au lien entre alimentation, microbiote intestinal et hypertension variaient selon certaines caractéristiques des participants.

Aucune différence notable n'était observée entre les perceptions (influence perçue de l'alimentation, connaissance du microbiote, degré d'accord avec son impact) et des variables telles que le sexe, l'âge ou la prise d'un traitement antihypertenseur (p -value $>0,05$).

Une différence significative était observée entre l'ancienneté du diagnostic d'hypertension et le degré d'accord avec l'impact du microbiote intestinal sur la pression artérielle (p -value = 0,0158). Parmi les participants hypertendus depuis 1 à 5 ans, 87,5% ($n=14$) exprimaient un accord avec cette idée (tout à fait ou plutôt d'accord). Ce taux chutait à 33,3% ($n=3$) chez ceux hypertendus depuis plus de 10 ans. De même, la proportion de répondants se déclarant en désaccord ou incertains était plus élevée dans cette dernière catégorie (57,1%, $n=5$).

F) Perceptions et comportements alimentaires

• Perception de l'influence de l'alimentation sur la pression artérielle

Une association significative (p -value = 0,027) a été observée en ce qui concerne la réduction du sel et des aliments transformés. Cette mesure était mentionnée par 45,2% des personnes percevant un effet positif de l'alimentation ($n=19/42$), contre 16,1% des

personnes se disant incertaines (n=5/31), et seulement 8,3% parmi celles pensant que l'alimentation peut avoir un effet négatif (n=2/24). Ces résultats suggèrent une certaine cohérence entre les convictions nutritionnelles positives et la mise en œuvre de cette recommandation classique dans la prise en charge de l'hypertension.

- **Connaissance du lien entre microbiote intestinal et pression artérielle**

Parmi les participants ayant déjà entendu parler de l'implication du microbiote dans la régulation de la pression artérielle, plus d'un tiers consommaient des probiotiques (35,1%, n=13/37), contre un peu plus d'un cinquième chez les non-informés (22,5%, n=20/89 ; p-value = 0,21).

Aucune variation notable n'était observée concernant les autres comportements (fibres, aliments fermentés, changement déclarés), qui apparaissent relativement homogènes selon le niveau de connaissance.

- **Accord avec l'idée que le microbiote influence la pression artérielle**

Les participants exprimant un accord avec l'idée que le microbiote intestinal joue un rôle dans la régulation de la pression artérielle semblaient adopter plus fréquemment certains comportements favorables.

En effet, 84,4% (n=27/32) des personnes convaincues déclaraient avoir modifié leur alimentation, contre 68,5% (n=61/89) chez les autres. Cette différence, statistiquement significative (p-value=0,020), suggère une association entre le degré d'adhésion à cette idée et l'engagement dans des changements concrets.

En ce qui concerne la consommation de probiotiques, 31,3% (n=10/32) des participants en accord avec l'affirmation en consommaient, contre 20,2% (n=18/89) chez ceux qui ne partagent pas cet avis. La différence n'est pas statistiquement significative (p-value=0,10), mais elle souligne une orientation potentielle vers ce type de produits chez les personnes sensibles à cette thématique.

G) Perceptions et contrôle de la pression artérielle

L'association entre certaines perceptions ou connaissances des participants à propos du lien entre l'alimentation, le microbiote intestinal et la pression artérielle avec un meilleur contrôle de leur hypertension a été évaluée.

Dans l'ensemble, les résultats n'ont pas mis en évidence de différences notables entre les groupes. Par exemple, 83,3% (n=35/42) des personnes convaincues du rôle bénéfique de

l'alimentation sur la tension artérielle déclaraient que leur hypertension était bien contrôlée. Une proportion comparable était observée chez ceux qui pensaient que l'alimentation augmente le risque d'hypertension (84,0%, n=21/25), ou qu'elle n'avait pas d'impact (81,8%, n=18/22 ; p-value=0,30). De même, le niveau de connaissance du lien entre le microbiote et la PA n'est pas associé à des fréquences de contrôles différentes : 81,1% (n=30/37) des personnes informées déclarent une PA contrôlée, contre 82,0% (n=73/89) chez les non-informées (p-value=0,90).

Enfin, en regroupant les réponses selon le degré d'accord à l'idée que le microbiote joue un rôle dans la régulation de la pression artérielle, aucune différence significative n'était observée. Les personnes en accord avec cette affirmation étaient 84,4% (n=27/32) à rapporter une PA contrôlée, contre 80,8% (n=76/94) pour les autres (p-value = 0,59).

Ces résultats indiquent que dans cet échantillon, les perceptions ou croyances autour du lien alimentation - microbiote intestinal - tension artérielle ne semblent pas directement associées à l'équilibre tensionnel déclaré.

4) Rôle des professionnels de santé dans l'information nutritionnelle

A) Professionnels assurant le suivi

Les participants ont été interrogés sur les professionnels de santé qui assurent le suivi de leur hypertension. Dans une majorité des cas, plusieurs professionnels étaient mentionnés conjointement.

Le médecin généraliste était le plus fréquemment mentionné, avec 82 répondants, soit 65,1% de l'échantillon. Le cardiologue arrivait ensuite avec 59 citations (46,8%). Le diététicien ou nutritionniste était évoqué par 11 participants (8,7%), tandis que 10 personnes (7,9%) déclaraient n'être suivies par aucun professionnel pour leur hypertension. Ces résultats sont illustrés dans le graphique ci-dessous.

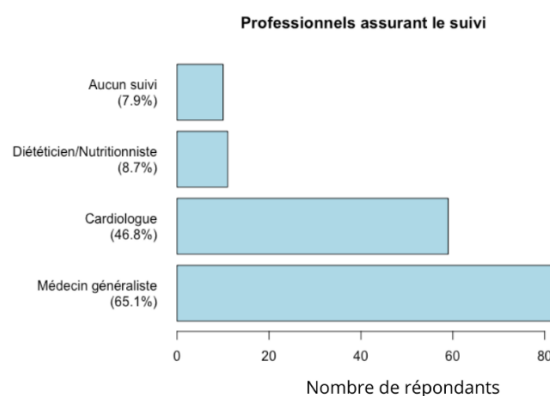


Figure 23 : Répartition des professionnels assurant le suivi de l'hypertension des participants

B) Sentiment d'être suffisamment informé

Le niveau d'information ressenti des participants sur le lien entre le microbiote intestinal et l'hypertension a été exploré.

Sur l'ensemble des répondants, 83 personnes (65,9%) déclaraient ne pas se sentir suffisamment informés sur le sujet. A l'inverse, seuls 19 participants (15,1%) estimaient avoir reçu une information satisfaisante. Enfin, 24 personnes (19,0%) se déclaraient sans avis ou incertaines. Ces résultats sont illustrés dans le graphique ci-dessous.

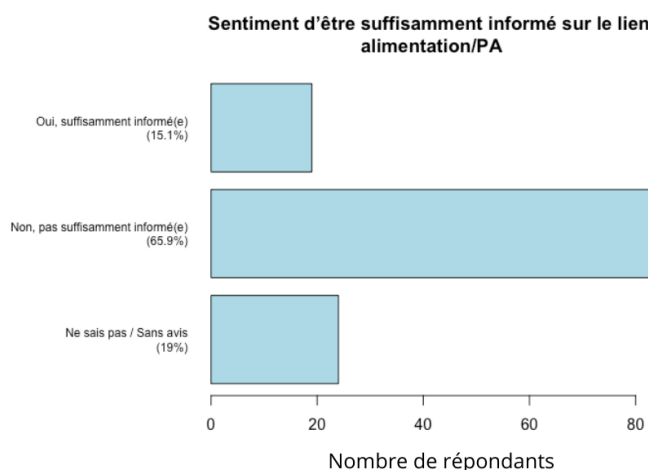


Figure 24 : Répartition des participants selon leur information reçue

Ces résultats indiquent une perception globale de manque d'information sur cette thématique parmi les personnes hypertendues interrogées.

C) Association entre l'information reçue et les comportements alimentaires

Globalement, aucune différence marquée n'est observée entre le niveau d'information perçu par les patients et leur consommation d'aliments riches en fibres ($p\text{-value}=1,00$), fermentés ($p\text{-value}=0,45$) ou de probiotiques ($p\text{-value}=0,99$).

Concernant les changements alimentaires volontaires, 84,2% des personnes bien informées ($n=16/19$) déclaraient avoir modifié leur alimentation, contre 74,7% des non informées ($n=62/83$) et 62,5% des personnes sans avis ($n=15/24$). Cette association n'était pas statistiquement significative ($p\text{-value}=0,26$).

Une association statistiquement significative était observée concernant les modifications spécifiques liées à la consommation de fibres ($p\text{-value}=0,032$) : 47,4% des participants bien informés ($n=9/19$) déclaraient avoir volontairement augmenté leur consommation de fibres, contre 37,3% parmi les non informés ($n=31/83$) et 12,5% parmi les personnes sans avis ($n=3/24$). Aucune différence notable n'était observée concernant la réduction du sel ou de l'alcool, ni l'intégration d'aliments fermentés.

5) Freins à l'adoption d'une alimentation bénéfique pour le microbiote

A) Obstacles déclarés

Afin d'identifier les freins potentiels à l'adoption d'une alimentation favorable au microbiote intestinal, les participants étaient invités à sélectionner les principales difficultés rencontrées. Plusieurs réponses pouvaient être sélectionnées.

Le frein le plus fréquemment mentionné était le manque d'informations sur les aliments bénéfiques, cité par 58 participants, soit 46,0% de l'échantillon. Le manque de temps pour cuisiner des repas équilibrés est également fréquent, avec 52 répondants (41,3%).

Venaient ensuite la difficulté à modifier durablement ses habitudes alimentaires, évoquée par 47 personnes (37,3%), et les contraintes financières liées au prix des aliments bénéfiques, citées par 46 participants (36,5%). Enfin, 45 répondants (35,7%) déclaraient ne pas penser que ce type d'alimentation ait un réel impact sur leur santé.

Ces résultats sont illustrés dans le graphique ci-dessous.

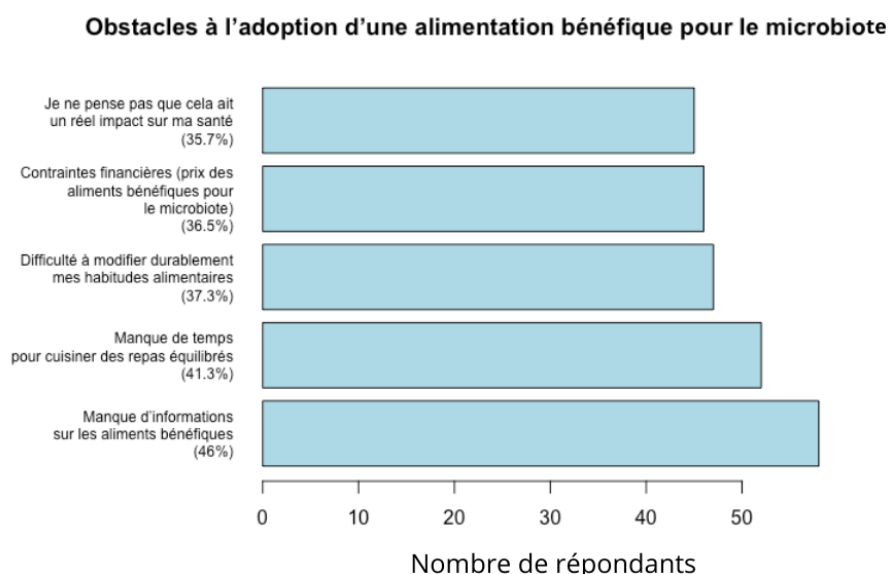


Figure 25 : Répartition des participants selon les obstacles rencontrés

B) Motivation à changer

Afin d'évaluer la disposition des participants à adopter des pratiques nutritionnelles favorables au microbiote intestinal, une question leur demandait s'ils seraient prêts à modifier leur alimentation si cela permettait de favoriser un bon microbiote intestinal.

Parmi les 126 répondants, 106 personnes (84,1%) se disaient prêtes à adopter ce type de changement. A l'inverse, 12 participants (9,5%) déclaraient ne pas être prêts à le faire, et 8 personnes (6,3%) se positionnaient comme neutres ou sans avis. Cette répartition est illustrée dans le graphique ci-dessous.

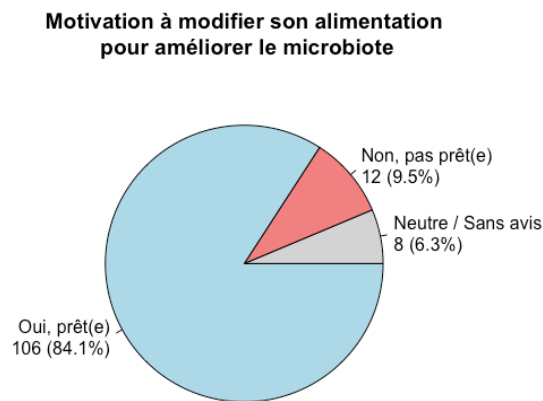


Figure 26 : Répartition des participants selon leur motivation à modifier leur alimentation

C) Intérêt pour des recommandations personnalisés

Afin d'évaluer l'intérêt des participants à un accompagnement individualisé, une question leur demandait s'ils souhaiteraient recevoir des recommandations personnalisées pour améliorer leur alimentation en lien avec la santé de leur microbiote intestinal. Une très large majorité ont répondu favorablement : 124 personnes, soit 98,4% de l'échantillon. Seules 2 personnes (1,6%) ont exprimé un désintérêt pour ce type d'approche. Ces résultats sont illustrés dans le graphique ci-dessous.

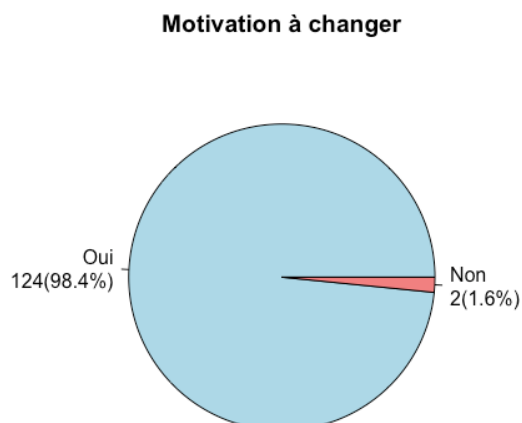


Figure 27 : Répartition des participants selon leur intérêt pour des recommandations personnalisés

II) Discussion

L'analyse des résultats obtenus permet de dégager plusieurs constats qui, mis en perspective avec la littérature existante, offrent un éclairage intéressant sur les comportements alimentaires, les perceptions et les connaissances des personnes hypertendues vis-à-vis du lien alimentation-microbiote-pression artérielle. Si certains résultats sont cohérents avec les tendances déjà connues, d'autres suggèrent des leviers sous-exploités ou des angles morts dans la prise en charge actuelle.

Un premier constat important concerne le taux élevé de participants déclarant une pression artérielle bien contrôlée (81,7%). Ce chiffre contraste nettement avec les données disponibles dans la littérature française, qui situent en générale ce taux autour de 50% pour les patients traités [59]. Cette différence pourrait s'expliquer en partie par un biais de sélection : il est possible que les personnes ayant accepté de répondre à un questionnaire centré sur l'alimentation et l'hypertension soient globalement plus attentives à leur santé. Toutefois, le fait que 42% des répondants déclarent ne pas percevoir de lien entre alimentation et pression artérielle, ou ne pas avoir d'avis sur la question, invite à nuancer cette hypothèse. Ce taux relativement élevé de patients déclarent un bon contrôle de leur pression artérielle pourrait refléter une meilleure observance thérapeutique, un engagement personnel ou un intérêt pour la nutrition chez les participants de cette enquête. Il ne permet toutefois pas de conclure à l'efficacité directe de ces facteurs dans la population générale, compte tenu du possible biais de sélection. Cette observation invite néanmoins à s'interroger sur les modalités de suivi proposées aux patients moins impliqués, et sur les leviers à mobiliser pour favoriser un meilleur contrôle de la pression artérielle à plus large échelle.

Lorsqu'on examine plus finement le profil de participants, aucun facteur sociodémographique ne semble directement lié à l'état de contrôle tensionnel. Ni l'âge, ni le sexe, ni même l'ancienneté du diagnostic n'apparaissent comme des variables discriminantes. Ces résultats suggèrent qu'il n'existe pas, au sein de cet échantillon, de profil sociodémographique clairement lié à un mauvais équilibre tensionnel. Toutefois, d'autres facteurs non mesurés peuvent intervenir, et il n'est pas possible d'exclure qu'un profil émerge dans une population plus large ou différemment sélectionnée. Ce constat renforce l'idée que la gestion de l'hypertension doit être personnalisée, non fondée sur des catégories figées, mais sur des besoins réels, des habitudes de vie et des niveaux d'engagement [60].

La quasi-totalité des répondants (98,4%) suivait un traitement antihypertenseur, ce qui limite les possibilités de comparaison entre traités et non traités. Pour autant, la médication ne fait pas tout : le niveau de contrôle tensionnel reste hétérogène même chez les patients traités, et cela souligne l'importance d'agir aussi sur les facteurs comportementaux.

Sur le plan alimentaire, les résultats étaient contrastés. La consommation d'aliments fermentés était la seule habitude significativement associée à une PA contrôlée. Ce résultat est particulièrement intéressant car il met en lumière une piste encore peu exploitée dans les recommandations nutritionnelles classiques. Il est cohérent avec la littérature récente [43]. L'intérêt de ce type d'aliment est double : ils peuvent être naturellement riches en probiotique, et faciles à intégrer dans l'alimentation quotidienne. Ce constat appelle à une valorisation plus explicite de ces aliments dans les discours de prévention. D'autant qu'il ne s'agit pas d'un changement radical ni coûteux, mais d'un ajustement simple du régime alimentaire.

En revanche, la consommation de fibres ou de probiotiques sous forme de compléments, ainsi que les modifications alimentaires volontaires, n'ont pas montré d'association significative avec le contrôle de la PA. Cela ne signifie pas nécessairement qu'elles sont inefficaces. Plusieurs hypothèses peuvent être formulées : ces pratiques sont peut-être encore trop récentes pour produire un effet mesurable, ou insuffisamment régulières. De plus, dans une enquête déclarative, les comportements peuvent être surévalués, ou mal quantifiés. Ces résultats rappellent que ce n'est pas l'intention seule qui produit un effet clinique, mais l'intensité, la durée et la qualité des changements opérés.

C'est ce que suggère l'analyse des cures de probiotiques : si la majorité des consommateurs respectent une durée de 30 à 60 jours (ce qui est conforme aux recommandations actuelles [52]), une part non négligeable des répondants (27,3%) suivait des cures plus courtes, inférieures à 30 jours. Or, la littérature souligne qu'une supplémentation doit durer au moins six à huit semaines pour produire des effets significatifs sur la pression artérielle [52]. Ces données suggèrent que les cures trop courtes, comme celle rapportées par certains participants, sont probablement inefficaces, non pas en raison de l'absence d'effet du produit, mais parce qu'elles ne respectent pas la durée nécessaire à l'apparition de bénéfices physiologiques. Ces résultats montrent que le recours aux probiotiques reste mal encadré, souvent autodéterminé, et qu'un accompagnement professionnel (pharmacien, médecin, diététicien) serait souhaitable.

Un autre élément clé concerne les effets perçus des changements alimentaires. Parmi les participants ayant modifié leur alimentation, seule une minorité (34,4%) rapporte une amélioration de leur pression artérielle. Les deux tiers restants déclarent ne pas avoir observé de changement ou ne pas savoir. Ce chiffre met en lumière un écart fréquent entre le comportement et sa valorisation perçue. Il ne suffit pas de changer ses habitudes : encore faut-il pouvoir en constater les effets. Néanmoins, il est difficile d'isoler l'effet d'un changement alimentaire, car de nombreux facteurs, tels que le traitement médicamenteux, le niveau d'activité physique ou encore le stress, peuvent également influencer la pression artérielle.

Du côté des perceptions, une majorité des participants reconnaissait un lien entre alimentation et pression artérielle. En revanche, le lien spécifique entre microbiote intestinal et hypertension restait largement méconnu : seuls 29,4% déclarent avoir entendu parler de ce sujet. Ce déficit d'information contraste avec la richesse croissante de la littérature scientifique, et montre que la diffusion et vulgarisation de ces connaissances reste insuffisante. Pourtant, l'enquête montre que les personnes informées ou convaincues de ce lien adoptent plus volontiers des comportements favorables. Cela renforce le rôle central des croyances et des connaissances dans les décisions et comportements de santé, et rappelle que la transmission d'informations pertinentes peut constituer un véritable levier d'action.

Il est toutefois important de noter que ce lien entre perception et comportement ne se traduit pas nécessairement par un effet clinique observable. Le niveau de contrôle tensionnel n'est pas associé au degré d'information ou au niveau d'accord avec le lien entre microbiote et PA. Ces résultats suggèrent que, si la connaissance peut favoriser la mise en action, elle ne suffit pas à garantir un bénéfice clinique mesurable, notamment si les comportements adoptés sont inadaptés, partiels ou insuffisants. Cela souligne l'intérêt d'un accompagnement professionnel, pour transformer les bonnes intentions en actions efficaces.

Le rôle des professionnels de santé dans cette dynamique apparaît comme limité : seuls 15,1% des patients estimaient avoir reçu une information satisfaisante de la part de leur médecin ou soignant sur le lien microbiote-tension artérielle. Pourtant, les données montrent que les personnes informées par un professionnel adoptent plus souvent des

comportements favorables, notamment en matière de consommation de fibres. Ce constat souligne le poids de la parole médicale dans l'orientation des comportements, et invite à une meilleure formation des soignants à ces questions émergentes. Il est probable que ces thématiques soient encore perçues comme secondaires, ou peu légitimes en contexte de consultation. Or, à l'heure où l'approche nutritionnelle revient au cœur de la médecine préventive, améliorer la communication et l'éducation autour de ces questions peut constituer une action complémentaire bénéfique pour aider les patients à mieux gérer leur pathologie.

Enfin, des freins à l'adoption d'une alimentation bénéfique pour le microbiote ont été notés, même chez des patients motivés. Le plus souvent cité était le manque d'informations, traduisant un déficit réel de vulgarisation sur les aliments à privilégier. Sans repères clairs, il est difficile pour les patients de faire les bons choix. D'autres obstacles relèvent davantage de contraintes du quotidien, comme le manque de temps pour cuisiner des repas ou les limitations budgétaires, notamment sur les produits fermentés ou probiotiques perçus comme onéreux. La difficulté à changer ses habitudes durablement souligne également la dimension comportementale du problème : même en connaissant les bons gestes, l'ancrage des routines rend la transition difficile sans accompagnement. Enfin, plus d'un tiers des participants expriment une forme de scepticisme : ils doutent que ce type d'alimentation ait un réel impact sur leur santé. Ce constat est préoccupant, en effet, les règles hygiéno-diététiques constituent la première ligne de traitement de l'hypertension depuis de nombreuses années. Cette méfiance pourrait refléter une attente plus forte vis-à-vis des traitements pharmacologiques, au détriment des mesures non médicamenteuses pourtant essentielles à long terme. Elle interroge également sur la manière dont ces recommandations sont expliquées et perçues par les patients.

Ces freins, bien que variés, convergent vers une même nécessité : proposer des conseils simples, concrets, accessibles, et surtout accompagnés dans la durée pour qu'ils deviennent durables et crédibles aux yeux des patients.

Malgré l'ensemble de ces freins, les résultats de l'enquête révèlent une forte motivation à agir chez les personnes hypertendues interrogées. Plus de 84% se disent prêts à modifier leur alimentation pour favoriser un microbiote intestinal sain, et près de 98% souhaitent bénéficier de recommandations personnalisées. Cette forte adhésion montre que les patients ne sont pas passifs face à leur santé, mais qu'ils attendent des outils concrets, crédibles et adaptés à leur réalité quotidienne.

III) Limites de l'enquête

Bien que les choix méthodologiques de cette enquête aient été guidés par la volonté de recueillir des données fiables, certaines limites doivent être soulignées, tant sur le plan du recueil des données que de leur analyse.

Premièrement, la nature auto-administrée du questionnaire, diffusé uniquement en ligne, expose l'enquête à plusieurs biais d'échantillonnage. Les répondants sont, par définition, des personnes ayant accès à Internet et suffisamment intéressées par la thématique pour y participer. Cela peut introduire un biais de sélection en faveur d'individus plus jeunes, plus éduqués ou plus sensibilisés aux enjeux de santé et de nutrition. La surreprésentation des femmes dans l'échantillon (73%) illustre ce biais : bien que cette donnée ait été analysée, elle ne permet pas de tirer des conclusions fiables sur les différences potentielles selon le sexe. La composition de l'échantillon ne reflète donc pas la distribution réelle des patients hypertendus dans la population française [61], ce qui limite les possibilités de généralisation.

Deuxièmement, les réponses sont entièrement déclaratives, ce qui implique un risque de biais de déclaration. Certains répondants peuvent avoir surestimé la qualité de leur alimentation ou le contrôle de leur tension artérielle, que ce soit par oubli ou méconnaissance de leur tension ou des objectifs de contrôle. Il est également probable que des pratiques perçues comme positives (exemple : prise de probiotiques, consommation de fibres) aient été sur-déclarées. L'absence de mesure clinique ou d'objectivité des comportements constitue donc une limite importante.

Troisièmement, l'analyse repose en grande partie sur des associations statistiques simples. Les tests univariés ont permis de repérer certaines corrélations entre comportements, perceptions et statut tensionnel, mais ils ne permettent en aucun cas d'établir des liens de causalité. Par ailleurs, les effectifs de certains sous-groupes restent faibles, ce qui réduit la puissance statistique de certains tests et rend l'interprétation plus fragile.

Enfin, le questionnaire n'intègre pas la dimension temporelle des comportements. Il ne permet pas de savoir si les participants ont adopté leurs nouvelles habitudes alimentaires depuis quelques jours ou plusieurs années. Ce manque de précision complique

l'interprétation des résultats, notamment en ce qui concerne les effets perçus de ces changements sur la tension artérielle. Or, la littérature montre que les bénéfices attendus d'une alimentation favorable au microbiote intestinal nécessitent souvent une exposition prolongée.

En dépit de ces limites, cette enquête apporte un éclairage utile en vie réelle sur les perceptions et les comportements de patients hypertendus vis-à-vis de leur alimentation et de leur microbiote intestinal.

IV) Recommandations

Le microbiote intestinal fait aujourd'hui l'objet d'un intérêt croissant dans la recherche en santé, en raison de ses implications potentielles dans la régulation de la pression artérielle. Pourtant, ce lien reste encore marginal dans les pratiques de soin, comme en témoigne l'enquête réalisée dans le cadre de ce mémoire. Celle-ci met en évidence une double lacune : d'une part, une méconnaissance importante du lien entre alimentation, microbiote et hypertension chez les patients ; d'autre part, une faible intégration de cette dimension dans les consultations médicales. Afin de pallier ce déficit d'information et de favoriser l'adoption de comportements nutritionnels favorables, cette dernière partie propose un plan d'action, articulé autour de deux axes : la mobilisation des professionnels de santé et l'accompagnement des patients hypertendus.

1) Recommandations à destination des professionnels de santé

Les professionnels de santé, et en particulier les médecins généralistes, occupent une place centrale dans la prise en charge de l'hypertension artérielle. Leur rôle de premier recours et leur proximité avec les patients en font des relais incontournables pour transmettre des messages de prévention. Dans ce contexte, un plan d'action en trois étapes peut être envisagé.

La première étape consiste à renforcer la formation des médecins généralistes et des autres acteurs concernés (cardiologues, pharmaciens, diététiciens) sur le rôle du microbiote intestinal dans l'hypertension. Cette sensibilisation pourrait passer par des formats souples et accessibles tels que des webinaires, des modules en ligne ou des contenus synthétiques diffusés via les réseaux professionnels existants. L'objectif est de fournir des repères clairs, validés scientifiquement, et facilement applicables en pratiques cliniques. A plus long terme, l'intégration d'un module « microbiote et HTA » dans les formations de développement professionnel continue pourrait assurer une diffusion large de ces connaissances.

La deuxième étape vise à intégrer progressivement des conseils nutritionnels simples en consultation, sans alourdir la charge informationnelle pour le patient. Il s'agirait, par exemple, de recommander l'augmentation de la consommation de fibres (fruits, légumes, légumineuses, céréales complètes), l'introduction d'aliments fermentés (yaourt nature, kéfir, choucroute) ou encore une vigilance sur les produits transformés, délétères pour le

microbiote. Ces recommandations peuvent être adaptées au contexte du patient, à ses habitudes, ses préférences et ses contraintes culturelles ou économiques. Un objectif réaliste serait que, d'ici 6 à 12 mois, au moins 50% des patients hypertendus aient reçu un message en lien avec le microbiote au cours de leur suivi. Pour faciliter cette intégration, des outils pratiques comme des fiches mémo cliniques ou des checklists de consultation pourraient être proposés aux médecins, incluant quelques questions repères et recommandations types.

La troisième étape repose sur la structuration d'une approche pluridisciplinaire. La prise en charge du lien alimentation-microbiote-HTA dépasse strictement le cadre strictement médical et suppose une coordination active entre médecins, cardiologue, diététiciens et autres intervenants. Pour cela, il est envisageable de créer des outils communs (brochure, fiches conseils, visuels explicatifs) utilisables par tous les professionnels. Des réunions de coordination ou des temps d'échange interprofessionnels permettraient d'harmoniser les messages, de limiter les redondances et de renforcer la cohérence du parcours de soin. Ce travail collaboratif pourrait être initié au sein des maisons de santé pluri professionnelles (MSP) ou des communautés professionnelles territoriales de santé (CPTS), qui offrent déjà un cadre structuré pour ce type de dynamique. Des indicateurs simples tels que le taux d'orientation vers un(e) diététicien(ne) ou la diffusion de supports pédagogiques en consultation pourraient permettre de suivre l'effectivité de cette mise en œuvre.

Ainsi, une meilleure formation et une coordination renforcée entre les acteurs de santé permettraient non seulement de légitimer cette thématique en consultation, mais aussi d'augmenter la sensibilisation des patients à ces enjeux.

2) Recommandations pour les patients hypertendus

L'amélioration de l'information transmise par les professionnels de santé doit s'accompagner d'un soutien concret à destination des patients. Les résultats de l'enquête montrent en effet une forte volonté de modifier ses habitudes alimentaires, mais un manque de repères pratiques, de motivation et d'accès à des ressources adaptées. Pour répondre à ces besoins, quatre axes d'intervention peuvent être proposés.

Le premier axe concerne l'information et la vulgarisation. Il apparaît essentiel de rendre accessibles les notions-clés relatives au microbiote intestinal et à son lien avec la pression

artérielle. Pour cela, différents supports peuvent être mobilisés : une affiche pédagogique exposée dans les lieux de soin (salles d'attentes, pharmacies) (*Annexe 3 : Affiche pédagogique*), des fiches illustrées expliquant comment enrichir son alimentation en fibres ou intégrer des aliments fermentés, ou encore des contenus numériques (infographies, mini-vidéos) relayés sur les réseaux sociaux des associations de patient. Ces outils doivent être conçus dans un langage simple, validés scientifiquement, et adaptés à une diversité de publics. Des relais de proximité (pharmaciens, infirmiers, médiateurs santé) pourraient aussi être formés pour expliquer ces contenus de vive voix, en particulier auprès des publics moins à l'aise avec l'écrit. Un objectif mesurable à deux ans pourrait être l'amélioration de la compréhension du lien microbiote-hypertension chez au moins un tiers des personnes exposées à ces messages, sur la base d'une auto-évaluation.

Le deuxième axe vise à favoriser des gestes simples et accessibles au quotidien. Les patients ayant modifié leur alimentation déclarent l'avoir fait principalement en réduisant le sel ou en augmentant les fibres, souvent de façon autonome. Il semble donc pertinent de valoriser et de structurer ces initiatives à travers des recommandations concrètes : ajouter une source de fibres à chaque repas (pain complet, pois chiches, son d'avoine), tester un aliment fermenté deux à trois fois par semaine, ou limiter progressivement les aliments ultra-transformés. Un carnet de bord imprimé ou numérique pourrait permettre aux patients de cocher les gestes réalisés chaque jour, et ainsi visualiser leur engagement. Une campagne locale intitulée « 3 gestes pour mon microbiote » pourrait par exemple inciter les participants à s'engager dans au moins une action pendant un mois. Cette approche par petites étapes limite les abandons, soutient la motivation et renforce l'estime de soi.

Le troisième axe consiste à créer des dynamiques collectives pour briser l'isolement et encourager le soutien mutuel. Des ateliers nutrition, organisés en partenariat avec des structures locales (centres sociaux, maisons de santé, associations), pourraient être animés par des professionnels ou des bénévoles formés. Ils pourraient inclure des démonstrations culinaires, des jeux pédagogiques ou des quiz interactifs sur le microbiote. Des défis collectifs à visée éducative (exemple : « un aliment fermenté par jour ») pourraient également renforcer l'adhésion de manière ludique. Par ailleurs, des groupes de discussion en ligne offriraient un espace d'échange sur les réussites, les freins et les astuces du quotidien. Les participants pourraient y partager leurs retour d'expérience via des photos ou témoignages, ce qui permettrait de renforcer le sentiment d'appartenance à une

communauté engagée. Ces formats permettent de toucher des personnes souvent éloignées des recommandations médicales classiques, et de créer une dynamique positive autour du changement.

Enfin, un dernier levier d'action repose sur la personnalisation de l'accompagnement. Ce besoin est fortement exprimé par les répondants : 98,4% souhaitent bénéficier de conseils individualisés. Cela pourrait se traduire par la remise de fiches personnalisées en consultation, la définition d'objectifs mesurables (par exemple : « ajouter une source de fibres au petit-déjeuner trois fois cette semaine »), ou encore l'utilisation de carnets de suivi – papier ou numérique – pour évaluer les progrès, identifier les obstacles et ajuster les actions. Une application mobile simple, dédiée aux patients hypertendus, pourrait regrouper ces fonctions (objectifs, rappels, enregistrement des progrès, bibliographie validée). Cette approche personnalisée favorise l'engagement du patient, valorise ses efforts et permet un accompagnement ajusté à ses ressources et à son contexte de vie.

3) Impacts attendus et perspectives

La mise en œuvre de ce plan d'action pourrait générer plusieurs effets positifs à moyen terme. Sur le plan individuel, une meilleure compréhension du rôle du microbiote et un accompagnement adapté devrait conduire à une plus grande autonomie des patients dans la gestion de leur santé. Cette autonomie ne substitue pas aux traitements médicamenteux, mais elle pourrait contribuer à optimiser leur efficacité, voire à en limiter le recours dans certaines situations. Elle permettrait également de renforcer la motivation des patients, en leur donnant les moyens de comprendre et d'agir sur des leviers concrets, visibles et valorisants.

Sur le plan collectif, une meilleure coordination entre les professionnels de santé, appuyée sur des outils partagés et une culture commune de la prévention nutritionnelle, renforcerait la cohérence du parcours de soin et la portée éducative des messages transmis. La création de référentiels de bonnes pratiques autour du lien alimentation, microbiote et hypertension pourrait aussi favoriser une diffusion homogène de l'information sur l'ensemble du territoire.

Plus largement, intégrer le microbiote intestinal dans la prise en charge de l'hypertension constitue une piste innovante mais réaliste, ancrée dans une démarche de santé publique,

fondée sur l'éducation, la personnalisation et la durabilité des changements comportementaux.

Le tableau ci-dessous présente le plan d'action décrit dans les parties précédentes de façon structurée.

Action	Acteurs concernés	Modalités / Outils	Temporalité	Impact attendu
Renforcer la formation sur le microbiote et l'HTA	Médecins généralistes, cardiologues, pharmaciens, diététiciens	Webinaires, modules en lignes, intégration à la formation initiale	Court terme	Meilleure compréhension et légitimation du sujet par les professionnels
Intégrer des conseils nutritionnels simples en consultation	Médecins généralistes	Recommandations adaptées (fibres, aliments fermentés, limiter les produits transformés)	Court terme	Sensibilisation directe des patients, action concrète sur leurs habitudes
Renforcer la coordination pluridisciplinaire	Médecins, diététiciens, infirmiers, équipes en MSP ou CPTS	Réunions interpro, supports partagés (brochures, visuels), outils communs	Moyen terme	Cohérence du parcours de soin, harmonisation des messages
Vulgariser les connaissances pour le grand public	Associations de patients, professionnels de santé, médiateurs, pharmacies	Affiches, fiches pratiques, infographies, vidéos, relais de proximité	Moyen terme	Accès équitable à l'information, montée en connaissances des patients
Encourager des gestes alimentaires simples au quotidien	Patients hypertendus, structures locales	Recommandations concrètes, carnet de bord, campagne « 3 gestes pour mon microbiote »	Moyen terme	Appropriation progressive, valorisation des efforts, maintien de la motivation
Créer des dynamiques collectives et de soutien mutuel	Associations, centres sociaux, maisons de santé, bénévoles formés	Ateliers nutrition, défis collectifs, groupes de discussion en ligne	Long terme	Renforcement du lien social, soutien entre pairs, inclusion des publics éloignés
Proposer un accompagnement personnalisé	Médecins, diététiciens, développeurs santé numérique	Fiches personnalisées, objectifs individualisés, application mobile dédiée	Long terme	Engagement accru, suivi individualisé, adaptation aux profils de vie

Tableau 1 : Plan d'action

Conclusion

Ce mémoire s'inscrit dans un contexte où l'hypertension artérielle reste une pathologie chronique de première importance, à la fois par sa fréquence et par les risques qu'elle engendre. Si les mesures hygiéno-diététiques constituent toujours la première ligne de traitement, des pistes complémentaires suscitent un intérêt croissant, parmi lesquelles la modulation du microbiote intestinal.

La revue de littérature a permis d'explorer les mécanismes par lesquels ce microbiote pourrait être impliqué dans la régulation de la pression artérielle. Plusieurs hypothèses biologiques sont évoquées, comme l'implication de certains métabolites produits par des bactéries intestinales, la modulation de l'inflammation systémique, ou encore l'interaction avec le système rénine-angiotensine. Ces données soutiennent l'idée d'un lien possible entre santé intestinale et santé cardiovasculaire.

Parallèlement, l'enquête menée auprès de personnes hypertendues a permis de mieux comprendre la place que ces approches occupent dans leur quotidien. Les résultats indiquent que les pratiques favorables au microbiote – comme la consommation de fibres ou d'aliments fermentés – sont relativement répandues, bien que souvent motivées par des raisons générales de « bonne santé » plutôt que par une connaissance précise du lien avec l'hypertension. Quant aux probiotiques, leur usage reste limité et semble encore méconnu dans ce contexte. L'idée que le microbiote puisse jouer un rôle dans la gestion de la tension artérielle n'est pas partagée par l'ensemble des participants, et elle ne semble pas, à ce jour, constituer un levier de changement majeur pour la plupart.

Cela ne signifie pas qu'il n'existe aucune dynamique favorable. Certaines personnes, plus sensibilisées, déclarent avoir adapté leur alimentation ou avoir ressenti des effets positifs. Néanmoins, aucune association claire n'a permis de relier ces changements perçus à un meilleur contrôle tensionnel dans cette enquête. L'analyse des données souligne surtout un manque d'information spécifique sur ce sujet, y compris de la part des professionnels de santé, ce qui pourrait freiner une appropriation plus large de ces approches.

Au regard de ces éléments, la modulation du microbiote intestinal ne peut pas encore être considérée comme un outil validé dans la prise en charge de l'hypertension. En revanche, elle s'inscrit dans une logique prometteuse de personnalisation des soins, à condition d'être mieux étudiée, mieux expliquée, et mieux intégrée aux pratiques actuelles. Des efforts restent nécessaires pour structurer les connaissances, sensibiliser les acteurs concernés, et garantir une information fiable au public.

Enfin, cette enquête soulève une question plus large : dans un système de santé en transition, où la prévention et la personnalisation prennent de plus en plus d'importance, comment faire pour que les patients aient accès à des informations claires, compréhensibles et scientifiquement fondées sur ces approches émergentes ? Et surtout, comment faire en sorte que ces nouvelles connaissances puissent réellement se traduire en actions concrètes, adaptées aux réalités de chacun ?

Bibliographie

- [1] World Health Organization : WHO, World Health Organization : WHO. Hypertension artérielle [Internet]. 2023. Disponible sur : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
- [2] Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension [Internet]. *European Heart Journal*. 2018 [cité 2025 mai 17];39(33):3021–104. Disponible sur : <https://academic.oup.com/eurheartj/article/39/33/3021/5079119>
- [3] Hypertension artérielle en France : 17 millions d'hypertendus | Santé publique France [Internet]. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/les-actualites/2023/hypertension-arterielle-en-france-17-millions-d-hypertendus-dont-plus-de-6-millions-n-ont-pas-connaissance-de-leur-maladie>
- [4] Hypertension artérielle (HTA) · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. Disponible sur : <https://www.inserm.fr/dossier/hypertension-arterielle-hta/>
- [5] Sfc. Chapitre 04 - Item 224 : Hypertension artérielle de l'adulte et de l'enfant - SFCARDIO [Internet]. SFCARDIO. 2025. Disponible sur : <https://www.sfcordio.fr/publication/chapitre-04-item-224-hypertension-arterielle-de-ladulte-et-de-lenfant/>
- [6] Weir MR. Hypertension [Internet]. Édition Professionnelle du Manuel MSD. 2024. Disponible sur : <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/troubles-cardiovasculaires/hypertension-art%C3%A9rielle/hypertension>
- [7] Sanchez É. Les différents types de médicaments antihypertenseurs - Réussis ton IFSI [Internet]. Réussis Ton IFSI. 2023. Disponible sur : <https://reussistonifsi.fr/les-differents-types-medicaments-antihypertenseurs/>
- [8] Réthi J, Achour A, Benamour S, Chaouki S, Agoumi A, Boukhris S, et al. Hypertension artérielle essentielle de l'adulte [Internet]. *La Revue de Médecine Interne*. 2002 [cité 2025 mai 17];23(6):520–9. Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0985056202001693>
- [9] Microbiote intestinal (flore intestinale) · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. Disponible sur : <https://www.inserm.fr/dossier/microbiote-intestinal-flore-intestinale/>
- [10] Delzenne NM, Cani PD. Implication de la flore intestinale dans le métabolisme énergétique. *Médecine/Sciences* [Internet]. 1 mai 2008 ; 24(5) : 505-10. Disponible sur : <https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/abs/2008/07/medsci2008245p505/medsci2008245p505.html>
- [11] Kaoutari AE, Armougom F, Raoult D, Henrissat B. Le microbiote intestinal et la digestion des polysaccharides. *Médecine/Sciences* [Internet]. 1 mars 2014 ; 30(3) : 259-65. Disponible sur : https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2014/03/medsci20143003p259/medsci20143003p259.html

- [12] Pérez JC. The interplay between gut bacteria and the yeast *Candida albicans*. *Gut Microbes* [Internet]. 1 janv 2021 ; 13(1). Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34586038/>
- [13] Biocodex Microbiota Institute. Le microbiote intestinal [Internet]. Biocodex Microbiota Institute. 2025. Disponible sur : <https://www.biocodexmicrobiotainstitute.com/fr/le-microbiote-intestinal>
- [14] Contributeurs aux projets Wikimedia. Microbiote intestinal humain [Internet]. 2025. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Microbiote_intestinal_humain
- [15] Oliero M. Comment les acides gras à chaîne courte prennent-ils soin de notre intestin ? [Internet]. Gut Microbiota For Health. 2023. Disponible sur : <https://www.gutmicrobiotaforhealth.com/fr/comment-les-acides-gras-a-chaîne-courte-prennent-ils-soin-de-notre-intestin/>
- [16] Gérard P. Microbiote intestinal et lipides : impact sur la santé humaine. *OCL* [Internet]. 1 juill 2012 ; 19(4) : 223-7. Disponible sur : https://www.ocl-journal.org/articles/ocl/full_html/2012/04/ocl2012194p223/ocl2012194p223.html
- [17] Bouterin V, Piastra-Facon F, Risson E. Le microbiote intestinal, un modulateur clé de la physiologie immunitaire. *Médecine/Sciences* [Internet]. 1 juin 2019 ; 35(6-7) : 571-4. Disponible sur : https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2019/07/msc190164/msc190164.html
- [18] Admingidmc. microbiote et maladies auto-immunes : un lien qui se confirme - Groupe d& #039 ; Intérêt Myopathies inflammatoires [Internet]. Groupe D'Intérêt Myopathies Inflammatoires. 2025. Disponible sur : <https://myopathiesinflammatoires.afm-telethon.fr/microbiote-et-maladies-auto-immunes-un-lien-qui-se-confirme/>
- [19] Gastrointestinal Society. Lien cerveau-intestin et syndrome de l'intestin irritable (SII) [Internet]. Gastrointestinal Society. Disponible sur : <https://badgut.org/centre-information/sujets-de-a-a-z/liens-cerveau-intestin-et-sii/?lang=fr>
- [20] Biocodex Microbiota Institute. L'axe intestin-cerveau : Quel est le rôle du microbiote ? [Internet]. Biocodex Microbiota Institute. 2024. Disponible sur : <https://www.biocodexmicrobiotainstitute.com/fr/laxe-intestin-cerveau-quel-est-le-role-du-microbiote>
- [21] Fu J, Zheng Y, Gao Y, Xu W. Dietary Fiber Intake and Gut Microbiota in Human Health. *Microorganisms* [Internet]. 18 déc 2022 ; 10(12) : 2507. Disponible sur : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9787832/>
- [22] Sáez C. Un microbiote intestinal équilibré peut améliorer nos performances sportives [Internet]. Gut Microbiota For Health. 2023. Disponible sur : <https://www.gutmicrobiotaforhealth.com/fr/un-microbiote-intestinal-equilibre-peut-ameliorer-nos-performances-sportives/>

- [23] Spigaglia P. Clostridioides difficile and Gut Microbiota : From Colonization to Infection and Treatment. Pathogens [Internet]. 31 juill 2024 ; 13(8) : 646. Disponible sur : <https://www.mdpi.com/2076-0817/13/8/646>
- [24] Biocodex Microbiota Institute. Les inhibiteurs de la pompe à protons modifient le microbiome intestinal [Internet]. Biocodex Microbiota Institute. 2024. Disponible sur : <https://www.biocodexmicrobiotainstitute.com/fr/pro/les-inhibiteurs-de-la-pompe-protons-modifient-le-microbiome-intestinal>
- [25] Rahmouni O, Dubuquoy L, Desreumaux P, Neut C. Microbiote intestinal et développement des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin. Médecine/Sciences [Internet]. 1 nov 2016 ; 32(11) : 968-73. Disponible sur : https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2016/11/medsci20163211p968/medsci20163211p968.html
- [26] Hardy A. Comment le microbiote intestinal contribue-t-il au diabète de type 2 : ce que nous savons déjà [Internet]. Gut Microbiota For Health. 2020. Disponible sur : <https://www.gutmicrobiotaforhealth.com/fr/comment-le-microbiote-intestinal-contribue-t-il-au-diabete-de-type-2-ce-que-nous-savons-deja/>
- [27] Saad MJA, Santos A, Prada PO. Linking Gut Microbiota and Inflammation to Obesity and Insulin Resistance. Physiology [Internet]. 2 juin 2016 ; 31(4) : 283-93. Disponible sur : <https://doi.org/10.1152/physiol.00041.2015>
- [28] Santé mentale : le nerf vague lie microbiote et dépression · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. Disponible sur : <https://www.inserm.fr/actualite/sante-mentale-le-nerf-vague-lie-microbiote-et-depression/>
- [29] King J. Aller aux entrailles des maladies auto-immunes & # 187 ; Luxembourg Institute of Health [Internet]. Luxembourg Institute Of Health. 2022. Disponible sur : <https://www.lih.lu/fr/article/aller-aux-entrailles-des-maladies-auto-immunes/>
- [30] Marques FZ, Nelson E, Chu PY, Horlock D, Fiedler A, Ziemann M, et al. High-Fiber Diet and Acetate Supplementation Change the Gut Microbiota and Prevent the Development of Hypertension and Heart Failure in Hypertensive Mice. Circulation [Internet]. 8 déc 2016 ; 135(10) : 964-77. Disponible sur : <https://doi.org/10.1161/circulationaha.116.024545>
- [31] Pluznick JL. Microbial Short-Chain Fatty Acids and Blood Pressure Regulation. Current Hypertension Reports [Internet]. 17 mars 2017 ; 19(4). Disponible sur : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5584783/>
- [32] Grylls A, Seidler K, Neil J. Link between microbiota and hypertension: Focus on LPS/TLR4 pathway in endothelial dysfunction and vascular inflammation, and therapeutic implication of probiotics [Internet]. Biomed Pharmacother. 2021 May;137:111334. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33556874/>
- [33] Jaworska K, Koper M, Ufnal M. Gut microbiota and renin-angiotensin system : a complex interplay at local and systemic levels. AJP Gastrointestinal And Liver Physiology [Internet].

18 août 2021 ; 321(4) : G355-66. Disponible sur : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8486428/>

- [34] Amiri P, Hosseini SA, Ghaffari S, Tutunchi H, Ghaffari S, Mosharkesh E, et al. Role of Butyrate, a Gut Microbiota Derived Metabolite, in Cardiovascular Diseases : A comprehensive narrative review. *Frontiers In Pharmacology* [Internet]. 2 févr 2022 ; 12. Disponible sur : <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.837509>
- [35] Lin L, Xu S, Cai M, Li S, Chen Y, Chen L, et al. Effects of fecal microbiota transfer on blood pressure in animal models : A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* [Internet]. 5 avr 2024 ; 19(4) : e0300869. Disponible sur : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10997129/>
- [36] Canale MP, Noce A, Di Lauro M, Marrone G, Cantelmo M, Cardillo C, et al. Gut Dysbiosis and Western Diet in the Pathogenesis of Essential Arterial Hypertension : A Narrative Review. *Nutrients* [Internet]. 1 avr 2021 ; 13(4) : 1162. Disponible sur : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8066853/>
- [37] Tokarek J, Budny E, Saar M, Kućmierz J, Młynarska E, Rysz J, et al. Does the Composition of Gut Microbiota Affect Hypertension ? Molecular Mechanisms Involved in Increasing Blood Pressure. *International Journal Of Molecular Sciences* [Internet]. 10 janv 2023 ; 24(2) : 1377. Disponible sur : <https://www.mdpi.com/1422-0067/24/2/1377>
- [38] Cai M, Lin L, Jiang F, Peng Y, Li S, Chen L, et al. Gut microbiota changes in patients with hypertension : A systematic review and meta-analysis. *Journal Of Clinical Hypertension* [Internet]. 18 oct 2023 ; 25(12) : 1053-68. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37853925/>
- [39] Ge Y, Wang J, Wu L, Wu J. Gut microbiota : a potential new regulator of hypertension. *Frontiers In Cardiovascular Medicine* [Internet]. 27 juin 2024 ; 11. Disponible sur : <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1333005>
- [40] Biocodex Microbiota Institute. Microbiota Mag n°20 : Le microbiote intestinal comme déterminant d'une alimentation saine [Internet]. Paris : Biocodex Microbiota Institute ; 2024 janv. Disponible sur : <https://www.biocodexmicrobiotainstitute.com/sites/default/files/2024-05/Microbiota%20Mag%2020%20FR.pdf>.
- [41] Grosso G, Godos J, Currenti W, Micek A, Falzone L, Libra M, et al. The Effect of Dietary Polyphenols on Vascular Health and Hypertension : Current Evidence and Mechanisms of Action. *Nutrients* [Internet]. 27 janv 2022 ; 14(3) : 545. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35276904/>
- [42] Menni C, Zierer J, Pallister T, Jackson MA, Long T, Mohny RP, et al. Omega-3 fatty acids correlate with gut microbiome diversity and production of N-carbamylglutamate in middle aged and elderly women. *Scientific Reports* [Internet]. 5 sept 2017 ; 7(1). Disponible sur : <https://www.nature.com/articles/s41598-017-10382-2>

- [43] O’Riordan VRAM. Les aliments fermentés contenant des probiotiques abaissent la pression artérielle. Medscape [Internet]. 16 juin 2017 ; Disponible sur : <https://francais.medscape.com/voirarticle/3600795?form=fpf>
- [44] Biocodex Microbiota Institute. Régime méditerranéen « vert » : quels liens entre santé cardiometabolique et microbiote intestinal ? [Internet]. Biocodex Microbiota Institute. 2024. Disponible sur : <https://www.biocodexmicrobiotainstitute.com/fr/pro/regime-mediterraneen-vert-quels-liens-entre-sante-cardiometabolique-et-microbiote-intestinal>
- [45] Mutengo KH, Masenga SK, Mweemba A, Mutale W, Kirabo A. Gut microbiota dependant trimethylamine N-oxide and hypertension. *Frontiers In Physiology* [Internet]. 6 avr 2023 ; 14. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37089429/>
- [46] Siervo M, Lara J, Chowdhury S, Ashor AW, Oggioni C, Mathers JC. Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) Diet and Blood Pressure in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials [Internet]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2022;24(5):470–82. Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2161831322000473?via%3Dihub>
- [47] DASH diet - An effective way to manage hypertension [Internet]. Fittr. 2022. Disponible sur : <https://www.fittr.com/article/dash-diet-an-effective-way-to-manage-hypertension-122/>
- [48] Allergosanmassot. Trop de sel : quel impact sur le microbiome ? - OMNi-BiOTiC® [Internet]. OMNi-BiOTiC®. 2024. Disponible sur : <https://www.omni-biotic.com/fr-fr/blog/trop-de-sel-microbiome/>
- [49] Burcelin R, Nicolas S, Blasco-Baque V. Microbiotes et maladies métaboliques. *Médecine/Sciences* [Internet]. 1 nov 2016 ; 32(11) : 952-60. Disponible sur : https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2016/11/medsci20163211p952/medsci20163211p952.html
- [50] Qi D, Nie XL, Zhang JJ. The effect of probiotics supplementation on blood pressure : a systemic review and meta-analysis. *Lipids In Health And Disease* [Internet]. 25 avr 2020 ; 19(1). Disponible sur : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7183137/>
- [51] Rico-Villa B, Robbens J, Pouvreau S, Auffret M, Faury N, Bernard I, et al. Transcriptomics and cellular response of red abalone (*Haliotis rufescens*) grown in industrial hatchery to the metal and pathogens stress: role of probiotics in the survival of organisms [Internet]. ResearchGate; 2015. Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/280958557_Transcriptomics_and_cellular_response_of_red_abalone_Haliotis_rufescens_grown_in_industrial_hatchery_to_the_metal_and_pathogens_stress_role_of_probiotics_in_the_survival_of_organisms
- [52] Khalesi S, Sun J, Buys N, Jayasinghe R. Effect of Probiotics on Blood Pressure. *Hypertension* [Internet]. 22 juill 2014 ; 64(4) : 897-903. Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25047574/>

- [53] HYPERTENSION : Ces bactéries du microbiote qui refusent les [Internet]. Santé Log. 2022. Disponible sur : <https://www.santelog.com/actualites/hypertension-ces-bacteries-du-microbiote-qui-refusent-les-antihypertenseurs>
- [54] [Aurora Service. Effets des médicaments sur la flore intestinale-OMNi-BiOTiC® [Internet]. OMNi-BiOTiC®. 2024. Disponible sur : <https://www.omni-biotic.com/fr-fr/blog/les-effets-des-medicaments-sur-le-microbiote-intestinal/>
- [55] Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM). La transplantation de microbiote fécal et son encadrement dans les essais cliniques [Internet]. ANSM; 2016 nov. Disponible sur : <https://ansm.sante.fr/uploads/2022/09/19/microbiote-fecale-rapport-nov-2016.pdf>
- [56] Revue Médicale Suisse. Transplantation de microbiote fécal : état actuel et perspectives [Internet]. Rev Med Suisse. 2019 mai 8;15(650):976–81. Disponible sur : https://www.revmed.ch/view/414197/3619975/RMS_650_976.pdf
- [57] Postbiotiques : quels sont les bénéfices santé des acides gras à chaîne courte (AGCC) ? [Internet]. Disponible sur : <https://www.alternativesante.fr/microbiote/postbiotiques-quels-sont-les-benefices-sante-des-acides-gras-a-chaine-courte-agcc>
- [58] Mutengo KH, Masenga SK, Mweemba A, Mutale W, Kirabo A. Gut microbiota dependant trimethylamine N-oxide and hypertension. *Frontiers In Physiology* [Internet]. 6 avr 2023 ; 14. Disponible sur : <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1075641>
- [59] Article - Bulletin épidémiologique hebdomadaire [Internet]. Disponible sur : https://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2025/HS/2025_HS_7.html
- [60] Dzau VJ, Hodgkinson CP. Precision hypertension. *Hypertension* [Internet]. 19 déc 2023 ; 81(4) : 702-8. Disponible sur : <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.123.21710>
- [61] Perrine A-L, Lecoivre C, Blacher J, Olié V. L'hypertension artérielle en France : prévalence, traitement et contrôle en 2015 et évolutions depuis 2006 [Internet]. *Bull Épidémiol Hebd.* 2018;(10):170–9. Disponible sur : https://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2018/10/pdf/2018_10_1.pdf

Remerciements	2
Sommaire.....	3
Liste des abréviations	4
Glossaire	5
Liste des figures.....	6
Liste des annexes.....	6
Introduction.....	7
Partie 1 : Revue de la littérature.....	9
I) L'hypertension artérielle : “le tueur silencieux”	9
1) Définition et classification.....	9
2) Physiopathologie de l'hypertension : un équilibre rompu	10
A) Le système nerveux autonome et l'hyperactivité sympathique.....	10
B) Le système rénine-angiotensine-aldostérone (SRAA)	10
C) Le rôle de l'endothélium et du stress oxydatif	11
3) Facteurs de risque et causes de l'hypertension	11
4) Prise en charge et stratégies thérapeutiques.....	12
II) Le microbiote intestinal et ses fonctions clés	12
1) Définition et composition du microbiote intestinal.....	12
2) Rôles physiologiques du microbiote intestinal	13
A) Digestion et métabolisme des nutriments	14
B) Modulation du système immunitaire.....	15
C) Axe intestin-cerveau	15
3) Facteurs influençant l'équilibre du microbiote intestinal.....	16
A) Alimentation et mode de vie	16
B) Médicaments et antibiotiques.....	16
C) Pathologies.....	17
III) Lien entre microbiote et régulation de la pression artérielle	18
1) Mécanismes d'interaction entre le microbiote et la pression artérielle	18
A) Production de métabolites bioactifs	18
B) Inflammation et stress oxydatif.....	18
C) Le système rénine-angiotensine	19
2) Dysbiose et hypertension : preuves cliniques et expérimentales	19
A) Données chez l'animal	19
B) Données cliniques	20
3) Facteurs influençant le lien entre microbiote et hypertension	21
A) Modulation du microbiote par l'alimentation	21
B) L'impact des probiotiques sur la pression artérielle.....	24
C) Rôle du microbiote dans la réponse aux traitement antihypertenseurs	25
4) Thérapies innovantes basées sur le microbiote intestinal	26
A) Transplantation de microbiote fécal.....	26
B) Développement de médicaments ciblant le microbiote.....	27
C) Perspectives d'intégration dans les recommandations cliniques.....	27
Partie 2 : Méthodologie de l'enquête terrain	29
I) Objet de l'enquête.....	29
II) Conception de l'enquête	30
1) Population étudiée	30
2) Choix de la méthodologie	30
3) Méthode d'analyse des données	31
Partie 3 : Analyse des résultats et discussion.....	32
I) Analyse des résultats	32
1) Profil des participants	32
A) Répartition selon le sexe	32

B)	Répartition selon la tranche d'âge.....	32
C)	Ancienneté du diagnostic de l'hypertension	33
D)	Prise en charge thérapeutique et contrôle de la pression artérielle	33
2)	Habitudes alimentaires des participants.....	34
A)	Fréquence de consommation d'aliments riches en fibres.....	34
B)	Fréquence de consommation d'aliments fermentés	34
C)	Consommation et durée des cures de probiotiques	35
D)	Modifications alimentaires adoptées.....	35
E)	Effets perçus sur la pression artérielle	36
F)	Facteurs associés au contrôle de la pression artérielle	37
3)	Perception et connaissances autour du lien entre l'alimentation, le microbiote intestinal et la pression artérielle	38
A)	Perception de l'influence de l'alimentation sur la PA.....	38
B)	Connaissance du lien microbiote intestinal - pression artérielle	39
C)	Accord avec l'impact du microbiote intestinal	40
D)	Sources d'informations	40
E)	Perceptions et profils patients	41
F)	Perceptions et comportements alimentaires	41
G)	Perceptions et contrôle de la pression artérielle	42
4)	Rôle des professionnels de santé dans l'information nutritionnelle.....	43
A)	Professionnels assurant le suivi.....	43
B)	Sentiment d'être suffisamment informé.....	44
C)	Association entre l'information reçue et les comportements alimentaires	44
5)	Freins à l'adoption d'une alimentation bénéfique pour le microbiote	45
A)	Obstacles déclarés.....	45
B)	Motivation à changer	45
C)	Intérêt pour des recommandations personnalisés.....	46
II)	Discussion.....	47
III)	Limites de l'enquête	51
IV)	Recommandations	53
1)	Recommandations à destination des professionnels de santé	53
2)	Recommandations pour les patients hypertendus	54
3)	Impacts attendus et perspectives.....	56
	Conclusion.....	58
	Bibliographie	60
	Annexes	68

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire

Préambule :

Questionnaire : Habitudes alimentaires et hypertension artérielle.

Dans le cadre de mon **mémoire de fin d'études en Master 2 Recherche Clinique**, je réalise cette enquête afin d'évaluer vos habitudes alimentaires et votre expérience en tant que patient(e) suivi(e) pour une hypertension artérielle.

L'objectif de cette enquête est de **mieux comprendre les habitudes alimentaires des patients hypertendus**, ainsi que leur niveau d'information et leurs perceptions concernant le rôle du microbiote intestinal, en lien avec leur prise en charge de l'hypertension artérielle.

Ce questionnaire est **entièrement anonyme**. Aucune information permettant de vous identifier ne sera collectée et vos réponses resteront strictement confidentielles. Les données seront analysées uniquement dans le cadre de mon mémoire.

Temps estimé pour répondre : environ 7 à 10 minutes

Merci pour votre participation.

I. Profil du répondant

- 1) Quel est votre âge ?
 - Moins de 45 ans
 - 45-64 ans
 - 65 - 84 ans
 - 85 ans et plus
- 2) Quel est votre sexe ?
 - Femme
 - Homme
 - Ne souhaite pas répondre
- 3) Souffrez-vous d'hypertension ?
 - Oui
 - Non

→ *Si non, fin du questionnaire*

- 4) Depuis combien de temps souffrez-vous d'hypertension ?
 - Moins d'1 an
 - 1 à 5 ans
 - 6 à 10 ans
 - Plus de 10 ans

- 5) Prenez-vous actuellement un traitement médicamenteux pour votre hypertension ?
- Oui
 - Non

- 6) Votre hypertension est-elle actuellement contrôlée* ?
- Oui
 - Non

**La pression artérielle est considérée comme "contrôlée" lorsqu'elle reste dans les limites recommandées par votre médecin.*

II. Habitudes alimentaires

- 7) A quelle fréquence consommez-vous des aliments riches en fibres (fruits, légumes, céréales complètes, légumineuses,...) ?



- Tous les jours
- Quelques fois par semaine
- Occasionnellement
- Jamais

- 8) A quelle fréquence consommez-vous des aliments fermentés (yaourts, pain, fromage, choucroute, cornichons, olive,...) ?



- Tous les jours
- Quelques fois par semaine
- Occasionnellement
- Jamais

- 9) Consommez-vous des probiotiques (bonnes bactéries aidant à équilibrer la flore intestinale) ou autres compléments alimentaires pour votre santé digestive ?



- Oui, de façon régulière (au moins une cure tous les 2 mois)
- Oui, occasionnellement (1 à 2 cures par an)
- Non

Si oui question 9

- 10) Quelle est la durée moyenne d'une cure ?

- Moins de 30 jours
- Entre 30 et 60 jours
- Plus de 60 jours

III. Perception et expériences des interventions alimentaires

- 11) Pensez-vous que l'alimentation peut influencer votre pression artérielle ?

- Oui, de manière positive (favorise une bonne régulation de la pression artérielle)
- Oui, de manière négative (augmente le risque d'hypertension)
- Non, je ne pense pas
- Je ne sais pas

- 12) Avez-vous déjà entendu parler du rôle du microbiote intestinal dans la régulation de la pression artérielle ?

- Oui
- Non

Si oui question 12

- 13) Quelle(s) source(s) d'information vous ont permis d'en entendre parler ? (Plusieurs réponses possibles)

- Médecin ou professionnel de santé
- Presse ou magazines santé
- Internet ou réseaux sociaux
- Entourage (famille, amis)
- Autres, précisez : (Champ libre)

Si oui question 12

- 14) Dans quelle mesure êtes vous d'accord avec l'affirmation suivante : Le microbiote intestinal a un impact important sur la régulation de la pression artérielle.

- Tout à fait d'accord
- Plutôt d'accord
- Neutre

- Plutôt pas d'accord
- Pas du tout d'accord
- Ne sais pas

15) Avez-vous déjà modifié votre alimentation dans le but d'améliorer votre pression artérielle ?

- Oui
- Non

Si oui, question 15

16) Quelles modifications avez-vous apportées ? *(plusieurs réponses possibles)*

- J'ai augmenté ma consommation de fibres
- J'ai intégré plus d'aliments fermenté/probiotiques
- J'ai réduit ma consommation de sel et d'aliments transformés
- J'ai limité ma consommation d'alcool
- Autres, précisez : (Champ libre)

Si oui, question 15

17) Avez-vous remarqué une amélioration de votre pression artérielle après un changement alimentaire ?

- Oui, j'ai constaté une amélioration
- Non, aucun effet remarqué
- Je ne sais pas / je ne me prononce pas

18) Seriez-vous prêt(e) à intégrer davantage d'aliments favorables au microbiote intestinal dans votre alimentation si cela pouvait aider à mieux contrôler votre hypertension ?

- Oui, prêt(e)
- Neutre / Sans avis
- Non, pas prêt(e)

19) Quels professionnels de santé assurent actuellement votre suivi ? *(plusieurs réponses possibles)*

- Médecin généraliste
- Cardiologue
- Diététicien(ne)/Nutritionniste
- Autres (précisez) :
- Aucun

20) Pensez-vous que les médecins ou professionnels de santé vous renseignent suffisamment sur le lien entre le microbiote intestinal et l'hypertension ?

- Oui, suffisamment informé(e)
- Non, pas suffisamment informé(e)
- Ne sais pas / Sans avis

21) Quelles sont, selon vous, les principales difficultés à modifier votre alimentation pour favoriser un bon microbiote intestinal ? *(plusieurs réponses possibles)*

- Manque d'informations sur les aliments bénéfiques

- Contraintes financières (prix des aliments bénéfiques pour le microbiote)
- Manque de temps pour cuisiner des repas équilibrés
- Difficulté à modifier durablement mes habitudes alimentaires
- Je ne pense pas que cela ait un réel impact sur ma santé
- Autre (précisez) : (Champ libre)

IV. Avis personnel

22) Seriez-vous intéressé(e) par des recommandations alimentaires personnalisées pour améliorer votre microbiote intestinal et votre pression artérielle ?

- Oui
- Non

23) Si vous souhaitez ajouter un commentaire ou partager votre expérience sur l'alimentation et l'hypertension, vous pouvez l'écrire ici : Champ libre

Annexe 2 : Résultats détaillés des tableaux croisés

SEXE VS CONTRÔLE DE LA PRESSION ARTÉRIELLE

SEXE	PRESSION ARTÉRIELLE CONTRÔLÉE	
	Non	Oui
Femme	16 (17,4%)	76 (82,6%)
Homme	7 (21,2%)	26 (78,8%)
Ne souhaite pas répondre	0 (0,0%)	1 (100,0%)

ANCIENNETÉ DU DIAGNOSTIC VS CONTRÔLE DE LA PRESSION ARTÉRIELLE

ANCIENNETÉ HTA	PRESSION ARTÉRIELLE CONTRÔLÉE	
	Non	Oui
Moins d'un an	9 (25,0%)	27 (75,0%)
1 à 5 ans	5 (13,9%)	31 (86,1%)
6 à 10 ans	8 (22,2%)	28 (77,8%)
Plus de 10 ans	1 (5,6%)	17 (94,4%)

CONSOMMATION D'ALIMENTS FERMENTÉS VS CONTRÔLE DE LA PRESSION ARTÉRIELLE

CONSOMMATION D'ALIMENTS FERMENTÉS	PRESSION ARTÉRIELLE CONTRÔLÉE	
	Non	Oui
Non	2 (66,7%)	1 (33,3%)
Oui	21 (17,1%)	102 (82,9%)

CONSOMMATION DE PROBIOTIQUES VS CONTRÔLE DE LA PRESSION

CONSOMMATION DE PROBIOTIQUES	PRESSION ARTÉRIELLE CONTRÔLÉE	
	Non	Oui
Non	18 (19,4%)	75 (80,6%)
Oui	5 (15,2%)	28 (84,8%)

ANCIENNETÉ HTA VS DEGRÉ D'ACCORD AVEC LE LIEN ENTRE MICROBIOTE INTESTINAL ET PRESSION ARTÉRIELLE

ANCIENNETÉ HTA	DEGRÉ D'ACCORD AVEC LE LIEN ENTRE MICROBIOTE INTESTINAL ET PRESSION ARTÉRIELLE					
	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Ne sais pas
Moins d'un an	0 (0,0%)	1 (9,1%)	4 (36,4%)	3 (27,3%)	1 (9,1%)	2 (18,2%)
1 à 5 ans	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (25,0%)	1 (12,5%)	5 (62,5%)	0 (0,0%)
6 à 10 ans	1 (9,1%)	4 (36,4%)	2 (18,2%)	1 (9,1%)	1 (9,1%)	2 (18,2%)
Plus de 10 ans	2 (28,6%)	0 (0,0%)	2 (28,6%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (42,9%)

**INFORMATION REÇUES VS MODIFICATION DE
L'ALIMENTATION**

INFORMATION REÇUES	MODIFICATION ALIMENTATION	
	Non	Oui
Ne sais pas / Sans avis	9 (37,5%)	15 (62,5%)
Non, pas suffisamment informé(e)	21 (25,3%)	62 (74,7%)
Oui, suffisamment informé(e)	3 (15,8%)	16 (84,2%)

**INFORMATION REÇUES VS AUGMENTATION DE LA
CONSOMMATION DE FIBRES**

INFORMATION REÇUES	AUGMENTATION DE LA CONSOMMATION DE FIBRES	
	Non	Oui
Ne sais pas / Sans avis	21 (87,5%)	3 (12,5%)
Non, pas suffisamment informé(e)	52 (62,7%)	31 (37,3%)
Oui, suffisamment informé(e)	10 (52,6%)	9 (47,4%)

Microbiote & Hypertension

et si votre intestin aidait votre coeur ?

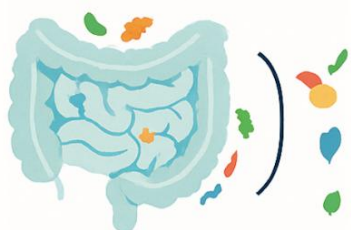
Le microbiote intestinal, c'est quoi ?



Des milliards de micro-organismes vivent dans vos intestins.



Ils forment ce que l'on appelle le **microbiote intestinal**



Il joue un rôle essentiel dans :

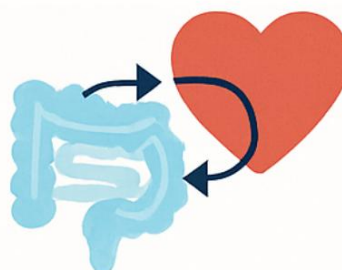
- la digestion des aliments
- la protection contre les infections,
- la régulation du système immunitaire

Un microbiote équilibré est un allié pour votre santé globale.

Quel lien avec la tension artérielle ?

Un microbiote équilibré aide à :

- produire des substances qui protègent les vaisseaux sanguins
- réduire l'inflammation dans le corps
- réguler l'absorption du sel



Un déséquilibre du microbiote peut favoriser l'hypertension.

3 gestes simples pour prendre soin de votre microbiote

1

Manger plus de fibres



Fruits, légumes, légumineuses, céréales complètes...

2

Consommez des aliments fermentés



Yaourt nature, kéfir, choucroute crue, fromage affiné...

3

Limitez les produits transformés



Plats industriels, excès de sucre, graisses saturées...

LE RÔLE DU MICROBIOTE INTESTINAL DANS LA GESTION DE L'HYPERTENSION

L'**hypertension artérielle** reste une cause majeure de morbidité cardiovasculaire. De nouvelles approches, comme la modulation du **microbiote intestinal** par l'**alimentation** ou les **probiotiques**, sont aujourd'hui envisagées en complément des traitements classiques. Ce mémoire étudie dans quelle mesure cette stratégie émergente pourrait représenter une alternative ou un complément utile à la gestion de l'hypertension. Pour cela, une double approche a été adoptée : revue des données scientifiques sur les liens entre microbiote et pression artérielle, et enquête menée auprès de 126 participants hypertendus afin d'évaluer leurs **connaissances**, leurs habitudes alimentaires, et les freins rencontrés dans l'adoption de ces pratiques. Les résultats montrent que le lien entre microbiote et santé cardiovasculaire est encore largement méconnu des patients, malgré une forte adhésion aux mesures hygiéno-diététiques de base. Ces constats soulèvent la nécessité de renforcer l'information, de former les soignants, et d'intégrer ces données dans une **prévention** plus personnalisée.

Mots clés : microbiote intestinal, hypertension artérielle, alimentation, probiotiques, connaissances, prévention

THE ROLE OF GUT MICROBIOTA IN HYPERTENSION MANAGEMENT

Hypertension remains a major cause of cardiovascular morbidity. New approaches, such as modulating the **gut microbiota** through **diet** or **probiotic**, are now being considered as complements to conventional treatments. This dissertation investigates to what extent this emerging strategy could represent an alternative or complement in the management of hypertension. A two-part approach was adopted: a review of current scientific **knowledge** on the links between microbiota and blood pressure regulation, and a survey conducted among 126 hypertensive individuals to assess their knowledge, dietary habits, and the barriers they face in adopting such practices. The results show that the link between gut microbiota and cardiovascular health remains largely unknown to patients, even though most already follow basic lifestyle recommendations. These findings underline the need to strengthen education, train healthcare professionals, and integrate these insights into a more personalized **prevention** strategy.

Key words: gut microbiota, hypertension, diet, probiotics, knowledge, prevention