

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

L'IMAGINAIRE POST-PASTORIEN DANS LA RECHERCHE SUR LE
MICROBIOTE INTESTINAL HUMAIN

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCE, TECHNOLOGIE ET SOCIÉTÉ

PAR
JEANNE BÉLICHARD

JUILLET 2017

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.07-2011). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je souhaite avant tout remercier Florence Millerand, ma directrice de recherche. Son écoute, ses conseils, sa bienveillance et l'attention qu'elle a pu porter à mon travail ont été très précieux pour mener à bien ce projet.

J'aimerais remercier Pierre Doray et Guillaume Latzko-Toth qui ont accepté de faire partie de mon jury. Leurs remarques et leurs félicitations lors de mon évaluation ont donné beaucoup de sens à ce travail.

Merci à mes collègues du LabCMO, du CIRST et du programme STS (Science, Technologie et Société), ainsi qu'à tous mes professeurs. Mes remerciements vont également à Robert Gagnon, Catherine Chartré, Sandra Ménard, Josée Lavigueur et à mes camarades de l'Association Étudiante STS qui m'ont accompagné tout au long de ce parcours, et en particulier dans les moments plus difficiles.

Je tiens à remercier Vincent Romani qui a éveillé en moi l'envie de faire de la recherche au Québec. Merci également à Eve Seguin qui m'a fait découvrir et aimer le monde des STS.

Toute ma gratitude va aussi à Jean-Pierre Robitaille pour son aide bibliométrique et sa présence chaleureuse, ainsi qu'à Pierre Rimbaud pour ses conseils avisés et passionnés.

Je remercie aussi ma famille et mes amis dont l'intérêt, la patience et la bonne humeur ont été sans faille. J'ai une pensée toute spéciale pour mes parents, Catherine et Pierre, pour ma sœur Léa, pour Mathilde, Emmanuelle, Sophie, Claire, Mathieu, Carolane et Simon-Pierre et pour mes amies de toujours, Marine, Marine, Rebecca, Laetitia, Oriane, et Pauline. Enfin, un immense merci à Sébastien pour son humour, ses rires et sa présence attentive. Leur confiance et leur affection sont pour moi essentielles.

« On a souvent besoin d'un plus petit que soi »

Le lion et le rat.

Jean de la Fontaine.

1668

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	ii
LISTE DES FIGURES.....	x
LISTE DES TABLEAUX.....	xii
RÉSUMÉ	xiii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	
LA RÉVOLUTION MICROBIOLOGIQUE DU XIX ^E SIÈCLE ET SON	
ESOUFFLEMENT CONTEMPORAIN.....	5
1.1 Une révolution scientifique et sociale.....	5
1.1.1 Des origines à la naissance de la microbiologie.....	6
1.1.2 Vers une nouvelle conception de la maladie	11
1.1.3 L'institutionnalisation de la microbiologie et sa mise au service de	
l'ordre social	13
1.2 Les défis contemporains de la révolution microbiologique.....	17
1.2.1 Des recherches questionnant le paradigme de l'infectiologie	18
1.2.2 La résistance des micro-organismes.....	20
1.2.3 La persistance des maladies infectieuses.....	21
1.2.4 L'apparition de nouvelles pathologies et la recherche sur le microbiote	
intestinal humain	23
Conclusion : Sujet et objet de notre recherche.....	29
CHAPITRE II	
VERS UNE NOUVELLE RELATION ENTRE L'HUMAIN ET LE MONDE	
MICROBIEN ?.....	30

2.1 Une nouvelle biologie qui interroge notre conception de « l'humain »	30
2.1.1 De la génomique à la microbiomique	30
2.1.2 Microbiomique et nouveaux discours : interactions, communautés et hybridité	32
2.1.3 Réflexions autour de la traditionnelle dichotomie nature/culture	35
2.2 D'une culture pastorienne à post-pastorienne	37
2.2.1 Anthropologie des microbiopolitiques du fromage au lait cru	38
2.2.2 Autres mouvements post-pastoriens dissidents.....	42
Conclusion : L'élaboration de notre problématique et de nos questions de recherche	45

CHAPITRE III

LES IMAGINAIRES SOCIAUX	49
3.1 L'imaginaire social comme cadre théorique	49
3.1.1 Définition de « l'imaginaire social »	50
3.1.2 Quelques difficultés liées à la notion d'imaginaire social	51
3.1.3 Principales forces du cadre d'analyse des imaginaires sociaux	54
3.2 Imaginaire social, science et technologie.....	56
3.2.1 L'influence des imaginaires sociaux dans le développement des sciences et des technologies	57
3.2.2 L'influence des sciences et des technologies sur les imaginaires sociaux.....	59
3.3. Conceptualisation de l'imaginaire social	62
3.3.1 Les trois caractéristiques de l'imaginaire social	63
3.3.2 Les fonctions de l'imaginaire social	69

Conclusion : Vers l'étude de l'imaginaire social de notre rapport au monde microbien.....	72
CHAPITRE IV	
DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE	74
4.1 Stratégie et méthodes de recherche	74
4.1.1 Une analyse documentaire exploratoire.....	74
4.1.2 Une analyse bibliométrique.....	75
4.1.3 Une analyse de contenu.....	75
4.2 Techniques de recueil des données.....	78
4.2.1 Constitution d'un corpus documentaire préliminaire.....	78
4.2.2 Constitution d'un corpus de publications scientifiques sur le microbiote intestinal.....	78
4.2.3 Constitution de deux corpus documentaires pour l'analyse de contenu..	81
4.3 L'analyse des données	86
Conclusion : Synthèse des méthodes, techniques et analyses de données.....	88
CHAPITRE V	
PORTRAIT DE LA RECHERCHE SUR LE MICROBIOTE INTESTINAL HUMAIN : UN DOMAINE EN ÉMERGENCE.....	89
5.1 Vers l'établissement et l'institutionnalisation de la recherche sur le microbiote intestinal humain	89
5.1.1 Une recherche internationale mobilisant d'importants budgets.....	90
5.1.2 Un fort dynamisme universitaire et une recherche en voie de professionnalisation	92
5.1.3 Une recherche largement diffusée auprès de la communauté scientifique	

et du grand public.....	96
5.2 L'essor de la recherche sur le microbiote intestinal et sa consolidation	99
5.2.1 Une production scientifique en pleine croissance.....	99
5.2.2 Des publications couvrant diverses disciplines.....	102
5.2.3 Un réseau de recherche internationale concentré en Amérique du Nord et en Europe	103
5.2.4 Des supports de diffusion offrant de la visibilité et une large diffusion des connaissances du domaine	104
Conclusion : La recherche sur le microbiote intestinal, un domaine émergent en voie d'autonomisation	109
 CHAPITRE VI	
IMAGINAIRES SOCIAUX ET RECHERCHE SUR LE MICROBIOTE INTESTINAL HUMAIN	110
6.1 Le microbiote intestinal humain dans les corpus étudiés, mise en contexte et état des lieux.....	111
6.1.1 Les objets de recherche sur le microbiote intestinal humain	111
6.1.2 Les acteurs sociaux concernés par la recherche sur le microbiote et ses implications	113
6.1.3 Les thématiques incontournables	114
6.1.4 Les principaux sujets identifiés.....	117
6.2 D'un imaginaire à l'autre : de l'imaginaire pastorien à l'imaginaire post- pastorien	126
6.2.1 L'élaboration de nouveaux systèmes de valeurs.....	127
6.2.2. La construction d'un nouveau répertoire de pratiques.....	145

6.2.3 Synthèse	155
6.3 Rupture et dialogue entre ces deux imaginaires.....	160
6.3.1 Rupture : du microbe au microbiote	160
6.3.2 Dialogue et ouverture.....	162
Conclusion : L'imaginaire post-pastorien, imaginaire de la symbiose	167
CONCLUSION	
SYNTHÈSE, LIMITES ET PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES	169
ANNEXE A :	
DATES ET LIEUX DE FONDATION DES INSTITUTS DU RÉSEAU INTERNATIONAL DES INSTITUTS PASTEUR.....	175
ANNEXE B :	
LES INSTITUTS PASTEUR DANS LE MONDE	175
ANNEXE C :	
RECRUDESCENCE DES MALADIES INFECTIEUSES COMME LA TUBERCULOSE OU LA RAGE	176
ANNEXE D :	
INFOGRAPHIES SUR LES DÉCOUVERTES SCIENTIFIQUES LIÉES AU MICROBIOTE.....	177
ANNEXE E :	
REGROUPEMENTS ET DÉFINITIONS DES ITEMS COMPOSANT LES IMAGINAIRES SOCIAUX.....	179
ANNEXE F :	
LISTE DES RÉFÉRENCES UTILISÉES POUR L'ANALYSE DOCUMENTAIRE EXPLORATOIRE	181
ANNEXE G :	
LISTE DES RÉFÉRENCES DU CORPUS SCIENTIFIQUE.....	189
ANNEXE H :	
LISTE DES RÉFÉRENCES DU CORPUS PRESSE.....	191

ANNEXE I :	
DÉMARCHE D'ENCODAGE POUR L'ANALYSE DE CONTENU	196
ANNEXE J :	
ART ET MICROBIOME	197
BIBLIOGRAPHIE	201

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1	Affiche de campagne pour la lutte contre la tuberculose en France (en 1920 environ)	1
1.1	Incidence des maladies infectieuses et des maladies « modernes » dues aux troubles immunitaires entre 1950 et 2000 en France et aux États-Unis	25
1.2	De l'exposition à une faible diversité microbienne au développement de maladies « modernes »	28
4.1	Évolution du nombre de publications sur le microbiote intestinal indexées sur Web of Science entre 1900 et 2013	80
4.2	Nombre de citations pour les 200 publications les plus citées du domaine indexées sur Scopus	85
5.1	Quelques projets sur le microbiome humain à travers le monde	91
5.2	Évolution du nombre de thèses sur le microbiote intestinal soutenues en France entre 2007 et 2015	94
5.3	Évolution du nombre d'articles de presse sur le microbiote intestinal publiés entre 2008 et 2016 aux États-Unis, au Québec et en France	98
5.4	Évolution du nombre de publications entre 1996 et 2013 sur le microbiote intestinal indexées sur Scopus	100
5.5	Évolution du ratio du nombre de publications sur le microbiote intestinal sur l'ensemble des publications indexées sur Scopus entre 1996 et 2013	101
5.6	Les domaines de recherche des publications sur le microbiote intestinal	102
5.7	Les publications de la recherche sur le microbiote intestinal dans le monde	104
5.8	Nombre de publications sur le microbiote intestinal publiées dans les revues <i>Nature</i> et <i>Science</i> entre 1996 et 2013	108
6.1	Les cinq principaux objets de recherche sur le microbiote intestinal humain	111
6.2	Les principaux acteurs identifiés	113
6.3	Les principales thématiques du corpus scientifique	115
6.4	Les principales thématiques du corpus presse	115
6.5	Nuages des mots les plus fréquents dans les corpus presse (à gauche) et scientifique (à droite)	116
6.6	Synthèse des grandes découvertes sur le microbiote identifiées dans les corpus	120

6.7	Les relations hôte-microbiote intestinal-monde microbien	138
6.8	Les trois types de relations que nous entretenons avec le monde microbien	139
6.9	Deux images fortes de l'imaginaire post-pastorien	161
6.10	Comportements et perceptions des micro-organismes : politiques et idéologies des imaginaires pastorien et post-pastorien	163

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
1.1 Les nouveaux objets, acteurs, lieux et pratiques de la révolution microbiologique	16
4.1 Les questions, objectifs, intuitions et méthodes de recherche envisagées	77
4.2 Descriptif des mots clés sélectionnés	81
4.3 Synthèse des méthodes, techniques et procédés d'analyse des données	88
5.1 Quelques exemples de création de chaires de recherche spécialisées au Canada sur l'étude du microbiote	92
5.2 Quelques exemples de centres de recherche spécialisés sur l'étude du microbiome	93
5.3 Quelques événements organisés autour de la recherche sur le microbiote intestinal	95
5.4 Quelques revues spécialisées du domaine	97
5.5 Comparaison de l'évolution du volume de publications sur le microbiote intestinal et du volume de publications total publiées en 1996 et 2013	101
5.6 Évolution du nombre de publications par domaines de recherche entre 1996 et 2013	103
5.7 Les 20 publications les plus citées de la recherche sur le microbiote intestinal entre 1996 et 2013	106
6.1 Significations et systèmes de valeurs des imaginaires pastorien et post-pastorien	157
6.2 Les répertoires de pratiques des imaginaires pastorien et post-pastorien	159

RÉSUMÉ

Alors que la mortalité infectieuse imposait à l'humanité un inéluctable destin épidémique, la révolution scientifique et sociale du XIX^e siècle a donné lieu à une véritable revanche sur les micro-organismes. Néanmoins, la victoire de la politique d'éradication du monde microbien qui en a découlé est relative : non seulement les maladies infectieuses persistent, mais les micro-organismes sont parvenus à résister aux traitements destinés à les neutraliser. Pire encore, les mesures appliquées pour en venir à bout semblent avoir mis en péril le développement d'autres micro-organismes pourtant nécessaires, voire indispensables, à notre bonne santé. Ce constat d'échec tend à être confirmé par les travaux scientifiques récents. Ils démontrent en effet que nous abritons dans notre corps, et surtout dans notre ventre, des millions de micro-organismes (le microbiote intestinal), jouant un rôle crucial dans la digestion et la métabolisation des aliments, le fonctionnement du système nerveux central et les fonctions immunitaires. Ce mémoire étudie, en mobilisant le cadre théorique des imaginaires sociaux, l'impact de ces découvertes sur notre imaginaire social du rapport entre l'humain et les micro-organismes.

En menant des analyses documentaire et bibliométrique, nous montrons dans un premier temps que le domaine de recherche sur le microbiote intestinal est un domaine en voie d'autonomisation, prenant une place de plus en plus importante au sein de la communauté scientifique internationale. Dans un second temps, en analysant le contenu des publications relayant les découvertes liées au microbiote intestinal, nous mettons en avant l'émergence de deux grands systèmes de l'imaginaire social du rapport entre l'humain et les micro-organismes : les imaginaires pastorien et post-pastorien. L'*imaginaire pastorien* se caractérise par l'ambition de contrôler, de gérer et d'éradiquer tout micro-organisme jugé dangereux ou potentiellement dangereux. L'*imaginaire post-pastorien* envisage quant à lui les micro-organismes comme de potentiels alliés, et appelle à composer *avec* eux et non *contre* eux. Une nouvelle vision du monde semble en marche, animée par une volonté de préserver notre écosystème en prônant des relations symbiotiques.

Mots clés : micro-organismes ; humain ; microbiote intestinal ; imaginaires sociaux ; imaginaire pastorien ; imaginaire post-pastorien ; Science, Technologie et Société (STS).

INTRODUCTION

Se laver les mains régulièrement ! Se brosser les dents trois fois par jour ! Se doucher quotidiennement ! Nettoyer les fruits et légumes avant de les consommer ! Bien cuire la viande et le poisson ! Réfrigérer les aliments et les denrées périssables ! Aérer et nettoyer sa maison ! Éternuer ou tousser en se couvrant la bouche !... Toutes ces injonctions s'inscrivent dans notre quotidien et nous sont inculquées dès notre plus jeune âge. Leur objectif : éviter la propagation de germes et nous préserver des infections microbiennes.



Figure 1 : Affiche de campagne pour la lutte contre la tuberculose en France (en 1920 environ)

Source : Musée National de l'Éducation (2016)

Comme l'illustre cette affiche, la lutte contre les maladies infectieuses (comme la tuberculose) nécessite le respect d'un certain nombre de règles d'hygiène. Face à la menace microbienne, un large arsenal est à notre disposition : douches, savons, fils dentaires, désinfectants, gels hydro-alcooliques, réfrigérateurs, produits

pasteurisés, gestion des déchets et des eaux usées, traitements antimicrobiens et antibiotiques, vaccins... Prévention, sensibilisation, pédagogie et martèlement des bonnes conduites à suivre sont mobilisés. Tout est agencé pour neutraliser, contrôler et maîtriser ce fléau pour l'humanité.

Bien que nécessaire pour notre survie, cette vision belliqueuse des micro-organismes apparaît toutefois bien réductrice. En effet, des découvertes scientifiques récentes tendent à montrer que nous abritons dans notre corps, et surtout dans notre ventre, des milliards de micro-organismes. Ils se logent sur la peau, dans la bouche, les poumons, le vagin, l'appareil digestif, et forment des ensembles microbiens appelés les microbiotes. Ces derniers, et notamment le microbiote intestinal (anciennement appelé la flore intestinale), joueraient un rôle clé pour le maintien de notre bien-être et de notre santé. Le « charme discret » de nos intestins¹ et la relation bénéfique que notre corps entretiendrait avec les micro-organismes sont ainsi révélés.

Le rapport entre l'humain et les micro-organismes semble donc bien ambigu. À la fois véritables partenaires et ennemis désignés, les micro-organismes font partie intégrante de notre vie : ils vivent et interagissent avec nous et autour de nous dès notre naissance et jusqu'à notre mort. Ils semblent capables du meilleur comme du pire en œuvrant pour notre santé ou en causant de terribles infections mortelles. Ce paradoxe pose de nombreuses questions : comment devons-nous envisager ce rapport entretenu avec les micro-organismes ? Sont-ils nos amis, nos alliés ou nos ennemis ? La recherche sur le microbiote intestinal bouleverse-t-elle l'imaginaire social qui sous-tend notre rapport au monde microbien ? Et si oui, comment et avec quelles conséquences ?

Ce mémoire vise à explorer cette intuition qu'un nouveau rapport entre l'humain et les micro-organismes est en train d'émerger avec les progrès de la recherche sur le microbiote intestinal humain. Il se structure en six chapitres.

¹ Comme le montre brillamment Giulia Enders (2015) dans son succès de librairie.

Le Chapitre I est consacré à la présentation du contexte général de notre² étude. Nous revenons sur la naissance de la microbiologie et sur ses conséquences déterminantes pour l'humanité, puis nous présentons le résultat paradoxal de la politique d'éradication systématique du monde microbien qui en a découlé.

Le Chapitre II présente notre problématique. Nous réalisons une revue de la littérature centrée sur ce rapport humain/monde microbien et nous décrivons l'émergence de visions alternatives mettant en lumière de nouvelles facettes des micro-organismes. Nous formulons alors l'hypothèse suivante : la recherche sur le microbiote intestinal fait émerger un nouvel imaginaire social prônant une réhabilitation des micro-organismes.

Le Chapitre III explicite le cadrage théorique des imaginaires sociaux. Après avoir donné un éclairage sur ce qu'est l'imaginaire social, nous précisons l'articulation de ce concept avec les sciences et technologies et nous proposons une conceptualisation permettant son opérationnalisation.

La démarche méthodologique employée est décrite dans le Chapitre IV. Elle combine trois types d'analyses complémentaires — des analyses exploratoire, bibliométrique et de contenu — menés sur des textes qui présentent, analysent et commentent la recherche sur le microbiote.

L'analyse des résultats et la discussion sont présentées en deux volets.

Le Chapitre V dresse le portrait de ce domaine de recherche afin de mieux connaître ses contours, ses acteurs, ses caractéristiques, ses forces, ses faiblesses, et ses dynamiques.

Le Chapitre VI présente quant à lui les imaginaires sociaux de notre rapport au monde microbien contenus dans un corpus de publications scientifiques internationales et un corpus d'articles de presse publiés au Québec. Nous confirmons alors notre hypothèse de départ et aboutissons à la conclusion suivante : notre rapport

² Le « nous » de modestie (ou de courtoisie) est employé tout au long de ce mémoire. (Tel qu'indiqué par l'Office québécois de la langue française (2016), « lorsque le pronom *nous* désigne une seule personne, l'adjectif ou le participe qui s'y rapporte se met au singulier. Il s'accorde en genre selon le sexe de la personne qu'il désigne».)

au monde microbien se caractérise par la cohabitation et la tension entre deux imaginaires sociaux : l'*imaginaire pastorien*, qui considère le monde microbien comme potentiellement dangereux, et l'*imaginaire post-pastorien* qui envisage quant à lui les micro-organismes comme des potentiels alliés.

Enfin, la conclusion synthétise les principaux constats d'analyse, précise les limites de l'étude et ouvre de nouvelles perspectives de réflexions.

CHAPITRE I

LA RÉVOLUTION MICROBIOLOGIQUE DU XIX^E SIÈCLE ET SON ESSOUFFLEMENT CONTEMPORAIN

Contexte

Alors que de terribles maladies comme la peste, le choléra, la tuberculose ou la syphilis décimaient les populations du monde entier, la révolution microbiologique au XIX^e siècle a apporté une réponse scientifique capable de briser le cycle infernal de la morbidité et de sortir l'humanité de sa torpeur. Grâce à l'émergence d'une nouvelle discipline, la microbiologie, la société toute entière découvre l'existence d'un nouvel acteur aussi essentiel que dangereux : le microbe. En mettant à jour ce monde microbien, la microbiologie parvient à le comprendre, le maîtriser et bientôt le domestiquer. Bien vite, la guerre contre ce monde nouveau semble pouvoir être gagnée.

De la naissance de la théorie microbienne à l'émergence de nouvelles pathologies « modernes », nous présentons dans ce chapitre la découverte et la domination progressive du paradigme de l'infectiologie issu de cette révolution (1.1), ainsi que les signes contemporains de son essoufflement (1.2).

1.1 Une révolution scientifique et sociale

À la fois scientifique et sociale, cette révolution a, en l'espace de cinquante ans, radicalement affecté les « systèmes de pensée et structures sociales, bouleversé médecine, chirurgie, hygiène, enseignement, législation, santé publique » (Lwoff in

Salomon-Bayet et al. 1986 : 8). En érigeant le nouveau paradigme de l'infectiologie³, la science a connu une révolution scientifique. Cette révolution a provoqué un bouleversement profond de la société, des mentalités, des comportements et des institutions.

1.1.1 Des origines à la naissance de la microbiologie

Les micro-organismes, anciennement appelés « microbes », sont de petits êtres vivants, invisibles à l'œil nu, tels que les bactéries, certains champignons unicellulaires et les virus. À l'époque de la Renaissance, les travaux de Girolamo Fracastoro témoignent déjà de l'intuition selon laquelle ces petits organismes vivants seraient à l'origine de la propagation de certaines maladies infectieuses. Il faut cependant attendre l'invention et l'utilisation du microscope en 1668, par le hollandais Antoine Van Leeuwenhoek, pour que les micro-organismes soient visualisés pour la première fois (Porter 1976).

La médecine de l'époque envisage encore à cette période une étiologie très large de la maladie telle que la colère divine ou cosmique, le trouble des humeurs⁴, la contagion par germe, contagé, animalcule, ou miasme. De même, la croyance dans la théorie dite de la « génération spontanée » est encore forte et limite la compréhension de l'infection par micro-organismes. Selon cette théorie très ancienne, « la matière [aurait] une force, une énergie créatrice suffisante » pour créer la vie à partir de la matière inerte (Latour 1989 : 427-428).

Toutefois, la médecine et la biologie connaissent des avancées majeures. La médecine du XIX^e siècle se « rationalise » en laissant de côté les anciennes

³ L'infectiologie désigne la spécialité médicale des maladies infectieuses (maladies provoquées par la transmission d'un micro-organisme pathogène (virus, bactérie, parasite, champignon)).

⁴ Étiologie selon laquelle la maladie est causée par un déséquilibre entre chaud, froid, humide, sec, et par un déséquilibre entre les humeurs comme la bile, la bile noire, le sang ou le flegme (Bagros et de Toffol 1993).

représentations dites transactionnelles ou hippocratiques ⁵ de la maladie, en développant progressivement l'anatomie et la physiologie, et en faisant place à la médecine expérimentale avec l'œuvre de Claude Bernard. Parallèlement, la profession médicale (en France notamment) est fortement influencée par le courant hygiéniste ⁶ prônant une régénération de la société afin d'éradiquer le phénomène insaisissable de la « spontanéité morbide » ⁷ (Latour 1984). Les médecins se rallient largement à la conception hygiéniste en délaissant progressivement les moyens thérapeutiques de l'époque (hydrothérapie, galvanopuncture, saignées, sangsues, tisanes, lavements, cataplasmes, bains, etc.) pour des moyens de prévention enseignés depuis 1795 par les hygiénistes (Faure 1994). Dans le domaine de la biologie, le perfectionnement du microscope permet aux scientifiques de faire des descriptions de plus en plus précises des bactéries, de mettre à jour le rôle des levures, des ferments, et de découvrir des bacilles comme celui du charbon (Dedet 2007).

C'est à partir des années 1850 que la microbiologie et la bactériologie prennent naissance en Europe, en particulier en France et en Allemagne.

La recherche française est incarnée par l'école pastorienne menée par Louis Pasteur (1822-1895). Les travaux pastoriens permettent de poser les bases de la théorie microbienne et donnent les premières clés du contrôle des maladies infectieuses. La carrière scientifique de Pasteur se caractérise par de nombreux déplacements, à la fois dans sa méthode de recherche (en passant continuellement d'une recherche de laboratoire vers une application sur le terrain, et d'observation de

⁵ Conception selon laquelle la maladie est engendrée par une altération ou un déséquilibre des humeurs.

⁶ Courant de pensée ayant œuvré au milieu du XIX^e siècle dont l'objectif était de préserver la bonne santé et d'optimiser les conditions sanitaires grâce à des modes de vie adéquats. Leurs actions visaient tant l'hygiène individuelle et urbaine que l'hygiène sociale (lutte contre la pauvreté, l'alcoolisme, la décadence, la criminalité, la prostitution, etc.).

⁷ Ce phénomène est « insaisissable », car l'enchaînement causal menant à la maladie n'est pas identifié. Le phénomène « morbide » (le développement des maladies) est donc perçu comme spontané (ou autonome).

terrain vers des analyses en laboratoire) et dans ses sujets de recherche (en déplaçant ses méthodes vers de nouveaux domaines) (Latour 1984). Trois de ses grands axes de recherche ont façonné la microbiologie.

Le premier axe concerne son étude de la fermentation dans les années 1860. Lors de son travail sur le vin, la bière et le fromage, Pasteur parvient à démontrer que les micro-organismes, présents dans l'air, dans l'eau ou sur les surfaces, se multiplient et agissent sur une matière, causant la fermentation. Cette avancée novatrice est l'occasion de démontrer empiriquement le rôle des micro-organismes et leur moyen de développement. Elle porte alors un sérieux coup d'arrêt à la théorie de la génération spontanée en montrant que la fermentation n'est pas une réaction miraculeuse, mais est bien causée par des micro-organismes (les ferments). La fameuse controverse opposant Pasteur à Félix-Archimède Pouchet devant l'Académie des Sciences⁸ marque la défaite de la théorie de la génération spontanée. De plus, cette découverte permet de faire reculer les maladies dites « du vin » ou de la « bière » dues à la contamination par micro-organismes. Pasteur offre un moyen radical d'y remédier : la pasteurisation, un procédé de stérilisation par chauffage capable de tuer ces micro-organismes nocifs. Cette technique a également révolutionné l'industrie en rendant consommables plus longtemps et sans risque de nombreux produits périssables.

La deuxième grande recherche de Pasteur porte sur les maladies infectieuses animales (maladie du ver à soie, du charbon (anthrax) et choléra des poules). S'inspirant de ses découvertes sur la fermentation, Pasteur découvre qu'ici encore les micro-organismes sont responsables de ces maladies. L'exploration de ces mécanismes de transmission et de contamination mène Pasteur et ses collaborateurs (Roux, Chamberland et Joubert notamment) à découvrir l'immunisation par injection de microbe atténué en 1879 : le principe du virus-vaccin (Mazliak 2015 ; Théodoridès

⁸ Suite à une série d'expériences à base de bouillons et divers moyens de stérilisation menant les deux hommes aux quatre coins de la France, Pasteur fait triompher la théorie microbienne en 1884. Sur ce sujet, voir notamment Chevassus-au-Louis (2013) ; Latour (1989) ; Pouchet (1859).

1977). Cette étape majeure se clôture en 1881 avec la fameuse expérience de Pouilly-le-fort au cours de laquelle Pasteur vaccine une centaine d'animaux contre la maladie du charbon avec succès.

Sa troisième grande recherche porte sur le contrôle des maladies infectieuses humaines à l'aide de la vaccination. Les recherches pastoriennes étant initialement éloignées du domaine médical, ce n'est qu'en 1878 que Pasteur présente sa théorie et ses applications à la médecine et à la chirurgie devant l'Académie de Médecine (Klein 2012 : 188). Bien que le corps médical soit d'abord dubitatif, il est convaincu lorsque le jeune Joseph Meister réchappe de sa morsure par un chien enragé grâce au vaccin antirabique de Pasteur. Fort de ce succès médiatique, Pasteur fonde dix ans plus tard l'Institut Pasteur basé sur trois objectifs : « un dispensaire pour le traitement de la rage, un centre de recherche pour les maladies infectieuses et un centre d'enseignement pour les études qui relèvent de la microbiologie » (Pasteur 1888).

Parallèlement, la recherche allemande est également très active et menée de front par le médecin et bactériologiste Robert Koch (1843-1910). Ses célèbres travaux permettent de développer de solides méthodes et outils d'analyse garantissant une rigueur expérimentale. Avec son équipe, il développe un grand nombre de techniques (comme l'utilisation de boîtes de Pétri⁹ ou le perfectionnement de l'observation microscopique) permettant la culture des bactéries *in vivo* en milieu solide, leur isolation et leur coloration. De même, il formule les fameux postulats¹⁰ (postulats de Koch et Henle) jugés nécessaires pour pouvoir conclure à un lien de cause à effet entre un organisme et une maladie (Münch 2003 ; Worboys 2007). Sa recherche permet la découverte et l'étude de nombreux micro-organismes comme le bacille du charbon, le bacille tuberculeux (dit bacille de Koch), ou le vibron

⁹ (Boîte ronde, plate et transparente).

¹⁰ 1) Le micro-organisme doit être présent dans tous les organismes malades et absent des organismes sains ; 2) Le micro-organisme doit être cultivé en culture pure à l'extérieur des organismes malades ; 3) Un organisme sain inoculé avec cette culture pure doit développer la maladie avec tous ses symptômes ; 4) Le micro-organisme isolé de cet organisme doit être identique à celui précédemment isolé (Fraser 2016).

cholérique. En classant les bactéries par espèces, il y fait correspondre un phénomène pathologique particulier (Dragulinescu 2011). Finalement, ses découvertes ont une grande influence sur l'hygiène, la santé publique et la veille microbiologique notamment grâce à son travail sur le rôle de l'eau dans le développement des épidémies.

Malgré certains désaccords entre les écoles française et allemande, la complémentarité des travaux novateurs de Pasteur et de Koch¹¹ donne naissance à une nouvelle discipline, la microbiologie, véritable science des micro-organismes. Au cœur de ce nouveau champ disciplinaire, un nouveau paradigme voit le jour, le paradigme de l'infectiologie, selon lequel une maladie infectieuse est provoquée par la transmission d'un agent infectieux. On assiste alors à une véritable révolution scientifique telle que définie par Kuhn (1962, 1972), c'est-à-dire à l'établissement d'un nouveau paradigme, capable de répondre aux anomalies que l'ancien paradigme ne parvenait pas à résoudre, et à son adoption par une communauté de chercheurs. Ce nouveau paradigme apporte une nouvelle « matrice disciplinaire » véhiculant une nouvelle vision du monde, constituée de « généralisations symboliques », de « modèles », de « valeur symbolique », et « d'exemples types » (*Ibid*).

La révolution microbiologique est marquée par l'émergence : 1) d'un nouvel acteur, le microbe¹² (micro-organisme) ; 2) d'une nouvelle théorie, la théorie microbienne (ou théorie des germes) selon laquelle les micro-organismes sont responsables des phénomènes de fermentation ou de développement de maladies infectieuses en tant qu'agents infectieux ; 3) de nouvelles méthodes de recherche : l'isolation, la culture *in vivo*, la coloration ; 4) et d'un nouveau lieu : le laboratoire. Grâce à un changement d'échelle au niveau microscopique et aux déplacements des chercheurs entre le laboratoire et le terrain, il est enfin possible de connaître l'origine

¹¹ Sur ce sujet, voir notamment Perrot et Schwartz (2014).

¹² « Microbe » signifie « petite vie » ; le terme apparaît dans la langue française grâce au chirurgien Sédillot avec l'accord de Littré en 1878.

de la morbidité et d'en faire la preuve (Latour 1984). Les outils de la microbiologie et de la bactériologie mettent en lumière le rôle des micro-organismes en tant qu'agents infectieux (responsables des maladies infectieuses). Désormais, le développement de l'infectiologie permet de comprendre les mécanismes d'infection, de contagion et de déclenchement de réponses immunitaires grâce à l'essor de la prévention, du diagnostic et du traitement des maladies infectieuses.

1.1.2 Vers une nouvelle conception de la maladie

Appliquée à la médecine, la théorie microbienne offre une nouvelle compréhension de nombreuses pathologies : chaque maladie infectieuse est causée par l'action spécifique d'un germe/microbe. Au fil des années, les micro-organismes responsables de pathologies décimant les populations du monde entier sont progressivement découverts (c'est le cas notamment de la tuberculose, la diphtérie, la typhoïde, le tétanos, la blennorragie, le choléra, la peste, la lèpre, la syphilis, etc.). Ceci aura pour conséquence première de montrer la composante mécanique de la contagion et de répondre à la question de sa causalité externe :

La médecine comme science de la maladie est enfin constituée. On peut dès lors retracer sa chronologie, le déroulement causal de la maladie : de l'agent infectieux (Pasteur) à la lésion (Laennec) en passant par les dérèglements biologiques et physiologiques (Bernard). (...) Telle est la conception que le XX^e siècle nommera « biomédicale » de la maladie et qui s'appuie sur une ontologie biologique désormais complète. (Klein 2012 : 189)

La perception de ces maladies connaît alors un bouleversement profond puisqu'il ne s'agit plus d'une causalité accidentelle, mais bien induite par un microbe. Cette idée de contagion et d'infection dues à l'agent microbien, certes invisible, mais enfin identifié, à un impact psychologique fort :

Sous la peau du malade, dans tel ou tel organe, des collections purulentes se forment, des abcès se collectent, le mal sournois se développe. Il s'agit de

repérer le mal et de l'extirper, séparer l'infecteur de l'infecté, le coupable de la victime, l'étranger du « soi-même ». (Contrepois 2002 : 230)

Puisque le danger microbien est omniprésent, il faut mener une véritable traque contre les germes et mettre en place des mesures généralisées capables d'assurer la bonne santé et la sécurité. Grâce au perfectionnement des méthodes microbiologiques (culture et identification des bactéries) et au développement de l'infectiologie (médecine clinique, anatomie, thérapeutique et bactériologie médicale), des mesures, à la fois préventives et curatives, se développent. Parmi les mesures préventives, on compte notamment le vaccin¹³, l'antisepsie¹⁴, l'asepsie¹⁵, les mesures hygiénistes¹⁶, les techniques de prélèvement des micro-organismes, les méthodes diagnostiques et la sémiologie médicale¹⁷. Du côté des mesures curatives, on retrouve les sérums et traitements anti-infectieux (qui aident le corps à produire

¹³ Le système de vaccination était utilisé avant l'essor de la microbiologie de manière empirique, mais c'est Pasteur qui lui donne une base expérimentale. Grâce à l'injection d'un germe tué, atténué ou partiel, l'hôte développe une résistance contre ce micro-organisme.

¹⁴ L'antisepsie est une méthode, inventée par le chirurgien anglais John Lister, qui consiste à limiter les infections en empêchant le contact entre la plaie et les micro-organismes grâce à l'application de produit antiseptique (phénol). Ces derniers empêchent le développement de micro-organismes par une application locale (sur la plaie ou sur les outils et accessoires de manipulation) ou par voie interne.

¹⁵ L'asepsie consiste à éviter l'introduction de micro-organismes grâce à la stérilisation. Elle permet de limiter l'apport de micro-organismes dans les salles d'hôpital, à la fois par les objets, mais aussi via les soignants.

¹⁶ Parmi les mesures hygiénistes, on trouve les mesures ménagères (nettoyage, aération), personnelles (utilisation de savon, lavage des mains, du corps, des dents, activité sportive), alimentaires (chauffage des aliments, de l'eau, stérilisation du lait, réfrigération), publiques (eau potable, évacuation des déchets, interdiction de cracher, quarantaines, gestion des cimetières) ou encore hospitalières (stérilisation des instruments, port obligatoire de blouses, de gants, etc.).

¹⁷ La sémiologie est l'étude des signes ou symptômes chez le patient lors de l'examen clinique permettant de donner un diagnostic.

des anticorps) et les antibiotiques¹⁸. L'efficacité de ces méthodes est confirmée et contribuera fortement à l'acceptation de cette nouvelle étiologie¹⁹.

1.1.3 L'institutionnalisation de la microbiologie et sa mise au service de l'ordre social

La révolution microbiologique provoque de grands bouleversements sur le plan scientifique, mais fait également naître de nouveaux impératifs sociaux : la nécessité de se sécuriser et de se protéger face à l'ennemi microbien. Désormais, comme l'indique Latour (1984 : 196) « la maladie n'est plus un malheur privé, c'est une atteinte à l'ordre public ». Il faut alors déployer des moyens de protection à tous les niveaux (individuel, local, national, international et mondial). Pour y faire face, deux mouvements se mettent en place.

D'un côté, la microbiologie, principal rempart pour lutter contre l'ennemi qu'elle a rendu visible, connaît un essor phénoménal grâce à un imposant mouvement d'institutionnalisation dans le monde entier. Avec la création d'Instituts de renom célébrant la microbiologie, cette nouvelle discipline connaît une grande prospérité. L'épicentre de son développement se situe à l'Institut Pasteur (en France), au Laboratoire de recherche bactériologique de l'Institut Impérial de Berlin, ainsi qu'à l'Institut de l'hygiène allemande. Parallèlement, des activités de diffusion sont mises en place à grande échelle. Dans le cas des pastoriens, la transmission des savoirs s'organise autour de la création du journal scientifique les *Annales de l'Institut Pasteur* en 1887 par Duclaux, ainsi que par la création de formations dont la plus

¹⁸ Les antibiotiques sont des substances capables de tuer les micro-organismes en cas d'infection. Le premier à être découvert est la pénicilline par Alexander Fleming en 1928.

¹⁹ On observe une forte diminution de la mortalité durant toute cette période révolutionnaire. À titre d'exemple, la mortalité infantile due à la diphtérie en France passe de 1432 victimes (entre 1890 et 1894) à 354 (entre 1895 et 1899) (Institut Pasteur 2008 : 9). De même, le taux de mortalité infantile pour 1000 naissances vivantes est de 145/1000 en 1901 et de 83,8/1000 en 1930 (Barbieri 1998 : 814).

célèbre est le cours de microbie technique du docteur Roux à l'Institut Pasteur. Quelques années plus tard, des cours de bactériologie sont ouverts dans les services hospitaliers et les écoles de médecine.

Parallèlement, la théorie microbienne s'internationalise. De nombreux pays européens se dotent d'instituts spécialisés comme le British Institute of Preventive Medicine en Angleterre ou l'Institut de Médecine tropicale Prince Léopold en Belgique. De même, la France installe des Instituts Pasteur dans le monde entier au point de couvrir plus de douze millions de km² (Institut Pasteur 2008:106) (voir Annexes A et B). Outre-Atlantique, le premier article scientifique faisant état des expérimentations européennes paraît dans le *New York Medical Journal* en 1875. Progressivement, le nouveau continent introduit des cours de bactériologie, crée des laboratoires d'hygiène, fonde des journaux spécialisés²⁰ et érige la Société Américaine de bactériologie, ainsi qu'une section laboratoire dans l'American Public Health Association²¹ en 1901 (Dedet 2007).

Ce mouvement d'institutionnalisation de la microbiologie est complété par un second mouvement de « pastorisation »²² de la société sur le plan politique et social (Salomon-Bayet et al. 1986 : 11). L'État s'empare de ces impératifs de sécurité et de protection face aux micro-organismes pathogènes en mettant en place des mesures issues des acquis de la microbiologie et relayées par le courant hygiéniste. Progressivement, une « société de normalisation » s'instaure afin de mener le combat contre la maladie et l'irrégularité (Klein 2012 : 183-187). Le médecin devient le soldat de la machine de guerre de l'État. Le pouvoir politique trouve dans la médecine un outil de normalisation des individus permettant d'assurer l'obéissance nécessaire à la cohésion du corps social.

²⁰ Comme le *Journal of Infectious Diseases* en 1904 et l'*American Journal of Public Hygiene* en 1906.

²¹ Association fédérale ayant pour mission d'améliorer la santé des populations.

²² Salomon-Bayet utilise le terme de « pastorisation » (se distinguant de la « pasteurisation », procédé de destruction des microbes) pour signifier à la fois une révolution théorique (la théorie microbienne et la technique d'atténuation des virus), et la médicalisation de la société.

La santé publique devient alors une responsabilité étatique et une affaire internationale. Un modèle de prévention pastorien, à vocation universelle et visant un idéal d'immunisation collective, prend naissance (Dozon et Fassin 2001 : 38-40). Des conférences sanitaires mondiales sont organisées afin de centraliser les efforts de prévention contre les épidémies. On assiste également à la fondation de l'Office international d'hygiène publique (OIHP)²³ à Paris, première structure sanitaire à vocation internationale visant à harmoniser les mesures d'hygiène prises par les différents pays en cas d'épidémies ; ou encore à l'organisation de missions pour étudier des maladies comme la peste, la tuberculose, le paludisme, etc.

Au niveau national, les législations étatiques s'emparent de ces nouveaux impératifs et font naître une série de lois protégeant la santé publique (Carvais, Salomon-Bayet et al. 1986 : 281). En France par exemple, la loi de 1902 établit l'hygiène publique en imposant les principes pastoriens à l'ensemble du corps médical et social, en instaurant des mesures comme la déclaration des maladies transmissibles, la vaccination obligatoire contre la variole, l'assainissement des communes et habitations et le renforcement du rôle du maire et du préfet dans cette gestion sanitaire. Trois ans plus tard, la loi du 1^{er} août 1905 instaure un contrôle bactériologique de l'industrie alimentaire.

L'enseignement emboîtera le pas en prodiguant une véritable éducation sanitaire généralisée. Désormais, le médecin participe activement à la prévention dans les milieux scolaires, et les enseignants jouent un rôle actif nouveau :

De la surveillance (...) à la diffusion des préceptes de l'hygiène (...) les instituteurs et institutrices doivent alors vérifier et promouvoir la propreté corporelle, enseigner la gymnastique, convaincre les familles de la légitimité de la vaccination antivariolique et des méfaits de l'alcool, veiller aux précautions à prendre contre les épidémies. (Parayre 2008)

²³ Ancêtre du Comité d'hygiène créé par la Société des Nations, qui deviendra l'Organisation Mondiale de la Santé (fondé par l'Organisation des Nations Unies) en 1948.

Grâce à une opération de diffusion et à une action étatique d'envergure, une véritable politique de neutralisation et d'éradication se met en place pour supprimer l'ennemi enfin identifié. La traque des germes est assurée par la microbiologie, la médecine (clinique et bactériologique) et la politique des États. La naissance et le développement de la microbiologie entraînent alors l'émergence de nouveaux objets, acteurs, lieux et pratiques sur les plans scientifiques, politiques et sociaux que nous avons résumés dans le tableau suivant. Ceci conduira à de grands bouleversements dans de nombreux domaines (comme la médecine, la chirurgie, l'obstétrique, l'hygiène, mais aussi dans les domaines industriels, notamment agroalimentaire et pharmaceutique), et permettra l'inauguration de la microbiologie vétérinaire, de la sérologie, de l'immunologie, de la biophysique ou encore de la chimie médicale (Klein 2012 : 190).

Tableau 1.1 : Les nouveaux objets, acteurs, lieux et pratiques de la révolution microbiologique

OBJETS	ACTEURS
Vaccins Sérums Traitements Médicaments Produits antiseptiques Antibiotiques	Microbes Médecins et personnel soignant Diffuseurs du pastorisme Industries du médicament et agroalimentaire Spécialistes en sérologie, immunologie, microbiologie, hygiène, biophysique ou chimie médicale. Institutrices et instituteurs
PRATIQUES	LIEUX
Pasteurisation Asepsie — Antisepsie – Prophylaxie Hygiène sociale – mesures hygiénistes Stérilisation par chauffage Méthode de culture, coloration Rigueur expérimentale Techniques de prélèvement Méthode diagnostique et sémiologie médicale	Hôpitaux et dispensaires Instituts et agences de santé Conférences sanitaires Laboratoire Cours de microbiologie, bactériologie et hygiène OIHP – Parlements et administration Écoles.

Cette période historique et révolutionnaire est déterminante pour l'humanité. Le rapport de force est enfin inversé : désormais, les micro-organismes qui terrassaient la vie animale et humaine sont, pour une grande partie d'entre eux, maîtrisés et domestiqués. Ce renversement est vecteur d'une puissance décuplée de l'humain qui parvient alors à contrôler et maîtriser son destin (Latour 1983). Ceci conduit la société du XX^e siècle à croire en un idéal de guérison grâce à ces nouveaux savoirs, pratiques, techniques, objets et politiques de santé publique. Une nouvelle vision du monde prend naissance en instaurant des relations belliqueuses et de régulation entre les humains et les micro-organismes. La société pense alors pouvoir débarrasser le monde entier des maladies infectieuses en leur déclarant une guerre ouverte.

1.2 Les défis contemporains de la révolution microbiologique

Suite à cette révolution, le XX^e siècle est marqué par une vision résolument hostile à l'égard des micro-organismes. À première vue, ces politiques de neutralisation des micro-organismes sont un véritable succès, au point que le directeur général de la santé (*Surgeon General*) des États-Unis, William H. Stewart, déclarait en 1967 : « Le chapitre des maladies infectieuses est clos ».

On observe en effet une diminution spectaculaire des maladies infectieuses, une multiplication importante de la population mondiale et une forte augmentation de l'espérance de vie (Dedet 2007 : XV). Ceci est dû notamment aux progrès de la médecine, de la chirurgie, de l'hygiène antimicrobienne et de l'agroalimentaire. Ce mouvement se poursuit et renforce le paradigme infectiologique tout au long du XX^e siècle. L'essor de la biologie (cellulaire et moléculaire) permet de mieux comprendre les mécanismes physiopathologiques et biochimiques de la maladie (Polère 2007). On

assiste à d'importants progrès thérapeutiques²⁴ et à une amélioration des méthodes diagnostiques²⁵.

Toutefois, cette vision idyllique de l'éradication des maladies infectieuses ne semble que partielle et limitée. Certains phénomènes émergeant dans les années 1970 tendent à annoncer un essoufflement de cet optimisme.

1.2.1 Des recherches questionnant le paradigme de l'infectiologie

Depuis les années 1970, un certain nombre de recherches novatrices relativise les acquis de la révolution microbiologique. La prionologie (recherche sur les prions) et l'essor de la médecine « douce » sont deux illustrations parlantes de cette érosion.

Alors que les scientifiques se penchaient sur l'origine de maladies dites encéphalopathies spongiformes transmissibles (EST)²⁶, les résultats de cette recherche ont profondément questionné le paradigme de l'infectiologie. Selon ce paradigme, une maladie infectieuse est transmise par un agent infectieux, à priori une bactérie ou un virus, via son acide nucléique (ADN et ARN). Or, les recherches effectuées sur les maladies EST laissaient planer un grand mystère : puisque les recherches de virus ou de bactéries à partir de prélèvements demeuraient négatives, comment expliquer le développement de ces maladies ? Quel pouvait être cet agent responsable de ces maladies capable de résister aux traitements par rayonnements qui inactivent en principe n'importe quel bactérie ou virus ?

²⁴ Relevons notamment le développement des médicaments (immuno-régulateurs, antiviraux, antalgiques, antibiotiques, contraception orale, neuroleptiques, antidépresseurs), de nouveaux vaccins (contre la variole, la poliomyélite, la rougeole, la grippe, etc.) et de nouveaux traitements comme la chimiothérapie contre le cancer (1942), la pompe à insuline (1954), les greffes et transplantations (1954) ou la thérapie génique contre les maladies dégénératives (1990).

²⁵ Notamment le développement de nouvelles techniques de détection et d'analyse de la structure des agents infectieux ainsi que de l'imagerie médicale (les rayons x, le scanner, Imagerie par Résonance Magnétique et l'échographie).

²⁶ Notamment la maladie de Creutzfeldt-Jakob, la maladie de Kuru, la tremblante du mouton, ou encore la maladie de la vache folle.

C'est le médecin-neurologue américain Stanley Ben Prusiner qui apporte, à partir de 1982, une réponse à cette énigme. L'agent responsable de ces maladies est bien un agent infectieux, mais ce n'est ni une bactérie ni un virus. Il s'agit d'une protéine ! Cette protéine, cet agent pathogène de nature protéique dépourvu d'acide nucléique, est alors baptisée « prion »²⁷. Prusiner affirme avoir découvert une nouvelle sorte d'agent infectieux capable de se « répliquer » sans porter d'information génétique, remettant alors profondément en question le paradigme infectieux prévalant à l'époque (Berche 2013). Une controverse de grande ampleur prend alors place sur fond de scandale sanitaire (scandale des hormones de croissance contaminées en France et aux États-Unis, suivi de la crise de la vache folle au Royaume-Uni puis en Europe). Les uns convaincus de l'existence des prions en tant qu'agent infectieux, les autres, plus sceptiques, refusant d'adhérer à cette théorie et de considérer qu'une protéine pourrait se reproduire dans un organisme en l'absence d'acide nucléique. Finalement, malgré l'absence de preuve expérimentale déterminante, Prusiner reçoit le « Prix Nobel de physiologie ou de médecine » en 1997 pour la découverte de ce nouveau principe biologique d'infection animale et humaine (Dressel 2004 : 84). Il devient alors possible d'expliquer les formes héréditaires de ces pathologies et de comprendre pourquoi une maladie peut être causée par trois différentes voies : naturellement sporadique, génétiquement déterminée ou par contamination (*Ibid* : 82). La découverte du prion provoque un renversement du paradigme de l'infectiologie (une révolution scientifique), permettant d'ajouter le prion aux types agents infectieux responsables des maladies infectieuses.

Parallèlement, un important mouvement critique de la conception de la médecine « conquérante » s'est également développé en questionnant l'optimisme révolutionnaire. Ce mouvement remet en cause une vision de la médecine capable de tout connaître et de tout maîtriser en extirpant le mal grâce à des méthodes

²⁷ Sur l'histoire de cette découverte voir notamment Prusiner (2015).

scientifiques rigoureuses (Polère 2007). Il se caractérise par un retour vers une conception plus « transactionnelle » envisageant la santé comme le maintien d'un équilibre et d'une harmonie. Ceci se manifeste par un souci croissant du « bien-être », un recours grandissant à des médecines dites alternatives se référant à une vision holiste du corps (acuponcture, ostéopathie, homéopathie, etc.), et une prise en compte du patient dans sa globalité (en tenant compte de toutes ses spécificités) (*Ibid*). Pour Dujardin (2003 : 75-85), le modèle qu'il qualifie de « solution miracle pastorienne », offre un raisonnement trop mécanique et asystémique, incapable de prendre en compte la complexité du corps humain. La logique « un germe — une maladie — un traitement » a certes fait, et fait encore, des miracles, mais une approche plus systémique et holistique semble de plus en plus pertinente et complémentaire.

1.2.2 La résistance des micro-organismes

Le deuxième signe de cet essoufflement se constate au regard d'un phénomène particulièrement inquiétant : la résistance des micro-organismes. Depuis une cinquantaine d'années, les micro-organismes contre-attaquent grâce à leur grande capacité d'évolution, au point de pouvoir résister aux traitements destinés à les éradiquer. Les deux facteurs identifiés comme responsables de cette résistance sont l'exposition massive à des médicaments antimicrobiens (comme les antibiotiques, les antiviraux, les antipaludiques et les antihelminthiques) et la capacité bactérienne de développer ou de capter des gènes de résistance aux antibiotiques. D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (2016), cette résistance microbienne entraîne une inefficacité des traitements antimicrobiens (notamment l'antibiorésistance²⁸) et compromet la prévention et le traitement efficace contre les

²⁸ Sur ce sujet, voir notamment Caux et Guilbert (2010) ; Trémolères (2011) ; Cohen et al. (2011) ; INSERM et al. (2013).

infections microbiennes. Elle constitue une menace croissante pour la santé publique dans le monde entier.

À l'évidence, cette capacité d'adaptation et d'évolution microbienne n'avait pas été anticipée. Face à cette défense bactérienne, seules la recherche²⁹ et la mise en place de politiques publiques (de surveillance et de gestion raisonnée des traitements anti-infectieux) sont actuellement envisagées. L'enjeu est de taille, car on compte en moyenne douze à vingt-quatre mois entre la mise sur le marché d'un antibiotique et la détection des premières résistances microbiennes acquises (Haut Conseil de la Santé Publique 2010 : 78). Or, sans traitement anti-infectieux efficace, les scénarios épidémiques ou pandémiques d'hier pourraient redevenir d'actualité...

1.2.3 La persistance des maladies infectieuses

La fin de cet optimisme se constate aussi au regard des résultats concrets sur le plan médical : les maladies infectieuses n'ont pas disparu, au contraire, elles persistent avec acharnement. « En 2012, plus de 140 000 habitants des pays à revenu élevé ont eu la coqueluche, une maladie grave chez le nourrisson et évitable par la vaccination » (OMS 2014). De même, la tuberculose touchait encore 9 millions de personnes et faisait 1,5 million de morts en 2013. La persistance de ces maladies concerne principalement les pays à faible revenu, mais touche aussi les pays à revenu élevé (voir Annexe C).

À l'origine de cette persistance des pathologies infectieuses, on relève les déplacements de population de plus en plus nombreux et fréquents (migrations, voyages, mondialisation et globalisation), une urbanisation grandissante³⁰, un

²⁹ Voir notamment Brogan et Mossialos (2016).

³⁰ Plus de 50 % de la population mondiale vit dans les villes (Organisation des Nations Unies 2001).

accroissement de la précarité dans les pays du Sud³¹, l'apparition de nouveaux agents infectieux émergents comme les agents viraux (VIH/sida ou virus Ebola), ainsi qu'un fort risque de contamination via la population animale³². La frontière entre fiction et réalité apparaît de plus en plus mince face au sentiment croissant de vulnérabilité de nos sociétés vis-à-vis de la menace microbienne. Il faut désormais lutter contre de nouveaux virus émergents et virulents (le VIH/sida en est la figure de proue), contre les menaces épidémiques de grippe aviaire, de Syndrome Respiratoire Aigu Sévère (SRAS), de pandémies grippales (Flahaut et Zylberman 2010) ou encore contre la recrudescence des maladies nosocomiales³³.

La menace microbienne devient donc un défi majeur de santé publique dont les causes sont multiples (écologiques, sociales, économiques, biologiques, etc.) (Mayer 2000). Les États doivent prémunir et protéger les populations de ces menaces extrêmement dévastatrices et coûteuses³⁴ grâce à des budgets importants et des politiques sanitaires d'envergure. Comme le montre l'historienne Nancy Tomes, la guerre menée contre les micro-organismes pathogènes a d'abord été gagnée, mais la

³¹ En moyenne, 70 % des années de vie perdues résultent de maladies infectieuses, de causes maternelles, néonatales ou nutritionnelles dans la Région africaine de l'OMS, contre 8 % pour les pays à revenu élevé (OMS 2014).

³² Ces contaminations ont lieu par transmission vectorielle (transmission d'un agent infectieux d'un vertébré à l'autre) notamment avec les moustiques (chikungunya, dengue, fièvre jaune, paludisme), les tiques (maladie de Lyme), les mouches (la trypanosomiase africaine), etc. Certaines de ces maladies sont à l'origine des zoonoses (se transmettent directement d'un animal vertébré à l'être humain) comme le VIH/Sida (par le singe), la rage ou le typhus (par les rats), Ebola (par les chauves-souris), maladie de Creutzfeldt-Jakob (par les bovins), la grippe aviaire (par les volailles et les porcs), etc.

³³ Les maladies nosocomiales sont des pathologies aiguës contractées en milieu hospitalier. À titre d'exemple, le Québec enregistre en moyenne entre 80 000 et 90 000 infections nosocomiales par an, avec un taux de mortalité oscillant entre 1 et 10 %. Le coût de ces infections pour le système de santé québécois est estimé à environ 180 millions de dollars par année (Santé et Services sociaux Québec 2006 : 8).

³⁴ L'OMS estime les conséquences économiques directes des maladies infectieuses à 39 milliards de dollars américains pour la gestion de la crise ESB au Royaume-Uni entre 1990 et 1998 ; à 30 milliards de dollars américains pour le SRAS en Asie en 2003 ou encore à 1,6 milliard de dollars pour E. coli 0157 aux États-Unis entre 1991 et 1999.

riposte est sans précédent. Face à cette revanche microbienne, nous n'avons pour le moment aucune nouvelle arme pour lutter contre cette « *germ panic* » (Tomes 1998 ; 2000).

1.2.4 L'apparition de nouvelles pathologies et la recherche sur le microbiote intestinal humain

À ce terrible bilan, s'ajoute un quatrième défi de taille pour la révolution microbiologique : la recherche émergente sur le microbiome, et plus spécifiquement sur le microbiote intestinal humain, porteuse de promesse de compréhension — voire de guérison potentielle — des maladies chroniques par la réhabilitation de certains micro-organismes.

Depuis 1980, le bilan triomphaliste qui annonçait la victoire sur les maladies est grandement relativisé par la forte multiplication de certaines pathologies comme le diabète, l'obésité, l'asthme, les allergies, les maladies inflammatoires digestives (rectocolite hémorragique, maladie de Crohn) ou encore les maladies auto-immunes (rhumatismes inflammatoires, sclérose en plaques, psoriasis...). Bien que la compréhension de l'étiologie de ces maladies soit encore limitée, elles semblent liées à des troubles du système immunitaire et sont qualifiées par le terme générique de « maladies chroniques³⁵ » et de « maladies modernes ». Selon l'OMS (2015), les maladies chroniques sont responsables de 63 % des décès et sont la toute première cause de mortalité dans le monde ! Parmi ces maladies, les pathologies liées à l'alimentation et à la nutrition représentent le plus lourd fardeau pour la santé publique, en termes de coût et d'espérance de vie, puisqu'elles sont de plus en plus fréquentes, à tous les âges, et tant au nord qu'au sud (OMS 2003). On parle alors de

³⁵ L'OMS (2015a) définit les maladies chroniques comme des « affections de longue durée qui en règle générale, évoluent lentement ».

véritables pandémies modernes, et notamment d'épidémies mondiales de diabète³⁶ et d'obésité³⁷.

L'expansion de ces pathologies modernes s'ajoute donc à ce scénario effrayant présenté plus tôt. La compréhension de leurs causes et la gestion de leurs implications représentent sans aucun doute un enjeu majeur de santé publique. L'issue de leur prise en charge sera déterminante pour l'avenir de notre santé et la survie de l'espèce humaine.

Face à ces pathologies complexes dont les causes sont encore peu connues, certaines recherches scientifiques mettent en avant un constat étonnant : une corrélation entre la baisse des maladies infectieuses contre lesquelles des traitements existent, et la hausse de ces nouvelles maladies « modernes ». En effet, comme représenté ci-dessous, les courbes témoignant de la diminution du nombre de maladies infectieuses d'un côté (panel A) et de l'apparition de nouvelles maladies liées aux troubles immunitaires de l'autre (panel B) se croisent dans les années 1970 dans les pays développés comme la France et les États-Unis (Bach 2002).

³⁶ Selon Diabète Québec (2014), le diabète a un coût économique estimé à 3 milliards de dollars par année en coûts directs et indirects. Au Québec, plus de 10 % de la population souffre de diabète.

³⁷ « En 2012, environ 44 millions (6,7 %) des enfants de moins de 5 ans dans le monde présentaient un excès pondéral ou une obésité » (OMS 2014 : 8). Au Québec, on comptait en 2004 22 % de la population québécoise souffrant d'obésité (Institut National de santé publique du Québec et Institut de la statistique 2005). Aux États-Unis, plus d'un adulte sur deux est en surpoids ou souffre d'obésité ; en 2001, le *Surgeon General* désignait cette pathologie comme le défi porté à la santé publique le plus important de notre temps (Department of Health and Human Services 2001).

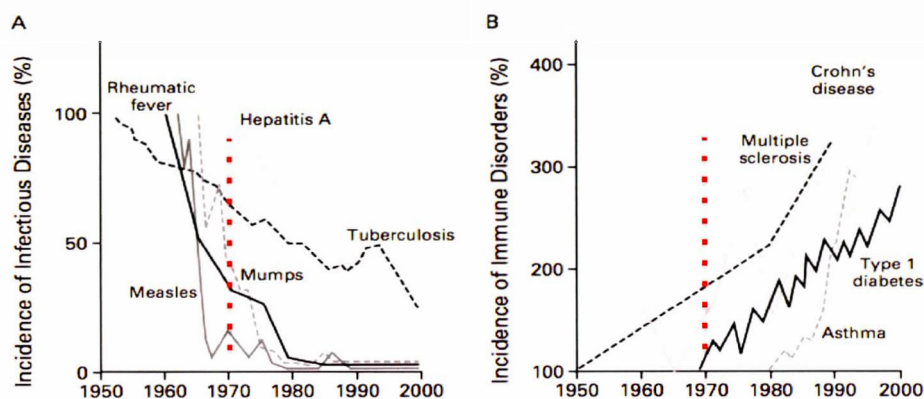


Figure 1. Inverse Relation between the Incidence of Prototypical Infectious Diseases (Panel A) and the Incidence of Immune Disorders (Panel B) from 1950 to 2000.

In Panel A, data concerning infectious diseases are derived from reports of the Centers for Disease Control and Prevention, except for the data on hepatitis A, which are derived from Joussemet et al.¹² In Panel B, data on immune disorders are derived from Swarbrick et al.,¹⁰ Dubois et al.,¹³ Tuomilehto et al.,¹⁴ and Pugliatti et al.¹⁵

Figure 1.1 : Incidence des maladies infectieuses et des maladies « modernes » dues aux troubles immunitaires entre 1950 et 2000 en France et aux États-Unis.
Source : Bach (2002 : 912)³⁸

Cette corrélation est expliquée par la théorie dite des vieux amis (*old friend theory*) ou hygiéniste (*hygienist theory*). Selon cette théorie développée dans les années 1980 en Angleterre par des chercheurs en bactériologie médicale ou en microbiologie³⁹, les nouvelles habitudes de vie appliquées pour éradiquer les maladies infectieuses seraient nocives pour notre développement et notre santé. En aseptisant notre environnement (hygiène corporelle, ménagère, publique, sanitaire), cet hygiénisme excessif affaiblirait notre système immunitaire et causerait de nouveaux troubles (allergies, maladies chroniques, etc.). Certains de nos « vieux amis », les micro-organismes, seraient donc nécessaires pour notre survie. Ainsi, la recrudescence des maladies chroniques modernes serait causée par les mesures

³⁸ Quelques traductions anglais/français : « *rheumatic fever* » : rhumatisme articulaire aigu ; « *measles* » : rougeole ; « *mumps* » : oreillons ; « *hepatitis A* » : hépatite A ; « *tuberculosis* » : tuberculose ; « *multiple sclerosis* » : sclérose en plaque ; « *asthma* » : asthme ; « *type 1 diabetes* » : diabète de type 1 ; « *Crohn's disease* » : maladie de Crohn.

³⁹ Voir notamment Strachan (1989) ; Bach (2006) ; Bloomfield et al. (2006) ; Clough (2011) ; Rook (2010) ; Sheikh et Strachan (2004).

hygiénistes ayant contribué à la diminution des maladies infectieuses. Les maladies « modernes » seraient le résultat de prises d'antibiotiques, de vaccins, des mesures d'hygiène et plus globalement de nouvelles pratiques liées à de meilleures conditions socio-économiques induisant une faible exposition microbienne, pourtant essentielle pour le développement de nos mécanismes immunitaires (Bloomfield et al. 2006). Cette faible exposition microbienne et ses conséquences semblent également renforcées par le déséquilibre alimentaire, caractérisé par une surconsommation de sucre, de sel et de graisses, et une sous-consommation de fibres, sévissant gravement dans les pays industrialisés (Goulet 2009).

Cette hypothèse selon laquelle ces nouvelles pathologies seraient causées par une exposition à une diversité microbienne de plus en plus faible est depuis quelques années renforcée et confirmée par la recherche sur le microbiome, et plus spécifiquement sur le microbiote intestinal humain. Initiée dans les années 1990, cette recherche s'intéresse de près aux « microbiotes », c'est-à-dire aux populations de micro-organismes, aux communautés microbiennes, colonisant différents environnements (corps humain et animal, océans, sols, etc.). Elle tente de caractériser à la fois le contenu et le fonctionnement de ces populations microbiennes (microbiotes), mais aussi d'analyser le génome spécifique de ces communautés microbiennes, leur microbiome. Une synthèse des principaux éléments de cette recherche est présentée, sous forme d'infographies, en Annexe D.

Le corps humain héberge plusieurs microbiotes (cutané, vaginal, buccal, pulmonaire et intestinal) regroupant une immense population bactérienne (des centaines de milliers de milliards de bactéries ! (Lavigne 2013)). Le microbiote intestinal (anciennement appelé flore intestinale, digestive ou encore commensale) est défini comme l'ensemble des micro-organismes qui se trouvent dans notre tractus digestif (Corthier 2007). Il abrite la très grande majorité des micro-organismes de

notre corps⁴⁰. L'élaboration de nouvelles techniques de séquençage, développées au cours de ces dix dernières années, a permis de mettre à jour l'existence et le rôle prépondérant de cet « organe » longtemps ignoré par les chercheurs (Doré et Corthier 2010). La recherche scientifique se concentre donc actuellement avec avidité sur ce microbiote spécifique et sur l'étude de son génome (microbiome).

Le microbiote intestinal se constitue dès la naissance et se stabilise vers l'âge de trois ans en pesant de 1 à 2 kilogrammes. Chaque individu possède son profil personnel de microbiote intestinal, mais on constate quelques similitudes dans sa composition au sein de la population mondiale selon des facteurs génétiques, alimentaires, géographiques et selon l'âge de l'individu (Benedetti 2015). Les études récentes montrent que le microbiote intestinal a non seulement un rôle essentiel dans la digestion et la métabolisation des aliments, mais aussi dans le bon fonctionnement de notre système nerveux central et dans celui de la fonction immunitaire (Corthier 2007). Il « joue un rôle homéostatique dans notre organisme, en étant le garant de notre bonne santé » (Sansonetti in Lavigne 2013). Le microbiote intestinal est véritablement le garde-barrière assurant les défenses de l'organisme. Il fonctionne par un phénomène de symbiose avec son hôte en établissant des relations mutuellement bénéfiques.

Son déséquilibre ou son dysfonctionnement, phénomène appelé la dysbiose, peut avoir des conséquences dévastatrices. La dysbiose serait à l'origine du développement de maladies graves ou chroniques (Berche 2012 ; Doré et Corthier 2010) de types métaboliques (diabète, obésité...), cardiovasculaires, immunitaires (allergies, affections auto-immunes), ou digestives (entéropathies inflammatoires chroniques, cancers, intestin irritable...). Quelques pistes de recherche suggèrent également une forte corrélation entre la dysbiose et le développement d'affections neuropsychiatriques telles que la maladie de Parkinson,

⁴⁰ Plus de 99 % des bactéries que nous hébergeons sont localisées dans nos intestins. Il est composé de « 100 000 milliards de bactéries, soit 100 fois plus que les cellules de notre corps et 1000 fois plus que le nombre d'étoiles présentes dans la galaxie ! » (Benedetti 2015 :3).

l'anxiété, la dépression, les troubles du comportement alimentaire et du spectre autistique. Une faible exposition microbienne, une alimentation inadéquate, la prise répétée d'antibiotiques ou encore le mode d'accouchement par césarienne sont des facteurs potentiels de dysbiose.

Les résultats de cette recherche biomédicale tendent donc à confirmer l'hypothèse selon laquelle les maladies d'aujourd'hui trouveraient leur origine dans un environnement microbien appauvri par des pratiques issues de la révolution microbiologique. En cherchant à éradiquer le mal, les mesures révolutionnaires y sont en partie parvenues, mais ont détruit avec elles des micro-organismes essentiels à notre santé et à notre développement. Cette recherche scientifique permet de comprendre les maillons de la chaîne causale menant au développement de pathologies modernes (Figure 1.2). Elle ouvre de nouvelles perspectives à la fois pour comprendre le mécanisme reliant le phénomène de dysfonctionnement du microbiote au développement de pathologies liées aux troubles immunitaires (Doré 2011), et pourrait aussi offrir de nouvelles pistes thérapeutiques.



Figure 1.2 : De l'exposition à une faible diversité microbienne au développement de maladies « modernes »

Conclusion : Sujet et objet de notre recherche

La naissance de la microbiologie et de la bactériologie a eu des conséquences déterminantes pour l'humanité en parvenant à identifier, à domestiquer et à maîtriser de nombreux micro-organismes. Toutefois, la politique d'éradication systématique du monde microbien qui en a suivi présente un résultat paradoxal. Malgré un réel succès, de nombreuses limites relativisent cette victoire. Face au scénario complexe et alarmant que nous connaissons actuellement, les politiques de santé publique s'arment de mesures de prévention et d'investissements massifs dans la recherche-développement. Depuis les années 2000, la recherche sur le microbiote intestinal humain est porteuse de promesses d'une meilleure compréhension voire de guérison des maladies chroniques par la réhabilitation des micro-organismes. Cette recherche fait émerger de nouveaux savoirs induisant de nouvelles perceptions s'immisçant dans tous les secteurs de la vie sociale.

L'étude de cette intuition qu'un nouveau rapport au monde microbien est en train d'émerger avec la recherche sur le microbiote intestinal humain et les nouveaux savoirs qu'elle fait naître constitue l'objet de ce mémoire. Cet objet spécifique n'a pas été, à notre connaissance, étudié dans notre domaine de recherche Science Technologie et Société (STS). En revanche, des études en STS, en anthropologie, philosophie et sociologie des sciences ont analysé l'émergence d'un nouveau rapport entre l'être humain et le monde microbien en général. L'analyse de cette littérature est présentée dans le Chapitre II afin de nous aider à guider et à préciser notre recherche.

CHAPITRE II

VERS UNE NOUVELLE RELATION ENTRE L'HUMAIN ET LE MONDE MICROBIEN ?

Problématique

Ce chapitre propose une revue de littérature des recherches qui se sont penchées sur l'émergence d'un nouveau rapport entre l'humain et le monde microbien. Le questionnement de cette relation a été étudié dans des domaines très divers, notamment avec l'élaboration de la microbiomique (2.1), ou avec le développement de mouvements « dissidents » questionnant les visions pastoriennes (2.2).

Cette revue de littérature nous permet d'identifier certains enjeux, ainsi que des pistes de problématisations et d'outils analytiques qui nous aideront à étudier le rapport humain/micro-organismes dans le cas spécifique de la recherche sur le microbiote intestinal humain.

2.1 Une nouvelle biologie qui interroge notre conception de « l'humain »

2.1.1 De la génomique à la microbiomique

Les années 2000 ont célébré partout sur la planète le déchiffrement du génome humain. Le succès du projet scientifique *Human Genome Project* (HGP) était tel, que le Président des États-Unis Bill Clinton (2000) déclarait :

“Without a doubt, this is the most important, most wondrous map ever produced by humankind [...]. Today, we are learning the language in which God created life”.

Malgré le succès et les découvertes engendrés par cette avancée scientifique majeure, les résultats de cette recherche ont causé de grandes déceptions. En 2001, les revues *Science* et *Nature* publient des articles révélant que le génome humain ne compte que 30 000 gènes au lieu des 60 000 présumés. La désillusion est alors très grande. D’une part, les espérances dans la découverte de nouveaux remèdes aux maladies s’estompent. D’autre part, la génomique ne parvient pas à répondre à toutes les questions philosophiques, éthiques et religieuses qu’elle espérait régler telle que les grandes interrogations sur la nature de la vie humaine, son identité ou encore sa supériorité (Nerlich et Hellsten 2004: 256-257). Le discours de la grande promesse du décryptage du livre de la vie s’estompe petit à petit. Alors que le génome humain a longtemps été comparé à un livre, un code, ou à une carte révélant la manière dont les êtres humains sont programmés, ces images sont questionnées avec vigueur. Le dogme de la génétique déterministe, considérant le génome comme un code qui préfigure la construction humaine est sérieusement mis en péril. De nouvelles métaphores sont inventées pour traduire, avec plus d’effectivité, la complexité et la dynamique des interactions gène-protéine-environnement. Plusieurs mouvements prennent alors naissance. Certains contestent la suprématie de ces anciennes métaphores jugées trop linéaires et anthropocentrées, d’autres s’appuient sur ces métaphores et sur le succès du séquençage du génome pour décrire ce que sera la génomique de demain. Quoi qu’il en soit, d’après Nerlich et Hellsten (2004 : 266 ; 2009), ce glissement montre l’introduction de mouvements alternatifs ouvrant la voie vers une nouvelle ère, l’ère post-génomique.

Dans leur étude de ce nouveau « monde post-génomique », Nerlich et Hellsten (2009) montrent l’émergence, parmi ces mouvements alternatifs à la génomique, de l’étude du microbiome avec le projet de recherche *Human Microbiome Project* (HMP). Ce projet est mis sur pied suite à la découverte par deux microbiologistes,

David Relman et Stanley Falkows, du second génome humain, le génome des milliers de micro-organismes (le microbiome) que nous abritons. Le HMP a alors pour ambition de connaître la composition et la variabilité de cette flore microbienne et notamment des quatre principales niches microbiennes que nous abritons (la bouche, l'intestin, le vagin et la peau). Une nouvelle frontière scientifique est alors ouverte à l'exploration. Parallèlement, d'autres « biomes » sont aussi explorés comme celui des sols, des océans ou le microbiome des animaux et des végétaux. Pour Nerlich et Hellsten, une nouvelle science, la microbiomique (science des métagénomiques), voit le jour, apportant un nouveau langage centré sur les interactions, les communautés, les écologies.

2.1.2 Microbiomique et nouveaux discours : interactions, communautés et hybridité

Comme le montrent les auteurs en étudiant de près le discours médiatique sur le *Human Microbiome Project*, et plus spécifiquement les métaphores utilisées par les journalistes et les scientifiques, la microbiomique interroge nos perceptions, représentations et croyances sur le rapport de l'être humain au monde microbien. Les auteurs distinguent notamment trois grands changements, trois résultats de recherche, de notre compréhension de ce rapport humain/microbes.

Les auteurs identifient tout d'abord un changement de langage utilisé par les scientifiques et les journalistes. Alors que la recherche sur la génétique et la génomique était comparée au décryptage du grand « livre de la vie », la microbiomique s'apparente désormais à l'étude des « communautés de vie » ou des « nations bactériennes ». Plus qu'un simple ensemble de gènes, l'humain serait donc composé d'une multitude de micro-organismes encore peu connus. Ces micro-organismes formeraient une communauté active jouant un rôle essentiel dans notre développement. Les auteurs relèvent des métaphores concernant le type d'agents et de personnifications qui les caractérisent : les microbes sont des étrangers, des

animaux ou encore des communicateurs. Ils vivent en groupes sociaux, s'organisent en nations ou en quartiers, ce sont des communautés souvent décrites comme luxuriantes. D'autres expressions évoquent le rapport entre l'humain et son environnement : le corps⁴¹ est un écosystème, les humains sont des super-organismes accueillant ces communautés microbiennes. En effet, les micro-organismes qui nous composent communiquent entre eux, ils sont actifs et s'associent pour préserver ensemble notre bonne santé. On peut noter toutefois que les auteurs observent un décalage entre le discours scientifique mettant l'accent sur cette communication très active et fondamentale entre les micro-organismes, et la faible reprise de cette « intelligence sociale » par la presse dans ses articles. La vision passive et statique du génome laisse place à une nouvelle perception d'un microbiome vivant, multidirectionnel et interactif, à un processus évolutif.

Les auteurs analysent dans un deuxième temps l'utilisation de nouvelles métaphores évoquant les relations entre les humains et les micro-organismes. Comme semble le montrer cette nouvelle science, nous serions des ensembles de communautés mouvantes entretenant des relations mutuellement bénéfiques avec les micro-organismes qui nous composent. Les métaphores identifiées sont de quatre niveaux : 1) Les microbes sont considérés non plus comme des ennemis, mais comme des amis. Face à ces communautés microbiennes, à ces agents guérisseurs, il serait alors fondamental de revoir notre comportement guerrier, d'abolir le discours hostile au profit d'une relation plus pacifique et pacifiée. 2) Les humains ne sont plus conceptualisés comme le sommet de l'évolution, se développant loin des microbes. On sait désormais que les humains et les microbes entretiennent une grande proximité (ils vivent en nous, sur nous, autour de nous). Des métaphores comme « *microbes are us* » et la question de notre hybridité sont largement utilisées. 3) Les microbes ne plus

⁴¹ Le corps est vu comme une maison, habitée par des locataires, les micro-organismes ; comme un véhicule, dont les passagers seraient actifs pour le faire fonctionner ; comme une ville, visitée par des touristes, des visiteurs ou des migrants ; ou encore comme un zoo, dont on viendrait de découvrir que se cachait, à côté de la maison des primates, des chats ou des éléphants, une nouvelle maison inexplorée, celle des micro-organismes.

uniquement conceptualisés comme un danger pour la santé humaine, mais comme une chance (ils régulent la digestion, sont impliqués dans la régulation du poids, etc.). L'attention n'est plus portée sur la contamination, mais sur la coopération des micro-organismes. 4) Une nouvelle compréhension de la « vie » prend forme, celle-ci est vue comme moins déterminée, plus fluide et flexible.

Ce nouveau rapport humain-microbe a pour conséquence de transformer la perception de « soi », de l'identité humaine. Selon les auteurs, les frontières entre l'humain et le microbien deviennent plus floues. L'utilisation de termes comme « amalgame », « mix », « composite » ou « hybride » marque l'idée d'une fusion, d'une disparition de la frontière classique entre « eux » et « nous ». Nous sommes des êtres hybrides, humain-microbes. Ces quelques citations illustrent ce changement de perception (Nerlich et Hellsten 2009 : 28) :

“So you think you are the self-reliant type. A rugged individualist. Well, give it up. (...)”

“You are not alone”.

Dans la lignée de ces auteurs, Gligorov et al. (2013) questionnent cette nouvelle conception de soi et de l'identité personnelle mise en exergue par la recherche sur le microbiome humain. Pour ces auteurs, le langage scientifique et ses avancées façonnent le futur de la recherche et de la médecine, ainsi que la perception que nous avons de nous-mêmes. La recherche sur le microbiome humain ne modifie pas notre identité numérique (critères physiques établissant l'identité et critères psychologiques), mais influence les constructions narratives individuelles des identités (soit la question « Qui suis-je ? »). Ces avancées scientifiques nous feraient prendre conscience des relations existantes entre le microbiome, le corps humain et notre environnement. Pour Gligorov et al., notre individualité s'inscrit désormais dans un contexte social et biologique. Notre microbiome en est le témoin et en garde des traces : il peut refléter nos habitudes de vie, nos traitements aux antibiotiques, nos voyages, mais aussi notre sexe, genre, nationalité ou lieu de vie. Comme le montrent

également Hutter et al. (2015), nous serions tellement intégrés à nos microbiomes que l'individualité de l'être humain devrait être reconsidérée comme une entité symbiotique. Ainsi, pour Gligorov et al., la recherche médicale doit nécessairement intégrer cette nouvelle conception et adopter de nouvelles voies plus appropriées pour sauvegarder cet écosystème. La recherche future doit également se questionner sur l'impact, la propriété, la protection et la gestion des données personnelles obtenues à partir des analyses microbiomiques. Enfin, les auteurs suggèrent une communication étendue des résultats de recherche et de leurs implications auprès du grand public pour qu'une large prise de conscience de cette nouvelle relation humain-microbe soit possible.

2.1.3 Réflexions autour de la traditionnelle dichotomie nature/culture

Comment penser la place du microbe par rapport à l'humain dans cette nouvelle perspective ? De manière plus radicale, d'autres auteurs analysent cette nouvelle science et la nouvelle conception de soi qu'elle implique comme une démonstration de la nécessité de repenser la dichotomie traditionnelle de nature/culture.

Pour Sagan (in Helmreich 2014 ; 2016), les possibilités imaginatives et sociales du microbiome sont évidentes : il faut repositionner, repenser, défamiliariser la « nature » qui a longtemps été mise de côté dans l'étude de la biologie. Il faut mettre fin à cette vision individualiste et prendre la mesure de ce fourmillement, de ces connexions et multiplicités qui composent notre « biocorps » : nous sommes des *homo-microbis*. Pour Margulis et Sagan (2002), il s'agit ici de la fin du mythe de l'individu indépendant et autodéterminé, nous sommes en réalité des assemblages, des intégrations. Microbes et humains sont des membres d'une association engagée dans un travail nécessaire et collaboratif.

De même pour Magnone (2016), il faut voir la collaboration et la coproduction qui existe entre l'humain et le microbe. Le modèle classique de guerre interespèce doit être dépassé puisque les microbes participent à ce que nous sommes. Comme le montraient déjà Haraway (2003) et Latour (1991), nous sommes des réseaux d'espèces intriqués. Les notions « d'espèces » et de frontières doivent être questionnées puisqu'il y a un lien continu entre les humains et les non-humains, et donc entre humains et micro-organismes. Ainsi, séparer nature et culture reviendrait à nier cette relation interespèce, il s'agirait d'une fiction certes lourde de significations idéologiques, mais dénuée intrinsèquement de valeur. Pour Magnone, la biologie ne permet en aucun cas de contester un lien de parenté entre le monde humain et non-humain, et encore moins de justifier une quelconque autonomie de l'espèce humaine — une espèce privilégiée seule capable et digne d'imposer son programme au monde non-humain. Pour les tenants du courant interspéciste et les penseurs de la permaculture⁴², il faut nécessairement réinclure les non-humains et microbiens, cesser de les voir comme un empiètement ou une nuisance et les considérer au contraire comme une culture faisant partie de nous et d'un système. Le microbe (avec les savoirs scientifiques microbiomiques récemment dévoilés) pourrait être le catalyseur de cette idée, la preuve de la nécessité de cette vie collaborative.

Ainsi, la microbiomique apporte avec ses nouveaux savoirs scientifiques un ensemble de questionnements de nos conceptions anthropologiques et philosophiques. Elle interroge notre conception classique, érigeant d'un côté l'humain comme tout puissant, doué de culture et de raison, et de l'autre, le monde microbien considéré comme inférieur et nuisible. Cette science, tout comme la recherche sur le microbiote intestinal, semble tendre vers une réhabilitation et une redécouverte du monde microbien en mettant à jour une nécessaire redéfinition de ce que sont les micro-organismes, et donc de ce que nous sommes. Loin de n'être que de simples

⁴² Voir notamment Bellacasa (de la)(2010).

organismes mécaniques composés de quelques milliers de gènes, nous serions des « super-organismes » composés de centaines de milliers de microbes interagissant constamment en nous afin d'y faire régner un certain équilibre. Dans cette perspective, de nouvelles frontières et de nouvelles questions s'ouvrent à nous : Jusqu'à quel point les micro-organismes qui nous composent ont-ils une influence sur ce que nous sommes ? Sur notre santé physique et mentale ? Les micro-organismes qui nous composent pourraient-ils nous définir et nous différencier ? À quel point les êtres humains et les communautés microbiennes sont-ils intriqués ? Existe-t-il des liens entre notre génome et notre microbiome ? Quelles sont les implications de cette hybridité ? Et enfin, quelles sont les conséquences que nous devrions tirer de ce nouveau rapport sur nos pratiques culturelles, sociales, politiques et sanitaires ? Autant de questions que nous tenterons d'explorer dans le Chapitre VI.

2.2 D'une culture pastorienne à post-pastorienne

Parallèlement au développement de la microbiomique, la littérature STS et les études anthropologiques font état d'un certain nombre de mouvements remettant en question la perception de la relation que nous entretenons avec les micro-organismes. Ces mouvements s'érigent contre une vision « microphobique », contre une éradication systématique des microbes. Ils prônent une réappropriation de la relation humains-microbes au profit d'une appréhension nouvelle de leurs potentialités. L'anthropologue des sciences Paxson est une des premières auteures à avoir analysé ce phénomène. Dans un article publié en 2008, elle décrit l'émergence d'une contre-culture, la culture post-pastorienne (2.2.1). Cette nouvelle appréhension des microbes est également visible dans d'autres cas, reflétant une extension importante du réseau de mouvements offrant une vision alternative à la culture pastorienne (2.2.2).

2.2.1 Anthropologie des microbiopolitiques du fromage au lait cru

Dans son étude anthropologique de la fabrication de fromage au lait cru aux États-Unis, Paxson (2008) montre la montée en puissance d'une culture dissidente, émergeant des producteurs et consommateurs de fromages au lait cru. Ces producteurs et consommateurs s'élèvent contre une prévention exacerbée des risques menant à une élimination systématique des micro-organismes au nom de la protection sanitaire. Ils prônent une reconnaissance de la contribution de certains micro-organismes à la conception et au goût du fromage, ainsi qu'à la santé.

En reliant les notions de « biopolitiques » de Foucault et l'étude de Latour sur l'histoire politique et sociale de la pasteurisation, Paxson développe le concept de « microbiopolitique ». Les biopolitiques renvoient notamment chez Foucault (1979 ; 1984) à l'élaboration de catégories de personnes pour faciliter les mesures statistiques et gérer rationnellement les populations (notamment le sexe et la reproduction). Latour, quant à lui, a montré dans son ouvrage *Pasteur : Guerre et Paix des microbes* (1984), l'inclusion du microbe dans toutes nos relations sociales avec les découvertes de Pasteur. C'est grâce à l'identification et la domestication des microbes qu'il a été possible de contrôler et de purifier certaines relations sociales. Les biopolitiques sont alors, avec les découvertes pasteuriennes, rejointes par les *microbiopolitiques* définies comme la création de catégories d'agents biologiques microscopiques, l'évaluation anthropocentrique de ces agents, et l'élaboration de comportements humains appropriés vis-à-vis de ces micro-organismes actifs dans les processus d'infection, d'inoculation et de digestion (Paxson 2008 : 17). Pour l'auteure, les microbiopolitiques du fromage cru⁴³ illustrent la voie dissidente refusant cette façon

⁴³ L'auteure décrit trois microbiopolitiques du fromage au lait cru : 1) La nécessité de lier le lieu et le goût : il est fondamental de reconnecter la nature, le terroir, l'origine et le savoir-faire des produits artisanaux. Le microbe fait ce lien entre le goût et le lieu. 2) L'importance de prendre en compte que la pasteurisation mise en place par des politiques d'économie d'échelle actuellement est contre-productive : en luttant pour la sécurité sanitaire, ces politiques ont pour effet réel d'augmenter les risques de maladies. Le probiotique en est aujourd'hui la démonstration et la légitimation scientifique.

de vivre et de concevoir notre relation avec les micro-organismes, et plus largement, la façon dont les êtres humains conçoivent de vivre ensemble. Deux cultures⁴⁴ se dessinent autour de cette question de notre relation aux micro-organismes et de notre vie sociale : la culture pastorienne et la culture post-pastorienne.

La culture pastorienne trouve ses origines dans les découvertes microbiologiques. Des biopolitiques ont été développées pour « purifier » les relations entre les êtres humains et exclure l'agent microbien, considéré comme un danger majeur. Cette attitude belliqueuse entraîne une mobilisation contre le risque microbien avec la prise excessive d'antibiotiques, la pasteurisation, la réfrigération, l'irradiation des aliments ou encore la vaccination des enfants. Toute association entre nourriture et micro-organismes est considérée comme dangereuse et pathogène en puissance. Des standards de sûreté commerciale et alimentaire sont alors élaborés et relayés dans l'ensemble de nos activités sociales. Au nom de la peur de l'épidémie et de la contagion, la société du risque (telle que définie par Beck (1992)) est exacerbée, et la protection doit primer sur la liberté pour garantir une totale sécurité.

Face à cette attitude et à ces comportements, largement soutenus par les industries agroalimentaire (notamment par la *Food and Drug Administration* américaine) et pharmaceutique, le mouvement post-pastorien s'interroge sur la pertinence de cette régulation. S'appuyant sur des savoirs scientifiques et empiriques, ces dissidents du pastorisme font valoir que tous les microbes ne sont pas mauvais, et qu'au contraire, certains pourraient améliorer la santé humaine. Le fromage au lait cru non pasteurisé contiendrait notamment de « bons » micro-organismes que la

3) La biopolitique va actuellement de la chambre à coucher à la cuisine. Le puritanisme imposé au nom de la sécurité prescrit un contrôle absolu et une aversion du risque. Ce système montre aujourd'hui ses limites, l'aversion du risque et sa gestion deviennent finalement plus risquées.

⁴⁴ Nous notons une certaine ambiguïté dans les termes utilisés par Paxson. Le titre de l'article caractérise le phénomène décrit comme des « *post-pastorian cultures* » alors que le corps du texte ne définit pas la notion de « culture » et ne reprend pas précisément cette expression. D'autres terminologies sont utilisées : « monde post-pastorien », « les post-pastoriens », les « microbiopolitiques post-pastoriennes », la « nourriture post-pastorienne », le « régime post-pastorien », « l'éthos post-pastorien » ou encore les « attitudes post-pastoriennes ».

pasteurisation détruit systématiquement. Comme l'indiquent Paxson et Helmreich (2013 : 172) :

“While Pasteurians view raw-milk cheese as a biohazard, potentially riddled with bad bugs, post-Pasteurians regard it as the inverse: a traditional food processed for safety by the action of *good* microbes – bacteria, yeast, and molds – that can outcompete *bad* bugs for nutrients in milk”.

Pour les post-pastoriens, il faut cesser cette régulation de l'ordre social « hyperhygiéniste » au profit de nouvelles alliances, de nouvelles mobilisations des organisations sociales. L'objectif n'est en aucun cas d'être plus tolérant en laissant se développer des micro-organismes pathogènes, il s'agit de faire reconnaître le rôle que peuvent jouer les micro-organismes, de les recruter et de les rallier au projet. Il faut continuer de placer les micro-organismes au cœur des politiques alimentaires, mais favoriser de nouvelles appropriations et compréhensions du savoir scientifique par le public. En considérant les micro-organismes comme des alliés potentiels, en allant au-delà de cette attitude antiseptique, de nouvelles conceptions de la nourriture, de sa production, de ses valeurs culturelles et nutritionnelles, de la régulation de la sûreté alimentaire et de notre santé, pourraient émerger. Plus largement, cette culture post-pastorienne permet de redonner à l'individu le pouvoir de se prémunir contre la maladie — pouvoir en grande partie transféré à la profession médicale — en redonnant la possibilité aux consommateurs-citoyens de cultiver leur flore intestinale (Schmid in Paxson 2008 : 17). L'intérêt réel pour les consommateurs-citoyens du contrôle sanitaire et alimentaire par un État régulateur, au nom de la sûreté et de la prévention du risque, est ici profondément questionné. Pour les post-pastoriens, il faut remplacer l'idiome du péril par celui de la promesse (Paxson et Helmrich 2013).

Cet exemple de la fabrication artisanale de fromages au lait cru est donc un médium idéal pour repenser et réfléchir à notre appréhension des microbes et aux relations humains-microbes. Ce cas pose aussi la question, plus politique, de la diversité des produits disponibles et autorisés sur le marché, ainsi que de la régulation opérée par l'État sur nos choix alimentaires et sanitaires. Comme le montrent Paxson

et Helmreich (2013), l'introduction de la pasteurisation dans la production de fromages a permis l'avènement de la standardisation et de la production industrielle de fromages. Or, avec la culture post-pastorienne, la volonté de diversifier le marché et de revenir à des productions artisanales, à de la nourriture non standardisée et locale est en plein essor. Les post-pastoriens revendiquent un profond questionnement de l'hégémonie des microbiopolitiques pastorienne et proposent une réappropriation de la relation humains-microbes centrée sur la collaboration. Cette collaboration n'est possible que grâce aux succès des microbiopolitiques pastorienne ayant permis de réduire considérablement les maladies infectieuses et les risques de développement de micro-organismes pathogènes. Comme le montre Agapakis (2010) en s'appuyant sur les travaux de Paxson, le fromage unit le savoir-faire humain, l'activité microbienne et la science. Il représente parfaitement la nouvelle fusion entre la science et l'art, entre les biotechnologies capables de réduire le risque pathogène et l'art fromager produisant des communautés microbiennes uniques variant selon les techniques fromagères, le lait utilisé, et l'environnement de la production. En définitive, la culture post-pastorienne s'interroge sur les potentialités d'un nouveau modèle fondé sur une alliance humain-microbe régulée par nos savoirs technoscientifiques. Puisque l'évolution des sciences et des technologies nous permet aujourd'hui de réguler et de gérer les risques microbiens, pourrions-nous envisager de nouveaux modèles de production, de consommation, de nouvelles pratiques, et de nouvelles politiques sanitaires et sociales moins drastiques ? Ici encore, de nouvelles frontières et de nouvelles potentialités semblent ouvertes par cette redéfinition du lien entre le monde humain et le monde microbien.

2.2.2 Autres mouvements post-pastoriens dissidents

On assiste également à l'émergence d'autres mouvements appelant à de nouvelles appréciations des microbes. Dans son article publié en 2008, Paxson en mentionne trois faisant valoir des voies alternatives pour penser le risque microbien. Le premier concerne l'étude réalisée par Koch (2006) dans les prisons géorgiennes. Dans cette étude de cas, l'auteure montre que le diagnostic de tuberculose permet aux prisonniers d'accéder à de meilleures conditions d'incarcération et induit même un trafic d'échantillons de dépistage. Ici, la maladie infectieuse est « souhaitée » et permet un avenir moins difficile.

Le deuxième cas évoqué par Paxson porte sur les campagnes anti-vaccinations des enfants, particulièrement prégnantes aux États-Unis et en Angleterre. Ces campagnes sont le témoin d'une perte de confiance de la part des parents envers cette technique médicale et envers les laboratoires pharmaceutiques qui fabriquent et commercialisent les vaccins. Au cœur de cette controverse, différents arguments anti-vaccination sont avancés en mettant en cause le rapport bénéfice/risque : les vaccins pourraient favoriser le développement de troubles autistiques, ils affaibliraient le système immunitaire des enfants, ou rendraient très vulnérables sans prémunir contre de réels dangers (puisque les maladies contre lesquelles nous sommes vaccinées ont presque disparu). Il semble ici que la peur de l'affaiblissement du système immunitaire prime sur la peur de la contamination par les maladies infectieuses.

Dans un autre registre, Paxson fait état d'un mouvement grandissant originaire d'Italie intitulé *Slow Food*. Pour ses partisans, il est essentiel de revendiquer le droit au plaisir gastronomique et de cesser d'opposer ce droit à la question du risque sanitaire (donc microbien). Pour y arriver, Petrini, le fondateur du mouvement, préconise une résistance face à la « *fast food* » en sauvegardant les économies locales, en préservant les traditions gastronomiques et en favorisant de nouvelles formes écologiques de consommation durable (Petrini 2005). Tout comme dans les deux cas

précédemment cités, le mouvement *Slow Food* déplace la frontière du risque sanitaire. Il propose une nouvelle manière de vivre et de s'alimenter, centrée sur l'écogastronomie et l'alter-consommation, loin d'un contrôle sanitaire exacerbé.

Comme le résumait justement Paxson et Helmreich (2013), ces mouvements post-pastoriens, apportant une nouvelle perception du microbe, ont pour point commun de repenser le risque et de le remplacer par des potentialités et des promesses futures. À notre sens, le cas le plus symptomatique de cette nouvelle appréciation des micro-organismes est celui de l'engouement actuel pour la nourriture « vivante », fabriquée à base de micro-organismes. Les probiotiques apparaissent notamment comme une extension de la notion de « post-pastorien » développée par Paxson : ils font valoir que de « bonnes » bactéries sont à distinguer des « mauvaises » tout en demeurant dans un contexte de sécurité sanitaire (Lorimer 2016).

Dans un article publié en 2009, Koteyko, chercheuse en analyse de discours, montre comment l'industrie agroalimentaire s'est emparée de cette nouvelle perception des micro-organismes pour convaincre les consommateurs. En étudiant les publicités des sites Internet de produits contenant des probiotiques, Koteyko analyse la constitution d'un nouveau discours visant à montrer que les probiotiques sont des outils crédibles pour construire une solide armure immunitaire. Les stratégies promotionnelles visent à légitimer les différentes revendications de santé associées aux probiotiques : les probiotiques sont une solution pour améliorer sa santé ; ils régulent et maximisent, grâce aux « bonnes » bactéries qu'ils contiennent, les chances de lutter contre les « mauvaises » bactéries présentes dans l'environnement ; ils sont recommandés pour avoir une vie saine. Derrière cette stratégie promotionnelle, l'auteure relève les deux piliers essentiels de cette argumentation. D'une part, la consommation de probiotiques est décrite comme permettant d'assurer une gestion individuelle de sa santé et de son bien-être. Chacun a la possibilité (ou la responsabilité) d'accéder à cette nourriture qui pourra l'aider à gérer son poids, sa santé, voire même la pleine réalisation de sa vie. D'autre part, les promotions

associent les comportements de consommation de probiotiques aux bonnes pratiques à appliquer quotidiennement pour vivre plus sainement et plus longtemps (comme manger cinq fruits et légumes par jour, pratiquer une activité physique, etc.). Or, cette association met en avant l'idée que les probiotiques sont des produits « naturels », dont les bienfaits sont comparables à la pratique d'un sport ou à un régime alimentaire spécifique. En réalité, il s'agit d'un produit fabriqué (« *engineered product* ») par l'industrie agroalimentaire. Loin d'un simple retour aux produits naturels, les probiotiques sont de la nourriture dite fonctionnelle, entre le médicament et la nourriture naturelle. Comme l'indique Koteyko, les stratégies promotionnelles jouent sur le régime de l'espoir plus que sur celui de la vérité pour vanter les mérites de ces produits. Toutefois, malgré cette stratégie marketing, il est certain que ces produits sont les objets symboliques d'une vision alternative de la vision pastorienne centrée sur la purification et le contrôle. Désormais, de « bonnes » bactéries seraient à distinguer des « mauvaises », et seraient capables de nous aider à lutter pour notre santé et notre bien-être.

Dans les quelques exemples que nous avons décrits, les micro-organismes qui étaient tant craints hier sont désormais perçus comme des sources de nouvelles potentialités. Quels que soient les motifs des différents acteurs de ces mouvements, les microbes sont de moins en moins perçus comme des dangers mettant nos vies en péril, mais plutôt comme des éléments à contrôler de manière raisonnable pour éviter tout risque pathogène. On peut alors s'interroger sur l'impact de cette redéfinition du microbe : quelles sont les nouvelles frontières et nouvelles collaborations envisagées entre l'humain et les microbes ? Et qu'en est-il dans le cadre de la recherche sur le microbiote intestinal ? De nouvelles alliances et potentialités sont-elles en train de se dessiner ?

Conclusion : L'élaboration de notre problématique et de nos questions de recherche

En prenant différents points d'appui, les visions alternatives que nous avons présentées dans ce chapitre mettent en lumière de nouvelles facettes encore méconnues des micro-organismes et posent de nombreuses questions : dans quelle mesure la perception, la gestion et le contrôle qui régissent actuellement les rapports que nous entretenons avec les micro-organismes doivent-ils être repensés ? Quelles seraient les conséquences de ce phénomène sur les plans politique, sanitaire et social ?

L'étude menée dans ce mémoire concerne l'exploration de l'hypothèse selon laquelle la recherche sur le microbiote intestinal humain, telle qu'elle nous est présentée et communiquée, bouleverse notre perception du monde microbien et notre conception du rapport humain/micro-organismes. Comme les visions alternatives que nous avons décrites ici, cette recherche fait émerger de nouveaux savoirs qui semblent induire de nouvelles perceptions. Ainsi, notre mémoire vise à explorer la piste suivante : la recherche sur le microbiote intestinal et les nouveaux savoirs qu'elle engendre construisent une vision du monde allant à contre-courant de celle qui est issue de la révolution microbiologique du XIX^e siècle. Elle questionne l'ensemble de nos perceptions, de nos conceptions, de nos savoirs, de nos croyances, de nos représentations et de nos pratiques face au monde microbien fondé sur les acquis de la révolution microbiologique. Cet « ensemble » est saisi en sciences sociales par le concept « d'imaginaire social », entendu comme l'ensemble des significations partagées et s'imposant aux membres de la société. En définitive, nous nous attacherons à répondre à la question de recherche suivante :

Dans quelle mesure les découvertes liées à la recherche sur le microbiote intestinal humain marquent-elles un changement de notre imaginaire social issu de la révolution microbiologique du XIX^e siècle ?

Pour y répondre, nous explorons notre intuition de recherche selon laquelle un changement d'imaginaire social serait en marche dans le discours permettant la diffusion et la circulation des nouvelles connaissances issues de la recherche sur le microbiote. Tout comme Paxson distinguait des cultures pastoriennes et post-pastoriennes, nous parlerons plus largement d'imaginaires sociaux pastoriens et post-pastoriens. Cette notion d'imaginaire social, qui est au cœur de notre cadre conceptuel, est précisée dans le Chapitre III afin de dresser un portrait des dimensions spécifiques de ces deux imaginaires sociaux. À ce stade, nous pouvons les distinguer de la manière suivante :

- L'imaginaire social *pastorien* se caractérise par l'ambition de contrôler, de gérer et d'éradiquer tout micro-organisme jugé dangereux ou potentiellement dangereux. Tout est mis en place pour purifier les relations humaines afin d'exclure l'agent microbien.
- L'imaginaire social *post-pastorien* s'apparente à une prise de conscience que tous les micro-organismes ne sont pas mauvais, et que leur élimination systématique pourrait à terme causer notre perte.

Notre étude porte sur des textes qui présentent, analysent et commentent la recherche sur le microbiote et qui construisent ou reconstruisent nos imaginaires sociaux. Nous analysons à la fois des écrits issus de la recherche scientifique — des publications scientifiques —, mais aussi tirés de médias faisant le relai entre la sphère de spécialistes scientifiques et le grand public — des articles de presse.

L'objectif du mémoire est donc de comprendre comment les découvertes issues de la recherche sur le microbiote intestinal humain s'inscrivent dans ce

bouleversement de l'imaginaire pastorien et dans la construction du nouvel imaginaire post-pastorien. Notre interrogation centrale se structure autour des sous-questions de recherche suivantes et des intuitions de recherche correspondantes :

- 1) Quels sont les caractéristiques, les dynamiques et les acteurs de la recherche sur le microbiote intestinal humain ?

Intuition de recherche : Ce domaine est en émergence. Il prend une place de plus en plus grande et mobilise des acteurs majeurs de la recherche scientifique et technologique internationale.

- 2) Quelles sont les limites de l'imaginaire pastorien mises en exergue par la recherche sur le microbiote intestinal humain via ses publications scientifiques et ses relais dans la presse grand public ?

Intuition de recherche : Il semble que le combat pastorien ait été perdu car il n'est pas allé jusqu'au bout de la compréhension du rôle des micro-organismes en les associant de manière trop simpliste à des agents pathogènes.

- 3) Quels sont les traits spécifiques de l'imaginaire social post-pastorien véhiculés par la recherche sur le microbiote intestinal humain via ses publications scientifiques et ses relais dans la presse grand public ? Quelles relations humain/micro-organismes sont envisagées et quelles en sont les conséquences ?

Intuition de recherche : L'imaginaire post-pastorien véhiculé par la recherche sur le microbiote intestinal humain est un imaginaire de la symbiose. Il offre de nouvelles perspectives centrées sur une nouvelle considération des micro-organismes.

Afin d'ouvrir notre réflexion, nous élaborerons quelques pistes de réponses aux questions suivantes : comment ces imaginaires interagissent-ils ? Sont-ils exclusifs ? Quels sont les enjeux soulevés par cette nouvelle donne post-pastorienne ?

Notre recherche permettra d'un point de vue scientifique une contribution à l'avancement des connaissances dans le domaine STS. Actuellement, c'est principalement dans les médias que le phénomène de changement de perceptions véhiculé par la recherche sur le microbiote intestinal est décrit. La littérature compte de nombreuses sources offrant des analyses sociologiques et historiques de l'univers pastorien et concernant l'importance des recherches sur le microbiome, mais peu d'écrits en STS portent spécifiquement sur le changement de perception que cette recherche apporte du point de vue sociétal. À notre sens, ce champ disciplinaire est pourtant particulièrement pertinent pour étudier ce phénomène actuel et en émergence, notamment parce qu'il favorise une perspective d'étude transversale et multidisciplinaire.

D'un point de vue social, la poursuite de ce travail pourrait permettre à la fois d'apporter un éclairage sur l'impact possible de la recherche sur le microbiote et ses promesses futures, mais aussi de questionner nos habitudes de vie et nos visions du monde. Les conceptions que nous avons de notre identité, de notre compréhension de la santé, de nos modes de vie et plus largement de notre rapport à l'environnement sont en jeu.

CHAPITRE III

LES IMAGINAIRES SOCIAUX

Cadre théorique

Ce chapitre présente le concept central de notre étude, les « imaginaires sociaux ». Après avoir précisé notre choix théorique (3.1), nous exposons l'articulation du concept d'« imaginaire social » avec les sciences et technologies (3.2) et nous en proposons une conceptualisation à l'aide d'une revue de littérature (3.3). Cette conceptualisation est présentée comme un guide de l'étude des imaginaires qui facilitera l'opérationnalisation de notre recherche.

3.1 L'imaginaire social comme cadre théorique

Ce concept a fait l'objet d'importants travaux au cours du XX^e siècle. Les sciences sociales ont abondamment étudié les productions, les effets et les propriétés de l'imaginaire social au point de constituer une sociologie de l'imaginaire. Comme l'indiquent Legros, Monneyron, Renard et Tacussel (2006 : 1), cette sociologie est « un point de vue sur le social » :

Au contraire d'une « sociologie de surface » (Durand) faite de sondages et d'instantanés, la sociologie de l'imaginaire se veut une *sociologie des profondeurs* qui tente d'atteindre les motivations profondes, les courants dynamiques qui sous-tendent et animent les sociétés humaines.

Ce champ d'étude est aujourd'hui largement établi et reconnu. À ce titre, le Centre de recherche sur l'Imaginaire, fondé en France par Gilbert Durand dans les années 1960, ainsi qu'une cinquantaine d'autres centres d'étude établis dans le monde (en Europe, Amérique du Nord, Asie et Amérique du Sud principalement), ont

largement contribué à cet essor. Parmi les auteurs contemporains les plus importants de ce mouvement, on compte notamment Durand, Bachelard, Éliade, Jung (initiateurs du courant de l'anthropologie de l'imaginaire), mais aussi Castoriadis, Wunenburger, Thomas, Taylor, Maffesoli, Boia, Morin...

3.1.1 Définition de « l'imaginaire social »

L'imaginaire social est défini par le philosophe Charles Taylor (2004) comme la façon dont les individus imaginent leur existence sociale et se mettent en relation avec les autres, comme le sens partagé qui rend possible la compréhension du monde, les attentes sociales et les pratiques communes. Il s'agit de cet ensemble de significations, de savoirs, de croyances, de représentations partagés par les membres d'une société et s'imposant à eux. Comme l'indique Popovic (2013) :

L'imaginaire social est un rêve éveillé que les membres d'une société font, à partir de ce qu'ils voient, lisent, entendent, et qui leur sert de matériau et d'horizon de référence pour tenter d'appréhender, d'évaluer et de comprendre ce qu'ils vivent.

Deux précisions sur ce que nous entendons par « imaginaire » et par « social » sont nécessaires. « L'imaginaire » correspond à la façon de concevoir son existence et son rapport au monde, c'est-à-dire à l'ensemble organisé de nos significations, savoirs, croyances et représentations, nous servant d'horizon de référence. L'imaginaire est donc à distinguer de « l'imagination ». L'imagination est la faculté du cerveau humain de créer des images, de « donner à voir ». Elle permet à l'imaginaire de se développer, c'est sa condition d'existence. L'imagination est donc la faculté de l'esprit à mettre en image, l'imaginaire est quant à lui le produit de cette imagination, c'est un système de relations entre des imaginations.

L'adjectif « social » indique que cet imaginaire est partagé par les membres de la société. L'imaginaire que nous étudions n'est donc ni « individuel » ni

« collectif », mais bien social, propre à une société. L'imaginaire « individuel » renvoie à l'imaginaire propre à une personne en particulier, mais la distinction entre imaginaire « collectif » et « social » n'est pas tranchée dans la littérature⁴⁵ : certains auteurs en font usage sans véritable différenciation alors que d'autres (notamment Bonardi et Castoriadis) associent le terme « collectif » à un ensemble plus large (communauté locale, provinciale, nationale, internationale) que celui de « social » (groupe de travail, famille, institution) (Michaud 2010 : 40). Quoi qu'il en soit, nous nous emploierons à étudier l'imaginaire « social », entendu comme irréductible à l'individuel ou à un groupe d'individus. Nous retiendrons le sens défini par Taylor : l'imaginaire social comme une compréhension partagée par de larges groupes de personnes (Taylor 2004 : 23). Autrement dit, l'imaginaire « social » que nous analysons est l'horizon de référence propre à une société donnée.

3.1.2 Quelques difficultés liées à la notion d'imaginaire social

Bien que ce cadre conceptuel soit riche, un certain nombre de difficultés liées à la notion d'imaginaire social sont notoires. Certains auteurs parlent de « concept flou » (Leblanc 1994), d'une approche fragile (Mathias 2009 ; Boia 1998), d'absence de synthèse encore satisfaisante (Pinson 2014), et de manque de rigueur conceptuelle (Fressard 2005). Une revue extensive de la littérature nous permet de dégager trois grandes difficultés ainsi que des moyens de les surmonter.

La première est d'ordre épistémologique. Pour certains auteurs, l'imaginaire renvoie à ce qui n'existe pas, à ce qui appartient au domaine du faux et du mensonger, du non vérifié et non vérifiable (Boia 1998 : 14). Étudier l'imaginaire reviendrait alors à étudier quelque chose d'inexistant ontologiquement, un objet qui ne se produit pas véritablement, qui s'affranchit du principe de réalité et donc de l'impératif de preuves concrètes (Coutard 2001 : 3 ; 12).

⁴⁵ Sur l'imaginaire collectif, voir l'ouvrage de Giust-Desprairies (2009).

Pour surmonter cette première difficulté, Boia souligne la fragilité du raisonnement et suggère de dépasser cette dichotomie réel-imaginaire. Pour lui, la frontière entre réalité et imaginaire est insaisissable, « d'un individu à l'autre, et d'autant plus d'une époque à l'autre ou d'une culture à l'autre, les appréciations seront toujours différentes » (Boia 1998 : 15). De même, Wunenburger (2003) indique la difficulté de savoir si un contenu imaginaire a quelque réalité dans l'espace et dans le temps. Il affirme, en faisant référence à Boia, que l'imaginaire est défini par ses structures internes plus que par ses référents matériels dont il serait vain de déterminer le caractère réel ou non. Toute la richesse du concept d'imaginaire se trouve justement ici : il inclut réel et irréel, tous deux font partie de la réalité sociale et aident à la comprendre.

La deuxième difficulté est d'ordre philosophique. La pensée philosophique occidentale a longtemps résisté au concept d'imaginaire social au nom de son manque de rationalité. Loin de l'idéal rationaliste et matérialiste moderne, l'imaginaire était perçu comme incapable de produire une connaissance réelle ni d'établir la vérité puisque dénué de raison et de logique. L'imaginaire apparaissait alors comme une pensée primitive, fondée sur le mythe et la rêverie, inférieure à la pensée rationnelle et scientifique. De nombreux auteurs établissaient une forte opposition entre mythe et raison, entre conscience mythique traditionnelle et raison triomphante de l'occident moderne. Frazer considérait par exemple que la pensée avait connu trois stades successifs : magique, religieux et scientifique ; Popper distinguait quant à lui la « société close » de type tribal, dominée par le mythe, et la « société ouverte » caractérisée par la pensée rationnelle et le libre débat intellectuel (Frazer 1890; Popper 1945 in Boia 1998 : 58-59).

C'est justement contre cette séparation entre imaginaire et pensée rationnelle que le courant de recherche sur l'imaginaire s'est inscrit en faux à partir des années 1960 (Legros et al. 2006 : 2). Durand a fortement critiqué ce refus de l'imaginaire et cette idée de division chronologique ou culturelle. Il considérait en effet que l'imaginaire est empreint d'une universalité dans l'Espace et le Temps ;

l'imaginaire (grâce au mécanisme de l'imagination symbolique) est une capacité propre à l'être humain, il est omniprésent et structure notre pensée. De même, pour Bachelard, maître de Durand, l'imaginaire n'est en rien inférieur à la pensée rationnelle ou à la connaissance scientifique puisqu'il est, en tant que producteur d'images, la source de toute forme de pensée. La recherche et l'esprit scientifique ne seraient d'ailleurs que le résultat de la projection de l'imaginaire social produit par l'imagination créatrice (Bachelard 1967). Dans le même sens, Castoriadis affirmait également que c'est tout simplement à partir de l'imaginaire social qu'« il peut être question de “quelque chose” » (Castoriadis 1975 : 7-8). C'est grâce au développement de disciplines comme l'anthropologie, la psychanalyse, l'ethnologie ou encore la philosophie que le concept d'imaginaire est, petit à petit, parvenu à s'émanciper et à échapper au soupçon d'une pensée imaginaire irrationnelle et insignifiante (Védrine 1990).

La troisième difficulté est théorique. « Imaginaire social » est une notion galvaudée (Kerléo 2015), souvent substituée à d'autres concepts, et rarement définie avec rigueur par les auteurs qui l'emploient. Durand l'indiquait déjà en ouverture de son ouvrage *L'imagination symbolique* (Durand 1964) : « une extrême confusion a toujours régné dans l'emploi des termes relatifs à l'imaginaire. (...) “Image”, “signe”, “allégorie”, “symbole”, “emblème”, “parabole”, “mythe”, “figure”, “icône”, etc. sont utilisés indifféremment l'un pour l'autre par la plupart des auteurs. » Fressard (2005), Pinson (2014), Wunenburger (2003 : 6) et d'autres relevaient cette même faiblesse encore récemment : le concept est souvent employé en tant que synonyme de « représentation sociale », « mentalité », « croyance » « conscience collective », ou « idéologie ». Cette lacune théorique fait perdre à l'imaginaire social sa rigueur conceptuelle.

À notre sens, cette difficulté est due à la nature composite de l'imaginaire social : il se compose de l'ensemble de ces éléments (image, signe, allégorie, symbole, mythe, figure, croyance, représentation sociale, idéologie, etc.), reflétant les pluralités internes de l'imaginaire et formant ensemble un horizon global. Pour

surmonter cette difficulté, une conceptualisation satisfaisante est nécessaire. Pour notre part, nous nous appuyerons principalement sur les travaux de Wunenburger afin de tendre vers cet objectif.

3.1.3 Principales forces du cadre d'analyse des imaginaires sociaux

Malgré ces difficultés (surmontables par ailleurs), l'imaginaire social est un concept d'étude extrêmement riche. D'après notre revue de littérature, ce cadre d'analyse présente trois forces essentielles.

La première force de l'imaginaire social est sa facilité d'accès. Comme nous le préciserons dans notre conceptualisation (3.3), l'imaginaire est lisible dans l'ensemble des mises en récit, c'est-à-dire dans le langage, dans les écrits, dans l'art, dans les pratiques et dans tous les discours sociaux. Ainsi, toute production humaine est un indice pour décrypter l'imaginaire social.

La deuxième force de l'imaginaire social est sa large portée. Nous l'avons mentionné comme piste pour surmonter les difficultés évoquées plus tôt, l'imaginaire ne se borne pas à ce qui serait considéré comme « réel » ou « irréel », « rationnel » ou « irrationnel », il englobe ces notions et permet d'aller au-delà. Ceci s'applique à la fois pour l'objet de l'imaginaire étudié : on peut tout aussi bien étudier les imaginaires sociaux des sorcières, des extraterrestres, ou des licornes que ceux des universités, des entreprises, des États ou du cancer. Mais cela concerne également le contenu même de l'imaginaire étudié : l'analyse prendra en compte toutes les composantes de l'imaginaire, qu'elles s'appuient sur des éléments réels ou irréels, rationnels ou irrationnels, vérifiables ou non, etc.

La troisième force de l'imaginaire, dans la lignée de la deuxième, est cette capacité à rendre compte des pluralités internes de l'imaginaire. En effet, l'étude des imaginaires sociaux permet de retracer l'horizon global en incluant les divergences, les différentes représentations, les positionnements et intérêts des différents acteurs,

ainsi que leurs contradictions. Grâce à l'étude de son imaginaire, tout phénomène pourra être analysé dans sa complexité, voire dans ses paradoxes. Comme l'indique Simard-Houde (2015 : 27), cette capacité de l'imaginaire entraîne une sorte de tension permanente entre la description d'un horizon global d'un côté, et la pluralité des représentations de ces imaginaires sociaux de l'autre. Pour éviter que cette force ne bascule vers une faiblesse (puisque dans cette idée, l'imaginaire d'un phénomène serait inépuisable), il faudra tâcher de mettre en évidence les éléments récurrents et leurs tensions pouvant les caractériser.

Ces trois forces de l'imaginaire social ont été déterminantes dans le choix de notre cadre conceptuel. En effet, trois autres cadres auraient pu être retenus comme guides théoriques, mais nous ont semblé moins riches et moins en adéquation avec notre objectif de recherche. Le premier est celui des révolutions scientifiques, définies par Kuhn en 1962. D'après Kuhn, une révolution scientifique survient lorsqu'une série d'anomalies et de problèmes insolubles déstabilisent le paradigme en vigueur et provoquent une « crise » qui ne peut être résolue que par l'adoption d'un nouveau paradigme de remplacement. Le paradigme est une « matrice disciplinaire » partagée par une communauté, un cadre théorique général de la discipline scientifique, constitué de techniques, de « généralisations symboliques », de « modèles », de « valeur symbolique », et de « d'exemples types ». Bien que ce cadre d'analyse se prête bien à l'étude du discours d'une recherche scientifique, notre objectif de recherche va au-delà de ce cadre scientifique. Nous nous intéressons dans cette étude à « notre » rapport au monde microbien, au rapport que la société et ce monde microbien entretiennent, tel qu'il est décrit dans les publications scientifiques et les articles de presse relatant les avancées de la recherche sur le microbiote intestinal. Le cadre des révolutions scientifiques est alors trop limitatif, puisqu'il exclut les questions sociétales, et non approprié pour notre étude.

Le deuxième cadre théorique est celui de la théorie des représentations sociales développée en psychologie sociale. Une représentation sociale est définie comme « une forme de connaissance socialement élaborée et partagée, ayant une

visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune à un ensemble social ou culturel » (Jodelet 2003). Or, ici aussi, l'imaginaire offre un cadre d'analyse plus large puisqu'il ne repose pas uniquement sur des connaissances partagées et consensuelles, il incorpore également les tensions, les contradictions, les positionnements et intérêts plus marginaux. Cette pluralité (cette résultante globale) nous semble essentielle pour répondre à notre objectif.

Enfin, le cadre théorique des « cultures », notamment utilisé par Paxson, a également retenu notre attention. Guy Rocher (1992 : 4) en propose la définition suivante : il s'agit d'« un ensemble lié de manières de penser, de sentir et d'agir plus ou moins formalisées qui, étant apprises et partagées par une pluralité de personnes, servent, d'une manière à la fois objective et symbolique, à constituer ces personnes en une collectivité particulière et distincte ». Bien qu'assez proche du concept d'imaginaire social, il semble que le concept de culture concentre son analyse sur les individus, sur ce qui les lie et les inclut dans une certaine culture. Or, notre objectif vise moins à analyser les acteurs et membres formant une collectivité pastorienne ou post-pastorienne, mais tend plutôt à décrypter ce que les membres de la société perçoivent, comprennent, attendent ou craignent de leurs rapports aux micro-organismes. Ici encore, le cadre théorique de l'imaginaire social nous semble plus propice et plus pertinent pour nous guider vers notre objectif de recherche.

3.2 Imaginaire social, science et technologie

Puisque notre objectif est d'étudier l'imaginaire social de notre rapport au monde microbien dans le cadre de la recherche sur le microbiote intestinal, l'objet de l'imaginaire social que nous étudions se rapporte, plus largement, aux sciences et aux technologies. Au cours de notre revue de littérature, nous avons pu constater que de nombreuses études s'intéressent justement à ces imaginaires sociaux se rapportant aux sciences et technologies. Nous en présentons ici les principales particularités.

Malgré une longue tradition opposant science et imagination, de nombreux auteurs montrent que ces concepts sont loin d'être antithétiques. Certes les sciences et les technologies prennent une place très importante dans nos imaginaires sociaux, mais les imaginaires sociaux influencent également fortement le développement des sciences et des technologies. Bien que nous soyons conscients de l'imbrication empirique de ces deux phénomènes (imaginaires sociaux $\Leftrightarrow$ sciences et technologies⁴⁶), il paraît pertinent, pour des fins analytiques, de distinguer ces types d'influences.

3.2.1 L'influence des imaginaires sociaux dans le développement des sciences et des technologies

Héritière d'une tradition remontant au XVII^e siècle, la philosophie appréhende encore parfois l'imaginaire et l'imagination comme une activité de production de fiction trouvant sa principale légitimité dans l'art (Wunenburger 2003: 23-24). Bien au contraire, de nombreux auteurs ont montré que c'est grâce au processus de l'imaginaire que toutes les pensées, y compris scientifiques, peuvent émerger. Les imaginaires sociaux influencent le développement des sciences et des technologies, et ce, à deux niveaux.

Le premier est l'influence de l'imaginaire individuel des chercheurs sur le développement de leurs travaux. Les plus grands scientifiques ont pu en témoigner : « Poincaré et Hadamard ont montré que l'imaginaire et l'inconscient jouent un rôle important dans l'invention mathématique, Einstein écrivait qu'il pensait d'abord en image » (Catelin et Hautbois 2012). D'autres, comme le chimiste allemand Kekulé, ont affirmé avoir résolu d'importantes questions scientifiques grâce à leurs rêves

⁴⁶ Les sciences et les technologies influencent les imaginaires sociaux et les imaginaires sociaux influencent le développement des sciences et technologies.

(Legros 2006 : 183). Pour Durand (1964), toute théorie scientifique a pour origine l'imagination symbolique.

De même, pour le physicien et historien des sciences Gerald Holton (1981), l'imaginaire des scientifiques est marqué par des « *thêmata* », des éléments thématiques non réfutables, des croyances et préconceptions, qui accompagnent le chercheur dans ses activités de recherche. L'imaginaire des scientifiques détermine leur représentation de l'objet d'étude et leur méthode. L'imaginaire participe à l'élaboration des savoirs, il est donc nécessairement constitutif de la science.

Plus largement, comme Moles (1990 in Legros 2006) a pu le théoriser, des « mythes dynamiques » sont sous-jacents au progrès technico-scientifique et poussent l'être humain à l'action en jouant le rôle de « moteurs sociaux ». Pour l'auteur, le mouvement de la recherche scientifique dans son ensemble s'explique par des mythes basant leur action sur la transgression d'une Loi de la nature⁴⁷.

Le second niveau d'influence que nous relevons est la projection des imaginaires sociaux dans le développement des sciences et technologies. En effet, de nombreux historiens et sociologues des sciences et technologies ont pu montrer l'influence des contextes socioculturels sur le développement des sciences et des technologies⁴⁸. Comme l'indique Boia (1998 : 65) :

L'imaginaire met son sceau sur l'ensemble de la démarche scientifique. Toute théorie peut être rapportée à une tendance archétypale. Toute théorie est aussi

⁴⁷ Moles propose une liste non exhaustive d'une vingtaine de ces mythes dynamiques comme le mythe d'Icare, qui pousse l'humain à s'affranchir de la pesanteur ; le mythe de Prométhée (la maîtrise du feu) qui anime la recherche des énergies artificielles inépuisables ; le mythe du Golem qui inspire la création d'être artificiel ; ou encore le mythe de l'androgynie : le choix médicalement assisté d'une identité sexuelle (sexe masculin ou féminin, ou les deux) (Legros et al. 2006 : 184-185).

⁴⁸ Un des premiers à l'avoir mis en évidence est l'historien des sciences Paul Forman (in Gingras 2013). Celui-ci a montré que les difficultés d'adoption des découvertes scientifiques sur la mécanique quantique par les chercheurs allemands sous le Troisième Reich étaient plus complexes qu'en apparence : loin de n'être qu'un simple rejet du contenu scientifique de cette nouvelle science, il s'agissait principalement d'une remise en question de l'idée d'une science vectrice de progrès, faisant suite à la défaite allemande de 1918.

datée, témoignant d'une certaine mentalité, d'une idéologie, d'une vision du monde, qui appartiennent à une époque, à un complexe culturel, à un milieu.

Les exemples en histoire des sciences et des technologies ne manquent pas : le développement et l'essor de la biologie raciste comme la physiognomonie — science prétendant donner un aperçu du caractère, de la personnalité ou de l'intelligence d'un individu en observant son apparence physique — établie par Johann Kaspar Lavater à la fin du XVIII^e, ou de la craniologie — visant à mesurer la capacité intellectuelle selon l'angle facial — ne sont que des illustrations de tensions raciales et sociales « sublimées » en théories biologiques (Boia 1998 : 69). La science nazie suivait ce même cheminement : en développant des études raciologiques et en invoquant des méthodes eugénistes, cette science visait à « perfectionner ou purifier la race » et donc à suivre et/ou appuyer l'idéologie officielle (*Ibid* : 78). De même, la quête de la vie sur les planètes suivait quant à elle une soif de conquête et de domination, une prolongation dans l'espace, de l'expansionnisme occidental (*Ibid*:69).

Ainsi, pour le philosophe Pierre Thuillier, à chaque époque et à chaque société correspond un certain projet scientifique : depuis le Moyen Âge, la science n'a fait que suivre « la transition d'une société centrée sur Dieu à une société centrée sur le commerce, l'industrie et la recherche du profit. [...] Ce qui caractérise notre science, c'est le désir de dominer, d'exploiter et de manipuler » (Thuillier 1980). « C'est la fusion du *Savoir* et du *Pouvoir* que le programme occidental cherche à assurer » (Boia 1998 : 68).

3.2.2 L'influence des sciences et des technologies sur les imaginaires sociaux

Nos imaginaires sociaux sont continuellement nourris de sciences et de technologies. Les journaux, la télévision, l'Internet, le cinéma, la littérature, les réseaux sociaux, tous ces canaux relaient les nouvelles découvertes, les fantasmes et les désirs que cultivent les sciences et technologies.

À ce titre, la vulgarisation scientifique et la fiction sont deux importants vecteurs d'imaginaire (Boia 1998). La vulgarisation scientifique, développée à l'époque des Lumières joue un rôle de relai entre la recherche scientifique, complexe, sophistiquée et difficilement accessible, et le grand public. De son côté, la fiction scientifique, dont le genre littéraire du roman scientifique est la première illustration historique, vulgarise et dramatise toute une série d'hypothèses scientifiques et techniques. Apparu au XIX^e siècle, notamment sous l'impulsion de Jules Verne et Herbert Georges Wells, le roman scientifique avait pour fonction la transmission des savoirs scientifiques et techniques à un large public par la forme romanesque (Saint Martin 2005). De nombreux savoirs et fantasmes sont convoqués : la géologie et la paléontologie avec le *Voyage au centre de la Terre* (Verne 1864), l'astronomie et le voyage spatial avec *De la terre à la lune* (Verne 1865), *Autour de la Lune* (Verne 1869), la biologie marine et le voyage sous-marin avec *Vingt mille lieues sous les mers* (Verne 1869), ou encore le voyage dans le temps avec *La Machine à explorer le temps* (Herbert George Wells 1895), et la vie extraterrestre avec *La guerre des mondes* (Wells 1897-1898) ou *Les premiers hommes sur la Lune* (Wells 1901). Plus récemment, le genre narratif de la science-fiction joue à son tour un rôle de transmission des connaissances actuelles et d'exploration d'hypothèses futures. Le cinéma de science-fiction est souvent le traducteur d'une croyance forte dans le potentiel de progrès scientifique, tout en ayant une certaine méfiance. On le voit par exemple dans des récits d'anticipation dans lesquels une invention scientifique ou technologique provoque de terribles conséquences comme dans *Captain America*, *Jurassic Park* de Steven Spielberg, *2001 Odyssée de l'espace* de Stanley Kubrick, *Retour vers le futur* de Robert Zemeckis, *Frankenstein* de James Whale, *Bienvenue à Gattaca* de Andrew Niccol ou encore *Le cinquième élément* de Luc Besson. Par la littérature ou par le cinéma, ces récits ouvrent les sciences et technologies au grand public et jouent un rôle important de matérialisation, de représentation de ces savoirs et des angoisses qu'elles engendrent.

Ainsi, les sciences et les technologies nourrissent nos imaginaires sociaux au point de constituer, d'après de nombreux auteurs, un « imaginaire technoscientifique », c'est-à-dire un imaginaire des « technosciences⁴⁹ » entendues comme l'imbrication contemporaine des sciences et technologies. En effet, les technosciences sont d'importantes sources génératrices de mythes. Comme le montre Boia (1998), on reconnaît toujours, sous le vernis scientifique et technologique un certain nombre de traits récurrents. Il relève notamment les « scénarios catastrophiques » s'inspirant des arguments scientifiques comme la glaciation universelle, l'effet de serre, les accidents cosmiques ou la guerre nucléaire. Mais aussi les « mythologies de l'avenir » qui offrent des variantes optimistes et pessimistes en mettant la technologie au profit de l'humain ou au contraire, le réduisant en esclavage. La fameuse « figure du savant » mettant tantôt sa science au service de l'humanité, tantôt au service de desseins machiavéliques (anéantissement du monde ou destruction de l'humanité). Ou encore les « rumeurs et légendes » mettant en scènes des animaux insolites, des rumeurs de cannibalisme, trafic d'organes, disparition dans le triangle des Bermudes ou toutes sortes de créatures comme l'auto-stoppeur fantôme, le yéti ou les extraterrestres.

La force de cet imaginaire social véhiculé par les technosciences est si importante que certains auteurs le qualifient d'instrument de pouvoir. Pour la sociologue des STS Sheila Jasanoff, cet imaginaire (qu'elle qualifie de « *sociotechnical imaginary* ») légitime et justifie les politiques publiques et les investissements. Les visions collectives du futur prennent racine dans les sciences et technologies. Les formes imaginées de la vie sociale et de l'ordre social se centrent sur le développement et la réalisation d'innovations scientifiques et/ou de projets technologiques (Jasanoff, Kim et Sperling 2007 ; Jasanoff et Kim 2009). Le potentiel

⁴⁹ Ce néologisme a été défini par Hottois. Pour plus de précision sur cette notion, voir notamment Hottois (2004 ; 2009).

et le pouvoir de cet imaginaire sont tels, que certains auteurs questionnent sa prédominance voire son hégémonie⁵⁰.

Au regard de cette influence mutuelle des sciences et des technologies sur l'imaginaire social, l'étude des imaginaires sociaux liés aux objets technoscientifiques permet de saisir un certain nombre d'enjeux et de remettre en perspective les décisions et les arguments de communication qui pourront être proposés par différents acteurs sociaux. Comme l'indique Jasanoff (Program on STS at Harvard University 2015), l'analyse des imaginaires « sociotechniques » est la meilleure façon de décrypter les visions collectives et les aspirations futures d'une société. Elle serait même une voie à privilégier afin d'établir des politiques publiques et des institutions stables et viables. Dans ce même ordre d'idée, la sociologue des imaginaires Stéphanie Chifflet (2009 ; 2010) montre que l'analyse des imaginaires technoscientifiques permet finalement de réintégrer le dialogue « science-société » dans sa dimension culturelle. Avec ce type d'analyse, de meilleures communications sont possibles, l'instrumentalisation des discours est limitée, et une compréhension plus globale, lucide et intelligente, des débats et des controverses est privilégiée. Finalement, comme l'affirment Mallet et al. (2005), l'étude des imaginaires des objets technoscientifiques donne du sens aux développements technoscientifiques et leur rend leur juste place. Un regard plus critique et une réflexion intelligente sur le futur que nous désirons sont alors possibles.

3.3. Conceptualisation de l'imaginaire social

Quelles sont les propriétés spécifiques de l'imaginaire social ? De quoi et comment se constitue-t-il ? Comment peut-on le repérer et le caractériser ? Quelle est sa finalité ? Pour répondre à ces questions, nous décrivons dans cette section la

⁵⁰ Sur l'hégémonie des savoirs scientifiques, voir notamment Cordero (2009) ; Wynne (1992) ; Eden (1996).

conceptualisation de l'imaginaire social en prenant appui sur la perspective théorique de Jean-Jacques Wunenburger.

En prenant pour point de départ la définition que donne Wunenburger (2003 : 10) de l'imaginaire, trois caractéristiques et deux fonctions de l'imaginaire social sont identifiables :

[On appelle] imaginaire un ensemble de productions, mentales ou matérialisées dans des œuvres, à base d'images visuelles (tableau, dessin, photographie) et langagières (métaphore, symbole, récit) formant des ensembles cohérents et dynamiques, qui relèvent d'une fonction symbolique au sens d'un emboîtement de sens propres et figurés qui modifient ou enrichissent le réel perçu ou conçu.

Pour cet auteur, l'imaginaire comporte donc deux dimensions :

- 1) L'imaginaire se retrouve dans un ensemble de productions mentales ou matérialisées formant des ensembles cohérents et dynamiques.

Il découle de cette première dimension trois caractéristiques de l'imaginaire social répondant aux questions suivantes : où le trouve-t-on ? Quel est son contenu ? Comment est-il structuré ? (3.3.1).

- 2) Ces ensembles produisent du sens, modifient ou enrichissent le réel.

Cette seconde dimension indique les deux fonctions de l'imaginaire social (3.3.2)

Comme nous allons le développer, l'imaginaire se repère dans des productions mentales ou matérialisées (3.3.1.1), il se compose d'éléments articulés de manière cohérente et dynamique (3.3.1.2) et a une structure constante (3.3.1.3). Il produit du sens et des significations permettant une appropriation du monde par la société en élaborant des systèmes de valeurs (3.3.2.1) et des répertoires de pratiques (3.3.2.2).

3.3.1 Les trois caractéristiques de l'imaginaire social

3.3.1.1 Les productions sémiotiques reflètent et diffusent l'imaginaire social

L'imaginaire social ne se loge pas dans un lieu physique circonscrit que l'on pourrait observer, disséquer et analyser. On ne peut pas entrer dans la tête des gens

pour analyser leur imaginaire, et encore moins dans l'esprit d'une société (Tresch 2005 ; Théberge 2012). Pour accéder à cet univers immatériel, il faut puiser dans les éléments émanant de la société tels que les rêves, les mythes, les productions culturelles et spirituelles. Ces « éléments » sont ce que Wunenburger qualifie de productions mentales ou matérialisées. De telles productions se logent notamment dans les discours, entendus au sens large, c'est-à-dire dans tout type de traces de manifestation humaine énoncées par le biais du langage ou de signes. Ainsi, l'imaginaire social se reflète (et se rend visible) dans les productions que nous pouvons qualifier plus généralement de sémiotiques⁵¹.

Comme l'indique Wunenburger dans sa définition, ces productions sont mentales et/ou matérialisées dans des œuvres à base d'images visuelles et langagières. Les productions mentales sont par définition bien plus difficiles (voire impossibles) à analyser que les productions matérialisées en raison de leur inaccessibilité. Les productions matérialisées peuvent relever de deux registres complémentaires, langagier et d'expression visuelle, « composant une sorte de texture verbo-iconique » (Wunenburger 2003 : 10). Le registre langagier comprend les récits, les mythes, les images poétiques, les métaphores, soit toutes sortes de verbalisations par des signes conventionnels et abstraits de la langue. Le registre des expressions visuelles inclut quant à lui toute représentation analogique des objets tels que les icônes religieuses, les allégories politiques, les cartes géographiques, les tableaux, les dessins ou encore les photographies (*Ibid* : 11). Ces deux registres sont complémentaires et donnent lieu à des renforcements normatifs (*Ibid* : 13).

Ainsi, pour étudier les imaginaires sociaux, il faut partir en quête des productions sémiotiques présentes dans toutes les sphères d'activités sociales. Bien que les deux domaines traditionnellement privilégiés par les analystes soient la fiction

⁵¹ Par analogie, cette analyse des productions sémiotiques s'apparente au travail de la psychanalyse qui tente de « décoder » les processus psychiques. Pour le médecin-psychiatre Jung (1994 in Ducharme 2003 : 74), l'imaginaire social est une sorte d'inconscient collectif, de fond commun à tout individu appartenant à une même société.

et la religion (Corten 2003), les terrains d'enquête de l'imaginaire social sont innombrables puisqu'ils sont « à chercher dans tous les compartiments de la vie et de la pensée » (Boia 1998 : 53).

3.3.1.2 Un ensemble d'éléments organisés en systèmes cohérents et dynamiques

Pour Wunenburger, ces productions sémiotiques forment « des ensembles cohérents et dynamiques ». Ces productions s'articulent, se complètent voire se contredisent, mais forment un tout, une cohérence, offrant un horizon de référence et produisant du sens. L'ensemble de ces productions sémiotiques formant l'imaginaire social n'est pas statique, il est évolutif et mouvant au fil du temps. En effet, contrairement aux théories de l'imaginaire ayant une vision restreinte — considérant l'imaginaire comme un ensemble statique et autonome de contenu, comme un tissu d'images passives et neutres — Wunenburger envisage l'imaginaire dans une vision élargie. Selon cette conception, l'imaginaire social est un système dynamique et ouvert opérant des activités de regroupement systématique d'images permettant d'ouvrir sans cesse l'imaginaire à de l'innovation, à des transformations, à des créations (Wunenburger 2003 : 41). Comme le résume Thomas (1998 : 15), l'imaginaire « est un système, un dynamisme organisateur des images, qui leur confère une profondeur en les reliant entre elles ».

Au sein de ces différentes productions sémiotiques, de nombreux auteurs identifient des contenus communs s'articulant entre eux. Pour Wunenburger et Thomas, l'imaginaire se compose « d'images » (entendues au sens large) qui se structurent, se regroupent en *systèmes*. D'autres auteurs considèrent quant à eux ces structures comme des constellations ou des répertoires, au sein desquels gravitent et s'organisent de nombreux éléments qu'ils qualifient d'items. Ces éléments peuvent être très nombreux et divers, les plus récurrents sont les savoirs, les mythes, les

contes, les croyances, les représentations, les perceptions, les rêves, les utopies, les symboles, les pratiques, les rituels, les signes, les stéréotypes, les récits et les icônes. Des regroupements et définitions de ces différents items sont proposés en Annexe E⁵². Ils se structurent, s'associent, interagissent et se mettent en relation (via les systèmes dans les productions sémiotiques) et forment alors un imaginaire. Un imaginaire ne peut se constituer que d'un seul et unique symbole, image ou stéréotype, il implique nécessairement des relations, des associations, des articulations d'items, formant des systèmes qui les rassemblent. Ainsi, comme le résume Kalifa (in Simard-Houde 2015 : 24), l'imaginaire social est « un système cohérent, dynamique, de représentations du monde social, une sorte de répertoire des figures et des identités collectives dont se dote chaque société à des moments donnés de son histoire ».

Lors de notre analyse de la littérature, nous avons pu repérer deux principales voies d'analyse des imaginaires sociaux. Toutes deux s'intéressent à la substance des imaginaires à partir des éléments contenus dans les productions sémiotiques, mais elles n'ont pas le même objectif ni le même point d'entrée. La première vise à analyser les imaginaires sociaux par le biais des mythes dominants qui les traversent. Ces études sont des mythanalyses⁵³, elles tentent de déceler les diverses manifestations du mythe traditionnel, reproduites ou transformées dans les imaginaires sociaux. En repérant les mythèmes (les bases des mythes), les analystes montrent la réactualisation de mythes traditionnels dans les productions sémiotiques et donc dans les imaginaires sociaux. Wunenburger propose par exemple une analyse de l'imaginaire sociopolitique américain à travers les quatre mythèmes suivants : un

⁵² Nous n'avons pas inclus ces précisions dans le corps du texte puisque notre analyse se concentre sur le regroupement de ces différents items en systèmes, et non sur le contenu spécifique de ces items. Par souci de clarté et pour limiter toute confusion théorique, nous précisons ces différentes notions en Annexe E.

⁵³ Ce type d'étude a été théorisé en France par Durand et Fischer dans les années 1980. Une des techniques d'analyse est la théomachique, elle consiste à utiliser la mythologie, principalement gréco-romaine, comme « levier méthodologique » pour interpréter les conduites humaines ou les phénomènes collectifs (Legros 2006 : 121).

manichéisme ontologique et moral, un mythe matriarcal, un mythe de la communauté fusionnelle et un culte mythique de l'argent (Wunenburger 2003 : 103-107 ; 2001). De même, Chifflet (2008) montre l'actualisation du mythe cosmogonique dans les récits contemporains sur les Nanotechnologies, Biotechnologies, Informatique et sciences Cognitives (NBIC) : l'homme devient l'architecte du « nanomonde », il imite la nature et répète l'acte originel. Dans ce type d'étude, les chercheurs montrent la récurrence et la réactualisation de certains archétypes prédominants dans les imaginaires sociaux analysés.

La seconde voie d'analyse tend, quant à elle, à étudier l'imaginaire à travers ses grands systèmes en identifiant ses fils conducteurs. En partant des divers items présents dans les productions sémiotiques, ce type d'analyse vise à rendre compte du phénomène dans sa globalité en décrivant les éléments récurrents, les tensions, les paradoxes ou les divergences identifiés. L'étude de l'imaginaire social contemporain du cancer réalisée par Moulin (2005) en est une bonne illustration. Pour retracer cet imaginaire, l'auteur se propose d'explorer « l'univers culturel » qu'il produit dans les discours sociaux (productions sémiotiques), soit les connaissances savantes ou profanes, les représentations sociales du cancer et les pratiques socialement construites qu'il génère. En étudiant cet univers diffusé dans les productions sémiotiques, il identifie alors les différents systèmes : le cancer est imaginé comme une maladie effrayante incarnant le mal absolu, comme l'ennemi invisible, sournois et silencieux, comme un coup du destin, comme la conséquence d'un mode de vie malsain, etc. Mais il décèle également un autre système, un nouvel imaginaire en construction : l'imaginaire d'une société cancérogène qui considère désormais le cancer comme une maladie vécue comme un problème collectif, auquel il faut apporter des réponses politiques, et non plus comme l'accomplissement tragique d'un destin individuel.

Ces deux voies visent donc toutes deux à décrypter l'imaginaire social. Elles utilisent le même matériel initial — les productions sémiotiques et les items qu'elles contiennent —, mais alors que la première privilégie les mythes comme point

d'entrée, la seconde se concentre sur les éléments récurrents identifiés dans les différents items, sur ses grands systèmes. Pour réaliser notre étude, c'est cette seconde voie que nous empruntons : nous analysons l'imaginaire social de notre rapport au monde microbien en recherchant les grands systèmes (autrement dit ces fils conducteurs ou éléments récurrents) contenus dans des publications scientifiques et des articles de presse (productions sémiotiques) faisant état de la recherche sur le microbiote intestinal.

3.3.1.3 La présence d'invariants et de structures archétypales

L'imaginaire social est un univers composite, mouvant et évolutif, présentant toutefois une certaine cohérence : les imaginaires sociaux sont tous empreints d'invariants, de constantes culturelles, de grandes thématiques récurrentes. De nombreux auteurs ont tenté de les définir et de les répertorier, en voici quelques exemples.

Pour Jung, l'imaginaire, enraciné dans un inconscient collectif, se structure en archétypes, entendus comme des thèmes récurrents, de grandes figures symboliques que l'on rencontre dans toute expression de la pensée humaine. Pour Durand, ces archétypes s'organisent autour de deux régimes : le régime diurne, exacerbant les contradictions et les oppositions (image de la lumière, d'ascension, de pureté), et le régime nocturne, qui apaise les contradictions et favorise la pensée synthétique (image de la fécondation, du murissement, etc.). Eliade a aussi montré l'existence d'éléments invariants, notamment dans les rites, les symboles, les mythes et les images symboliques représentant l'organisation religieuse⁵⁴. De même, Roger Caillois explore ces schémas invariants dans les récits fantastiques et leur structure narrative telle que la peur de la destruction avec le déluge dans la culture babylonienne et biblique, ou, plus récemment, avec l'apocalypse nucléaire. Plus

⁵⁴D'après l'auteur, la structure invariante de l'univers mental religieux se repère avec la récurrence du mythe de l'éternel retour, le mythe de l'arbre sacré, ou encore la distinction entre le sacré et le profane.

largement, Boia (1998:31-37) propose une synthèse des « huit ensembles ou structures archétypales susceptibles de couvrir l'essentiel d'un imaginaire appliqué à l'évolution historique »⁵⁵.

Bien que cette caractéristique de l'imaginaire social soit très intéressante et documentée dans la littérature, pour des raisons de faisabilité, nous ne l'exploiterons pas dans notre analyse.

3.3.2 Les fonctions de l'imaginaire social

D'après la définition de Wunenburger (2003 : 10), l'imaginaire a pour seconde dimension de relever « d'une fonction symbolique au sens d'un emboîtement de sens propres et figurés qui modifient ou enrichissent le réel perçu ou conçu ». En d'autres termes, l'imaginaire social, grâce à des productions sémiotiques, produit du sens, des significations qui donnent un éclairage sur le monde. À partir de cette seconde dimension, nous pouvons dégager les deux fonctions essentielles de l'imaginaire social :

L'imaginaire ne satisfait pas seulement les besoins de la sensibilité et de la pensée, mais trouve aussi à se réaliser dans les actions, en leur donnant des fondements, des motifs, des fins et en dotant l'agent d'un dynamisme, d'une force, d'un enthousiasme pour réaliser le contenu. (Wunenburger 2003 : 81)

L'imaginaire social a une visée instituante. Il assure l'ordre social en établissant des systèmes de valeur, c'est-à-dire en donnant du sens aux choses sur le plan cognitif (3.3.2.1) ; et parallèlement, il fonde et oriente un répertoire de pratiques et usages sociaux, il guide nos actions sur le plan pratique (3.3.2.2).

⁵⁵ Ces huit ensembles archétypaux sont 1) La conscience d'une réalité transcendante ; 2) Le « double », la mort et l'au-delà ; 3) L'altérité ; 4) L'unité ; 5) L'actualisation des origines ; 6) Le déchiffrement de l'avenir ; 7) L'évasion ; 8) La lutte (et complémentarité) des contraires.

3.3.2.1 L'imaginaire social assure la cohésion et l'ordre social en établissant des systèmes de valeurs

La première fonction de l'imaginaire social est d'assurer une certaine cohésion au sein de la société. C'est un producteur de sens, il donne des significations aux choses et guide notre perception du monde. Pour Castoriadis, l'imaginaire social est un « magma de significations sociales », il donne des axes d'organisation du monde. Ces significations sociales permettent, selon l'auteur, de distinguer les choses comme le permis et l'interdit, le vrai et le faux, le pensable et l'impensable, ce qui importe et ce qui n'importe pas. Elles donnent ainsi du relief à notre société et favorisent l'articulation et la définition de son identité (Castoriadis 1975 : 245). En donnant du sens aux choses, l'imaginaire est une manière de concevoir la réalité qui fonde notre rapport et notre appropriation du monde. Les imaginaires sociaux aident à produire des systèmes collectifs de significations qui rendent possible l'interprétation de la réalité sociale (Castoriadis 1975). Ils nous fournissent un système normatif, ils structurent « en profondeur l'entendement humain ». De la même manière pour Ricœur, l'imaginaire social lie et intègre nos sociétés, il lutte contre la fragmentation sociale (Ricœur 1986).

D'après Wunenburger, c'est justement cette capacité de conférer une certaine valeur aux éléments du monde qui lui donne toute sa force. L'imaginaire social est ce qui pousse l'être humain à agir socialement, à obéir, à espérer, à respecter les autorités, les normes et les lois.

Sans une enveloppe, une surcharge, un horizon imaginaire, la vie en société risquerait fort d'apparaître comme bien arbitraire et fragile. Ni l'autorité, ni la justice, ni le travail ne pourraient trouver leur place dans la société s'ils n'étaient à un degré ou un autre tissés dans l'imaginaire (Wunenburger 2003 : 81)

L'imaginaire social a donc pour première fonction de délimiter, d'énoncer ce qui est désirable, souhaitable, raisonnable. En établissant cette délimitation, en

donnant ces significations communes, il affirme un *système de valeurs* prévalant dans la société, il assure une cohésion sociale.

3.3.2.2 L'imaginaire social oriente les pratiques, comportements et actions sociales

Parallèlement, l'imaginaire social « trouve aussi à se réaliser dans les actions » (Wunenburger 2003 : 81). À partir de cette détermination du système de valeur sociale, une constitution de l'action est possible : l'imaginaire produit un répertoire de comportements, pratiques et usages sociaux. Comme le montre Taylor (2004), l'imaginaire social permet une compréhension de soi et de la société, et donne un certain nombre de schèmes d'idées dont découle un répertoire de pratiques sociales guidant les comportements que les membres de la société peuvent adopter.

Pour Wunenburger (2003 : 85), sans la médiation de l'imaginaire social, les sociétés risquent de n'être que des organisations stables et fonctionnelles :

L'imaginaire arme les agents sociaux d'espérance, d'attente, de dynamisme pour organiser ou contester, bref pour engager des actions qui font la vie même des corps sociaux.

Finalement, Castoriadis (1975) offre une formule résumant cette double fonction : l'imaginaire social se constitue à la fois par le *dire*, la délimitation par le langage, et par le *faire*, c'est-à-dire par l'ordonnancement, la combinaison et l'association des éléments.

Conclusion : Vers l'étude de l'imaginaire social de notre rapport au monde microbien

L'imaginaire social est un horizon de référence, un ensemble de significations, de savoirs, de croyances et de représentations partagées par les membres d'une société, qui permet d'appréhender, de comprendre et d'agir. L'imaginaire social touche tous les domaines de la société (y compris les sciences et technologies), il se repère dans les productions sémiotiques, se compose d'items organisés en systèmes dynamiques et cohérents, et est traversé par des invariants ou structures archétypales. Il donne des significations, des systèmes de valeurs, il fonde et guide toutes nos actions en nous fournissant des répertoires de pratiques.

Pour réaliser notre étude, nous nous intéressons à l'imaginaire social du rapport humain/micro-organismes tel qu'il est reconstitué dans les publications scientifiques et les articles de presse faisant état de la recherche sur le microbiote intestinal humain. Notre objectif est donc de comprendre comment les productions sémiotiques relayant les découvertes issues de la recherche sur le microbiote intestinal humain s'inscrivent dans cet imaginaire social, bouleversent les systèmes préexistants, en façonnent de nouveaux, les mettent en tension ou les font cohabiter.

Afin d'explorer notre intuition de recherche selon laquelle notre imaginaire social du rapport humain/micro-organismes évolue avec la recherche sur le microbiote intestinal humain, nous analysons donc l'hypothèse de l'existence de deux grands systèmes : l'imaginaire pastorien et l'imaginaire post-pastorien. Pour décrypter cet imaginaire social, nous suivons les étapes suivantes :

- 1) Identification, lors de la pré-analyse, dans les productions sémiotiques sélectionnées, des items et de leurs grands systèmes associés se rapportant au rapport humain/micro-organismes. (*Que dit le texte de ce rapport ?*)

- 2) Analyse des significations et implications des éléments identifiés dans l'étape 1. Mise à jour des systèmes de valeurs. (*Quels sont les points saillants de ce rapport ? Peut-on identifier des significations ? Comment s'inscrivent-elles dans les grands systèmes de l'imaginaire repérés ?*)
- 3) Repérage des répertoires de pratiques évoqués dans les productions sémiotiques. Analyse de ces répertoires et de leur intégration dans les systèmes de valeurs identifiés à l'étape 2 et dans les systèmes de l'imaginaire social identifié à l'étape 1. (*Quelles sont les pratiques associées au rapport humain/micro-organismes dans le corpus ? À quelle signification et à quel système se rapportent-elles ?*)

CHAPITRE IV

DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

Présentation des procédés de recueil et d'analyse des données

Ce chapitre présente la méthodologie employée pour répondre à notre question de recherche. Le choix de notre stratégie méthodologique (4.1), les techniques de recueil (4.2) et d'analyse de données (4.3) sont ici explicitées.

4.1 Stratégie et méthodes de recherche

Pour répondre à nos questions et objectifs de recherche, notre étude s'inscrit dans une démarche qualitative et inductive et est élaborée grâce à une méthode de recherche de type mixte à dominante qualitative. Cette démarche permet de décrire et de développer une compréhension du phénomène étudié ; ce type de méthode a pour avantage de combiner et de développer en complémentarité les méthodes qualitatives et quantitatives de collecte, d'analyse et d'inférence des données (Millette 2015 : 112)⁵⁶. Les trois types d'analyse suivants sont employés :

4.1.1 Une analyse documentaire exploratoire

Dans un premier temps, une étude exploratoire est menée à l'aide d'une analyse documentaire dans le but de mieux comprendre et de nous approprier le

⁵⁶ D'après Bardin (1983:115), l'approche quantitative est fondée « sur la *fréquence* d'apparition de certains éléments du message », alors que l'approche qualitative a de son côté « recours à des indicateurs non fréquentiels susceptibles d'autoriser des inférences ».

contexte de notre objet de recherche. Cette analyse est réalisée à partir de sources très diverses (publications scientifiques, articles de presses et de vulgarisation scientifique, livres, documentaires, films promotionnels, conférences, sites Internet de type institutionnel, blogues, réseaux sociaux numériques, émissions de radio, rapports d'entreprises, etc.).

4.1.2 Une analyse bibliométrique

Dans un deuxième temps, afin de mieux rendre compte des caractéristiques et dynamiques du domaine de recherche, une étude bibliométrique des publications scientifiques portant sur le microbiote intestinal humain est conduite. À partir de techniques de comptage et d'exploitation statistique de documents scientifiques publiés, cette méthode permet à la fois d'obtenir des comparaisons quantitatives entre des ensembles de publications, mais aussi de cartographier les domaines couverts par ces ensembles de publications (Alavoine et Bricoult 2014). Partant de la prémisse selon laquelle les nouvelles connaissances sont incorporées dans la littérature scientifique grâce à des publications (Larivière 2014), ce type d'analyse permet de connaître l'état de l'art d'un domaine, de rendre compte de l'activité des producteurs au sein de la communauté scientifique (Alavoine et Bricoult 2014).

4.1.3 Une analyse de contenu

Enfin, nous réalisons une analyse de contenu visant à découvrir l'imaginaire social de notre rapport au monde microbien dans notre corpus d'étude. D'après Bardin (1983 : 9), l'analyse de contenu est un instrument méthodologique s'appliquant à des « discours » ayant pour objet de calculer des fréquences (fournissant des données chiffrées) et d'en extraire des modèles. L'inférence (la déduction), la recherche du caché, du latent, du non-apparent sont au cœur de cette

méthode. L'analyse de contenu a deux visées : 1) dépasser l'incertitude (désir de rigueur) et 2) enrichir la lecture (besoin de découvrir, de deviner) ; ainsi que deux fonctions, 1) une fonction heuristique (enrichir le tâtonnement exploratoire, accroître la propension à la découverte) et 2) une fonction d'« administration de la preuve » (confirmer ou infirmer des hypothèses) (*Ibid* : 28-29).

Le tableau suivant propose une synthèse des questions, objectifs et intuitions de recherche, et des méthodes d'analyse associées.

Pour rappel, notre question de recherche centrale est la suivante : dans quelle mesure les découvertes liées à la recherche sur le microbiote intestinal humain marquent-elles un changement dans notre imaginaire social issu de la révolution microbiologique du XIX^e siècle ?

Tableau 4.1 : Les questions, objectifs, intuitions et méthodes de recherche envisagées

Sous-questions de recherche	Objectifs	Intuitions de recherche	Méthodes
1) Quels sont les caractéristiques, les dynamiques et les acteurs de la recherche sur le microbiote intestinal humain ?	Identifier les contours et les éléments déterminants de cette recherche ; mesurer son influence potentielle.	Ce domaine est en émergence, il prend une place de plus en plus grande et mobilise des acteurs majeurs de la recherche internationale.	Bibliométrie Analyse documentaire
2) Quelles sont les limites de l’imaginaire pastorien mises en exergue par la recherche sur le microbiote intestinal humain via ses publications scientifiques et ses relais dans la presse grand public ?	Reconstituer l’imaginaire pastorien ; décrypter ses principales limites.	Il semble que le combat pastorien ait été perdu car il n’est pas allé jusqu’au bout de la compréhension du rôle des micro-organismes en les associant de manière trop simpliste à des agents pathogènes.	Analyse documentaire Analyse de contenu
3) Quels sont les traits spécifiques de l’imaginaire social post-pastorien véhiculés par le microbiote intestinal humain via ses publications scientifiques et ses relais dans la presse grand public ? Quelles relations humains-micro-organismes sont envisagées et quelles en sont les conséquences ?	Retracer les caractéristiques de l’imaginaire post-pastorien	L’imaginaire véhiculé par la recherche sur le microbiote est un imaginaire de la symbiose. Il offre de nouvelles perspectives centrées sur une nouvelle considération des micro-organismes.	Analyse de contenu

4.2 Techniques de recueil des données

4.2.1 Constitution d'un corpus documentaire préliminaire

Pour mener notre analyse documentaire exploratoire, le recueil et la sélection des données sont réalisés à partir d'une recherche Internet par mots clés et de recherche en bibliothèque. Les principaux mots clés utilisés sont : « microbiote intestinal humain », « microbiome », « microbiotique », « *human gut microbiota* », « microflore intestinale », « flore intestinale », « microbes », « bactéries », « intestinal(e)(s) », « métagénomique ». Le choix des documents sélectionnés vise à remplir les objectifs suivants : 1) faire un état des lieux des avancées et découvertes scientifiques du domaine ; 2) identifier les principaux acteurs ; 3) connaître les enjeux, forces, innovations et limites de cette recherche ; 4) atteindre le phénomène de « saturation empirique »⁵⁷ (Pires 1997:66-67).

La liste de ces références est disponible en Annexe F.

4.2.2 Constitution d'un corpus de publications scientifiques sur le microbiote intestinal

Pour réaliser l'analyse bibliométrique, nous constituons un corpus grâce à la base de données Scopus. Les variables de sélection suivantes sont retenues :

⁵⁷ Pires (1997:66) emploie la notion de « saturation empirique » (en complément du principe de saturation théorique défini par Glaser et Strauss (1967 in Pires 1997)) pour désigner « le phénomène par lequel le chercheur juge que les derniers documents, entrevues ou observations n'apportent plus d'informations suffisamment nouvelles ou différentes pour justifier une augmentation du matériel empirique ».

4.2.2.1 Le choix de la base de données : Scopus de Elsevier

Les principales sources de données utilisées pour faire de la bibliométrie sont les bases de données bibliographiques indexant l'ensemble des adresses, des auteurs et les références citées (Larivière 2014). Il en existe trois incontournables, Web of Science, Scopus et Google Scholar. Notre choix s'est porté sur la base de données Scopus éditée par Elsevier.

Avec plus de 23 000 périodiques indexés, cette base créée en 2004 offre une couverture internationale importante et constante, répertorie toutes les adresses des auteurs indexés, et propose des données comparables avec la plupart des données compilées à l'échelle internationale (Larivière 2014). Toutefois, des faiblesses sont à relever. Tout d'abord, son accès est dispendieux (mais nous avons pu bénéficier de l'accès gratuit via la bibliothèque de l'UQAM). Bien que le nombre de revues répertoriées soit élevé dans l'absolu, ce nombre reste faible par rapport à l'ensemble des revues scientifiques publiées dans le monde. Nous notons également l'impossibilité d'observer la progression de la science en temps réel puisqu'il faut un certain temps avant que les publications ne commencent à être citées et que les publications, citations et références ne soient indexées dans les bases. Enfin, Scopus offre une couverture très inégale avant 1996.

4.2.2.2 La période de recueil : de 1996 à 2013

Scopus donne donc accès à des publications qui ne sont indexées régulièrement que depuis 1996. Or, cette date nous est apparue tout à fait pertinente pour débiter notre analyse : comme on peut le voir sur la courbe suivante présentant les publications du domaine indexées sur le Web of Science Core Collection⁵⁸ depuis 1900, la recherche sur le microbiote intestinal humain naît dans les années 1980 (avec une quarantaine de publications entre 1980 et 1990) et ne commencera véritablement

⁵⁸ Cette base indexe régulièrement les publications depuis 1900.

à publier régulièrement que dans les années 1990 (trente publications par an). L'observation s'arrête en 2013 pour des raisons de disponibilité des données.

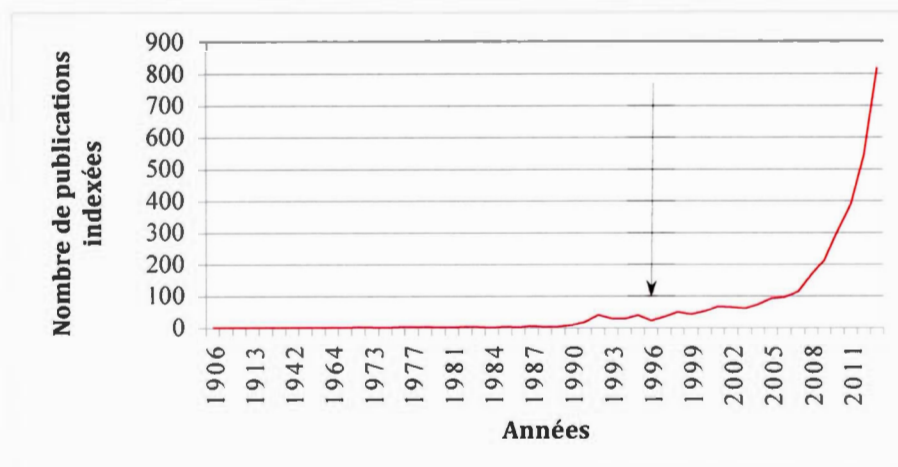


Figure 4.1 : Évolution du nombre de publications sur le microbiote intestinal indexées sur Web of Science entre 1900 et 2013⁵⁹

4.2.2.3 Le choix des mots clés

La fonction recherche de documents par mots clés sur l'interface de Scopus est utilisée. Une série de mots clés se rapportant à notre thème de recherche est élaborée avec pour objectif qu'ils soient suffisamment précis et raffinés pour garantir la fiabilité de l'étude, tout en restant suffisamment larges pour ne pas passer à côté d'un pan de recherche important. Une recherche exploratoire est réalisée⁶⁰ : pour garantir de meilleurs résultats, nous utilisons des mots clés en anglais afin d'inclure

⁵⁹ Cette analyse a été réalisée le 13 mai 2015

⁶⁰ La recherche exploratoire suit les étapes suivantes (elles s'inspirent de guides méthodologiques tels que IMIST et CNRST (2013)) : 1) Identification d'une liste préliminaire de termes ; 2) Évaluation des résultats sur la base Scopus ; 3) Amélioration des descripteurs par l'utilisation d'outils tels que la lecture ciblée de la littérature, demande de conseils auprès d'experts du domaine, recherche Internet, essais successifs ; 4) Tests et agencements des termes clés pour parvenir à la constitution de la requête la plus optimale.

un maximum de publications puisque Scopus indexe en majeure partie des revues anglophones, et que de plus en plus de chercheurs de pays non anglophones publient en anglais ou utilisent des mots clés en anglais pour s'assurer un meilleur référencement. Le tableau suivant présente les mots clés choisis.

Tableau 4.2 : Descriptif des mots clés sélectionnés

Mots clés	Explication du choix de mot clé
« gut microbi* » AND « human* »	Permet d'inclure toute la littérature sur le microbiote et le microbiome intestinal humain.
OU	
« gut flora » AND « human* »	Permet d'inclure tout ce qui traite de la flore intestinale chez les êtres humains (ancienne dénomination du microbiote intestinal).
OU	
« intestin* flor* » AND « human* »	
OU	
« gut bacteri* » AND « human* »	Permet d'inclure toute la recherche sur les bactéries intestinales spécifiquement.

4.2.3 Constitution de deux corpus documentaires pour l'analyse de contenu

La constitution de ce corpus, composé de deux ensembles documentaires complémentaires, est orientée par les critères de diversification et de saturation (Pires 1997 : 64 et s.). Le critère de diversification vise à avoir le portrait le plus complet possible du phénomène étudié ; le critère de saturation (théorique) vise quant à lui à limiter le corpus à une taille raisonnable « lorsque, après des applications successives, les données n'ajoutent plus aucune propriété nouvelle au concept ».

Le premier corpus se compose de publications scientifiques de la recherche internationale sur le microbiote intestinal humain, le second comporte des articles de presse québécois traitant du microbiote intestinal. Ce choix est motivé par une « pertinence supposée » (*Ibid* : 68) de la complémentarité de ces deux types de productions textuelles : notre intuition nous porte à explorer l'hypothèse selon

laquelle, d'une part, le contenu de ces discours scientifique et médiatique ne sont pas similaires et apportent différents regards sur les potentialités du microbiote intestinal et sur le rapport humain/micro-organismes, et d'autre part, qu'ils sont tous deux, avec un positionnement et un rôle spécifique, à l'interface des imaginaires sociaux.

La constitution de ces deux corpus est réalisée selon les variables suivantes :

4.2.3.1 La sélection des sources : publications scientifiques et articles de presse sur les bases de données Scopus et Eureka

❖ Le corpus scientifique (CS)

Les publications scientifiques portant sur le microbiote intestinal humain sont sélectionnées sur la base de données Scopus, parmi les articles contenant les mêmes mots clés, entre 1996 et 2013, que ceux que nous avons sélectionnés pour la recherche bibliométrique (voir la section précédente 4.2.2).

Nous obtenons un ensemble documentaire de 10 832 publications scientifiques.

❖ Le corpus de presse (CP)

Les articles de presse québécois traitant du microbiote intestinal humain sont sélectionnés sur la base de données Eureka, entre 1996 et 2016, à partir d'une requête par mots clés.

• Le choix de la base de données : Eureka

Pour constituer un corpus d'articles de presse, il existe à notre connaissance deux options. La première consiste à rechercher les articles souhaités en les collectant dans les bibliothèques ou via les archives de certains journaux. La seconde est l'utilisation de la base de données Eureka.cc offrant « un accès à une impressionnante banque de sources d'information canadienne et internationale » (CEDROM-SNI inc. 1999). Cette solution est ici retenue puisque cette base de données a pour avantage d'offrir une couverture importante (« plus de 10 000 sources d'informations ; (...) plus de 25 ans d'archives ; couvrant l'actualité locale, régionale, nationale et

internationale » (CEDROM-SNI inc. 2016), permet d'effectuer des recherches avancées (requêtes combinées par mots clés, par sources — choix par types, par noms, par groupes ou par critères — et par période), et donne accès aux articles en format PDF. Toutefois, la base Eureka présente certaines faiblesses notables : il n'est pas possible de télécharger de fichiers fournissant la liste des résultats et il est très difficile de s'assurer de l'exhaustivité des résultats obtenus. Afin de contrer ces difficultés et de bénéficier de résultats fiables, une recherche assez large paraît nécessaire, suivie d'un travail manuel de nettoyage des résultats. Par ailleurs, un temps important est à prévoir pour relever les principales métadonnées des résultats obtenus.

- La période de recueil : du 1^{er} janvier 1996 au 1^{er} janvier 2016

Comme pour le corpus scientifique, nous ouvrons la période de recueil en 1996 afin de pouvoir comparer les données entre les corpus. Puisque la base Eureka donne accès à des résultats plus récents que la base Scopus, nous choisissons d'étendre l'étude jusqu'au 1^{er} janvier 2016. Ce choix est motivé par le nombre croissant de publications au fil des années, cela permet donc une analyse plus riche et complète.

- Le choix des mots clés

La fonction recherche de documents par mots clés sur l'interface de Eureka est utilisée. Une recherche exploratoire permet de déterminer deux mots clés : « microbi* intesti* » et « flore intestinale ». Ces mots clés sont en français, puisque notre recherche concerne la presse québécoise francophone ; ils permettent d'inclure toutes les publications sur le microbiote et le microbiome intestinal et toutes les publications utilisant son ancienne dénomination, la flore intestinale. Enfin, notons que ces mots clés sont assez larges puisque nous effectuons, dans un second temps,

un nettoyage manuel des résultats pour nous assurer de leur qualité et de leur pertinence⁶¹.

- Les sources sélectionnées : la presse québécoise

Nous affinons notre requête grâce à l'outil disponible sur Eureka en sélectionnant les sources de presse québécoise. Avant le nettoyage des résultats, nous obtenons 1297 articles. Le nettoyage élimine les articles hors sujet (comme les articles portant sur le microbiote des animaux ou ne comportant qu'une faible part de texte sur le microbiote) et supprime les doublons. Nous obtenons alors un ensemble documentaire de 380 articles de presse.

4.2.3.2 Techniques d'échantillonnages utilisées

Pour des raisons de faisabilité, il est nécessaire de procéder à un échantillonnage⁶² de nos ensembles documentaires.

- ❖ Le corpus scientifique : sélection des articles les plus cités

Afin de retenir les articles les plus « incontournables » du domaine, nous choisissons de ne sélectionner que les articles les plus cités de l'ensemble de publications scientifiques. En effet, le nombre de citations est un indice du degré de circulation d'une publication. Partant de l'hypothèse que plus un article est cité, plus il est susceptible d'exporter son discours, cette technique d'échantillonnage par choix raisonné nous donne un bon aperçu des principaux éléments communiqués sur cette recherche. Il s'agit d'une technique d'échantillonnage non-probabiliste – « non basé[e] sur les lois du calcul des probabilités (...) i.e. chaque élément de la population n'a pas une chance égale d'être choisi », – et d'un échantillon dont les éléments sont

⁶¹ Il n'a malheureusement pas été possible de trouver de requête plus fine offrant des résultats adéquats. La solution choisie a donc été de viser plus large et de raffiner manuellement les résultats.

⁶² « Échantillon » est ici entendu tel que défini par Pires : « il désigne le résultat de n'importe quelle opération visant à constituer le corpus empirique d'une recherche » (Pires 1997 : 7).

choisis sur la base « du jugement du chercheur par rapport à leur caractère typique ou atypique (e.g. cas extrêmes ou déviants) » (Dufour et Larivière 2016).

Pour appliquer cette technique, nous devons identifier les articles les plus cités en déterminant un seuil. L'analyse du nombre de citations par publication révèle de manière évidente que 20 de ces articles sont des valeurs extrêmes en ayant un nombre de citations particulièrement élevé par rapport aux autres articles du domaine. Comme le montre la courbe suivante, les 20 articles les plus cités comptent 2700 à 1000 citations, alors que le reste des publications est nettement moins cité (avec en moyenne 500 citations par articles).

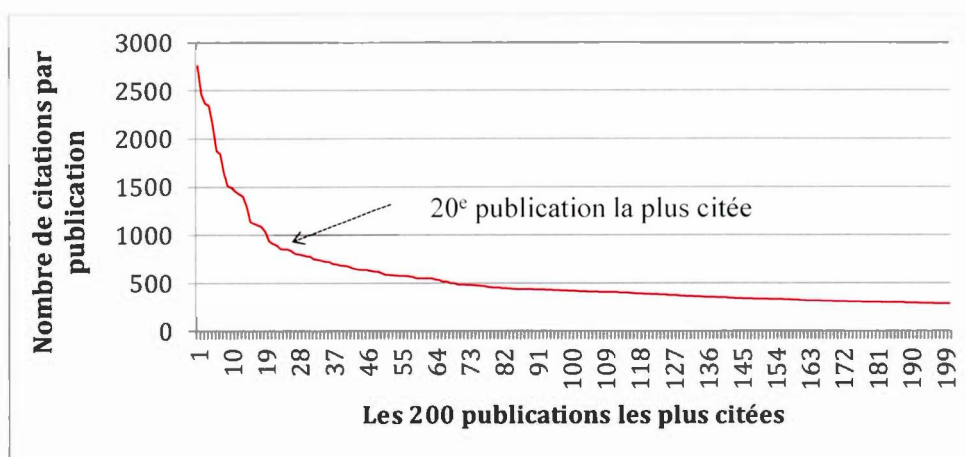


Figure 4.2 : Nombre de citations pour les 200 publications les plus citées du domaine indexées sur Scopus.

Les **20 articles** les plus cités des publications du domaine indexées sur Scopus entre 1996 et 2013 constituent notre échantillon du corpus scientifique (CS).

❖ Le corpus presse : sélection aléatoire des articles de presse

Puisque la base de données Eureka ne permet pas, à notre connaissance, de dégager des critères de pertinence au sein des résultats obtenus, nous utilisons une technique d'échantillonnage aléatoire simple. Cette technique probabiliste est « basé[e] sur les lois du calcul des probabilités, i.e. chaque élément de la population a une chance égale d'être choisi » (Dufour et Larivière 2016). Les éléments de

l'échantillon sont « choisis aléatoirement (...) à partir d'une liste énumérative de tous les éléments » (*Ibid*). En classant les articles dans un tableur Excel par ordre chronologique, nous sélectionnons un article sur cinq⁶³. Grâce à ce classement, nous assurons une certaine représentativité du nombre d'articles dans le temps. Notre corpus de presse (CP), compte alors **76 publications**. Les références des publications des deux corpus sont présentées en Annexes G et H.

4.3 L'analyse des données

Les données issues de l'analyse documentaire sont traitées (recension, notes de lectures, synthèses) dans le but d'assurer une compréhension globale du contexte de l'objet de recherche (Chapitre I, 1.2.4 et Chapitre V).

L'analyse bibliométrique nous permet de réaliser une évaluation quantitative de l'évolution du volume de publications et une analyse des caractéristiques et des dynamiques de la recherche sur le microbiote intestinal humain. Les résultats sont présentés dans la seconde partie du Chapitre V (5.2).

L'analyse de contenu met à jour l'imaginaire social du rapport humain/micro-organismes présent dans les corpus étudiés et permet de reconstituer les imaginaires pastorien et post-pastorien. L'analyse est réalisée en suivant les trois étapes suivantes⁶⁴ :

1) La pré-analyse comportant, sans nécessaire succession chronologique, la lecture flottante, la préparation du matériel, le repérage des indices, l'élaboration

⁶³ La sélection d'un article sur cinq est choisie pour des raisons de faisabilité. La constitution d'un échantillon de 76 articles semble répondre aux critères de diversification et de saturation précisés plus tôt.

⁶⁴ Ces différentes étapes s'inspirent de la méthode proposée par Bardin (1983:93 et s.) (Chapitre premier Organisation de l'analyse).

des indicateurs, des règles de découpage, de catégorisation, de codage ainsi qu'un pré-test sur 5 % des deux corpus afin de définir une grille de codification.

2) L'exploitation du matériel : l'encodage des deux corpus est réalisé à l'aide du logiciel NVivo (QRS International 1999). Deux types de codage⁶⁵ sont utilisés : un codage thématique visant à catégoriser l'ensemble des sujets/thèmes des publications des corpus, et un codage analytique visant à identifier et catégoriser spécifiquement la manière dont les publications du corpus caractérisent le rapport humain/monde microbien. La démarche d'encodage est présentée en Annexe I.

3) Le traitement des résultats obtenus et l'interprétation : il s'agit ici de « désencoder » les nœuds afin de réaliser des opérations statistiques, des synthèses et sélections des résultats, des inférences, et des interprétations des résultats obtenus. La présentation des résultats et la discussion sont proposées dans le Chapitre VI.

⁶⁵ D'après Bardin (1983:102), « le codage est le processus par lequel les données brutes sont transformées systématiquement et agrégées dans des unités qui permettent une description précise des caractéristiques pertinentes du contenu ».

Conclusion : Synthèse des méthodes, techniques et analyses de données

Tableau 4.3 : Synthèse des méthodes, techniques et procédés d'analyse des données

	Analyse documentaire exploratoire	Analyse bibliométrique	Analyse de contenu	
Objectif de la méthode choisie	Compréhension globale du contexte de l'objet de recherche	Rendre compte des caractéristiques et dynamiques du domaine de recherche étudié	Découvrir l'imaginaire social du rapport humain/micro-organismes	
Bases utilisées	Recherche Internet et en bibliothèque	Scopus : recherche de publications scientifiques	Scopus : recherche de publications scientifiques	Eureka : recherche d'articles de presse
Période de recueil	Sans limite temporelle à priori	1996-2013	1996-2013	1996-2016
Sélection des sources	Recherche par mots clés ; sélection manuelle	Recherche par mots clés	Recherche par mots clés ; échantillon par choix raisonné	Recherche par mots clés ; limitation à la presse québécoise ; affinage manuel ; échantillon aléatoire simple
Analyse des données	Identification et étude préliminaire des principales pistes d'analyse.	Analyse des caractéristiques et des dynamiques de la recherche sur le microbiote intestinal	Analyse, comparaison et décryptage des principales thématiques de l'imaginaire social contenu dans les publications des corpus	
Présentation des résultats	Chapitres I et V	Chapitre V	Chapitre VI	

CHAPITRE V

PORTRAIT DE LA RECHERCHE SUR LE MICROBIOTE INTESTINAL HUMAIN : UN DOMAINE EN ÉMERGENCE

Analyse (1)

Avant d'aller plus loin dans l'exploration de l'imaginaire social du rapport humain/micro-organismes dans le cadre de la recherche sur microbiote intestinal, il convient de s'intéresser de plus près à ce domaine de recherche. Dans ce chapitre, nous répondons à notre première question de recherche spécifique : quels sont les caractéristiques, les dynamiques et les acteurs de la recherche sur le microbiote intestinal humain ? Pour y répondre, nous présentons les résultats⁶⁶ de l'analyse des principaux canaux et réseaux de son développement (5.1) et des publications scientifiques (5.2) de ce domaine de recherche.

5.1 Vers l'établissement et l'institutionnalisation de la recherche sur le microbiote intestinal humain

Quels sont les grands projets de recherche portant sur le microbiote intestinal ? Qui sont ses financiers ? Ce domaine fédère-t-il un réseau de chercheurs ? Ce réseau est-il dynamique ? Comment s'organise la diffusion des connaissances ? La première partie de ce chapitre vise à répondre à ces questions afin de mieux appréhender ce domaine et d'évaluer son implantation au sein de la communauté scientifique.

⁶⁶ Les analyses présentées dans ce chapitre ont été réalisées en automne 2014 et hiver 2015.

5.1.1 Une recherche internationale mobilisant d'importants budgets

Le premier constat est sans appel : la recherche sur le microbiote intestinal humain, et plus largement sur le microbiome humain⁶⁷ mobilise des chercheurs du monde entier ainsi que des budgets colossaux.

Deux grands foyers de recherche sur le microbiome humain se démarquent avec des budgets considérables et un foisonnement de programmes de recherche. Le premier se situe aux États-Unis avec l'initiative *Human Microbiome Project* lancée en 2008 et financée par les United States National Institutes of Health (NIH) à plus de 170 millions de dollars américains (HMP 2015; National Institutes of Health 2012). Le second se trouve en Europe, avec une multitude de projets de recherche principalement financés par la Commission Européenne à plus de 156 millions d'Euros⁶⁸ (environ 170 millions de dollars américains) dans le cadre de son programme-cadre pour la recherche et développement 2007-2013 (Commission Européenne 2015)⁶⁹.

Comme l'illustre la carte ci-dessous, publiée dans la revue *Nature* (Mullard 2008), ces deux grands foyers de développement de la recherche sur le

⁶⁷ Pour rappel, les microbiotes humains sont les ensembles de communautés microbiennes vivant dans notre corps ; le microbiome humain désigne le génome, le matériel génétique, de ces microbiotes.

⁶⁸ Le calcul de la contribution financière aux projets de recherche et développement a été effectué à l'aide de la base de données des projets de recherche du 7^e programme-cadre de recherche et développement (2007-2013) du Conseil Européen de la recherche (Commission Européenne 2015) par une recherche par mots clés. Au total, 51 projets de recherche sur l'étude du microbiome humain ont été relevés, dont 49 portant sur l'étude du microbiote intestinal. Ces programmes ont un coût total de 156 491 867 Euros. La contribution financière européenne est de 118 081 113 Euros, soit environ 75 % du financement total de ces projets.

⁶⁹ Parmi ces projets, une large part est consacrée à des projets portant spécifiquement sur le microbiote intestinal humain. Aux États-Unis, la recherche a d'abord porté sur le microbiome humain et sur l'établissement d'un catalogue de l'ensemble des gènes du microbiome. Quelques années plus tard, des projets spécifiques ont été dédiés aux différents ensembles microbiens comme le microbiote intestinal et vaginal. En Europe, la recherche s'est intéressée plus rapidement aux différents microbiotes et principalement au microbiote intestinal.

microbiome sont accompagnés de nombreux projets, plus modestes, à travers la planète.

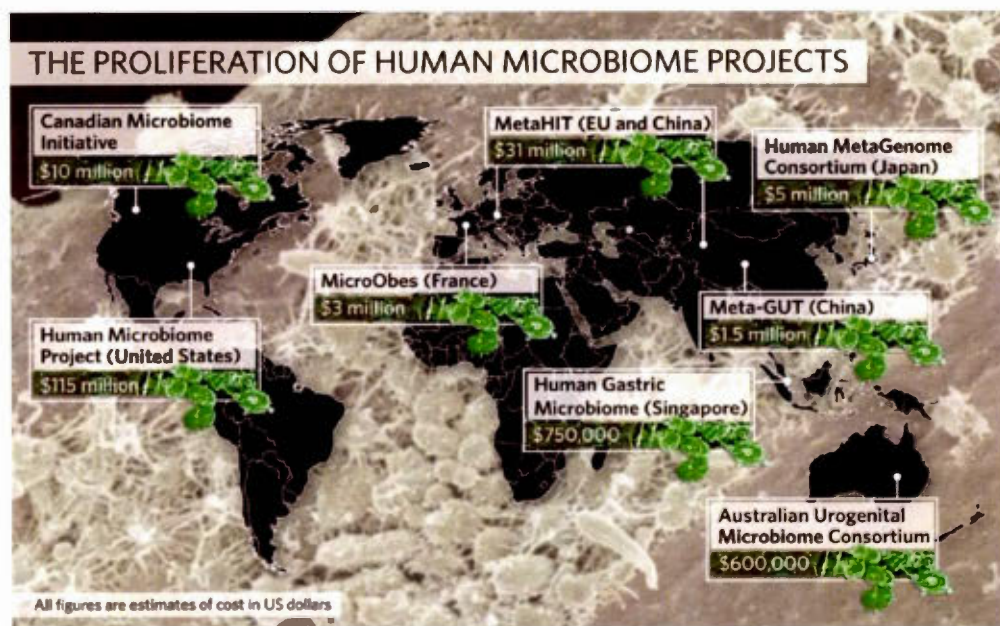


Figure 5.1 : Quelques projets sur le microbiome humain à travers le monde

Source : Mullard (2008)

Au total, on peut ainsi estimer un budget d'environ 385 millions de dollars américains dans le monde pour financer des projets de recherche sur le microbiome humain.

La majorité des fonds d'investissement proviennent d'institutions publiques. Côté européen, la Commission Européenne finance très largement ces projets. Côté américain, les NIH et la National Science Foundation sont les principaux bailleurs de cette recherche. Toutefois, de plus en plus d'investisseurs privés semblent s'intéresser au financement de cette recherche. Dans le cas des trois projets européens de ce domaine ayant les budgets les plus importants, Metacardis, MetaHIT et My New Gut, on peut constater que de puissants acteurs industriels sont partenaires de la recherche : Danone et Cargill du secteur agroalimentaire, Barilla, Loman Food Consulting BV du secteur agro-industriel, Biotype Solutions, UBC Pharma, Alimentary Pharmabiotic Center, Lallemand Health Solutions et Food Corporation of

Peñasanta du secteur biopharmaceutique (Commission Européenne 2015 ; Metacardis 2012 ; MetaHIT 2010 ; My New Gut 2013).

5.1.2 Un fort dynamisme universitaire et une recherche en voie de professionnalisation

L'analyse de l'organisation et de l'institutionnalisation de la recherche au sein de la communauté de chercheurs est également très révélatrice : le milieu universitaire s'est emparé de cette recherche et le domaine s'organise en fédérant une communauté. En effet, la création de chaires de recherche et l'ouverture de nombreux programmes d'enseignements et centres universitaires de recherche témoignent d'un fort dynamisme universitaire.

Tableau 5.1 : Quelques exemples de création de chaires de recherche spécialisées au Canada sur l'étude du microbiote

Intitulé	Université	Date de création
Chaire de recherche « <i>Interdisciplinary Microbiome Research</i> »	Université McMaster	2011
Chaire du Canada en inflammation, microbiote et nutrition	Université McMaster	2011
Chaire « <i>Microbial genomics and infectious disease</i> »	Université de Toronto	2007
Chaire de nutrition, microbes et maladies gastro-intestinales	Université d'Alberta	2014
Chaire d'excellence en recherche du Canada sur le microbiote intestinal dysmétabolique	Université Laval	2014

Sources : Chaires de recherche du Canada (2012) ; Mc Master University (2015) ; Proulx et Black (2014) ; INAF et CRIUCPQ (2014).

En France, le Collège de France a créé en 2013 la Chaire de Microbiologie et maladies infectieuses abordant très largement les découvertes récentes autour du microbiote intestinal (Collège de France 2013) ; l'Université Paris Saclay a fondé une nouvelle maîtrise en microbiologie intitulée « microbiote, agents pathogènes et thérapeutiques anti-infectieuses » (Université Paris-Saclay 2015) ; et l'Université

Paris Diderot Paris 7 a ouvert son premier cours de physiologie « Immunité et microbiote intestinal » (Université Paris Diderot 2012).

Aux États-Unis, le site de cours en ligne Coursera a ouvert son premier MOOC dans ce domaine en 2014, intitulé « *Gut Check: Exploring Your Microbiome* » (University of Colorado 2014).

De nombreuses universités ont également fondé des centres de recherche spécialisés sur l'étude du microbiome.

Tableau 5.2 : Quelques exemples de centres de recherche spécialisés sur l'étude du microbiome

Centres de recherche	Université
<i>Microbiome Collaboration</i>	Université Harvard (école de santé publique)
<i>Harvard School of Public Health Microbiome Analyse Core</i>	Université Harvard
<i>Center for Microbiome Informatics and Therapeutics</i>	Institute for Medical Engineering & Science du Massachusetts Institute of Technology et l'Université Harvard
Centre microbiome et tolérance aux maladies	Université McGill
Projet « <i>Human Microbiome</i> »	Broad Institute (réunissant the Baylor College of Medicine, Washington University School of Medicine et J. Craig Venter Institute)

Sources : Harvard T.H Chan (2015a) ; (2015b) ; IMES (2015) ; McGill Publications (2014) ; (Broad Institute 2015).

De manière concomitante, le nombre de thèses dans ce domaine est en croissance. L'analyse du nombre de thèses soutenues en France par année, indexées sur le site These.fr (Agence Bibliographique de l'Enseignement Supérieur 2016), contenant l'expression « microbiote intestinal » dans son résumé, illustre cette évolution :

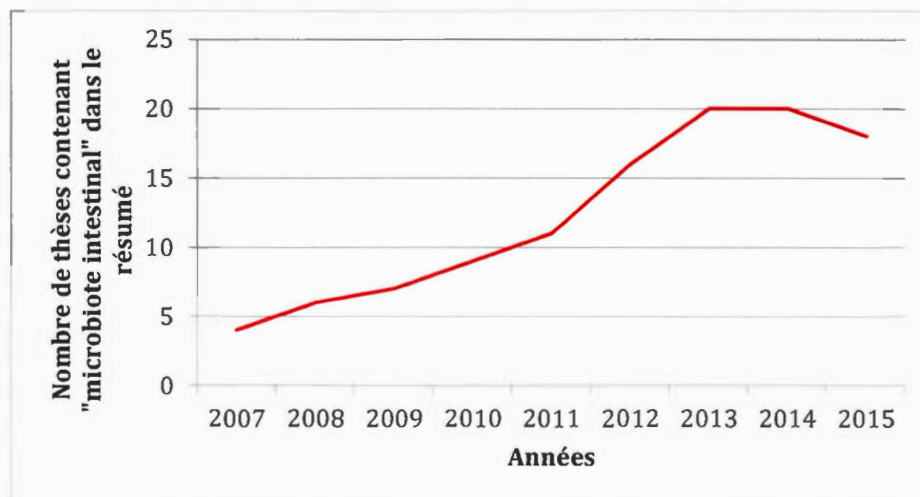


Figure 5.2 : Évolution du nombre de thèses sur le microbiote intestinal soutenues en France entre 2007 et 2015

Parallèlement, la création d'institutions spécialisées et l'organisation de réunions, symposiums, congrès, séminaires ou tout autre regroupement de professionnels autour de cette recherche favorisent grandement son assise et renforcent la mobilisation de sa communauté.

À l'échelle internationale, les deux plus grandes structures sont l'American Microbiome Institute (AMI) (une institution publique à but non lucratif) et le Consortium International sur le Microbiome Humain (CIMH). La première (AMI) a pour mission d'améliorer la santé humaine à travers la science sur le microbiome grâce au progrès de la science, de l'éducation, et une collaboration active entre les chercheurs américains et européens (American Microbiome Institute 2015). La seconde (CIMH), fondée en octobre 2008, coordonne les initiatives sur le microbiome entreprises dans le monde entier. L'objectif initial étant de libérer les données et de partager les résultats de recherche du projet américain HMP et du projet européen MetaHIT, ce Consortium réunit chaque année les experts du monde entier et favorise la diffusion des connaissances. Depuis le Congrès de Vancouver organisé par le CIMH en 2011, d'importantes entreprises et multinationales des secteurs agroalimentaire et pharmaceutique sont partenaires de l'évènement chaque année

comme Danone Research, P & G, Lenovo, Enterome, BGI, Genome British Columbia, Life technologies, Nestlé, Labip, Unilever, Nvidia, Rivermap NDA (IHMC 2008). Depuis 2012, le Consortium peut également compter sur le soutien et le patronage de l'UNESCO.

À cet important Consortium mondial s'ajoute une myriade d'évènements réguliers organisés par des organismes institutionnels ou universitaires. En voici seulement quelques exemples :

Tableau 5.3 : Quelques évènements organisés autour de la recherche sur le microbiote intestinal

Institution organisatrice	Évènement
Wellcome Trust	Conférence sur l'exploration des interactions entre l'homme et son microbiome dans la santé et la maladie (2012)
Faculté de Médecine d'Harvard	Symposium « Microbiote intestinal, probiotiques et leur impact tout au long de la vie » (2012)
Fédération Européenne de gastroentérologie (FEG)	Congrès annuel consacrant une partie de son programme officiel au microbiote intestinal (édition 2014)
Organisation Mondiale de gastroentérologie	Dans le cadre de la « Journée Mondiale de la Santé Digestive », des activités pour attirer l'attention sur le rôle majeur du microbiote intestinal organisées dans 20 pays (2014)
Société Européenne de neurogastroentérologie et de motilité, associée à l'Association Américaine de gastroentérologie	Sommet annuel intitulé « Microbiote intestinal et santé » (depuis 2012)

Sources : Wellcome Trust (2012) ; European Society of Neurogastroenterology and mobility (2012).

Plus localement, de nombreux pays organisent des réunions afin de favoriser la constitution de la communauté scientifique du pays et l'échange de connaissances comme le *London Microbiome Meeting* (LMicrobiome 2015) ou encore les Ateliers canadiens sur le microbiome (Gouvernement du Canada 2014).

5.1.3 Une recherche largement diffusée auprès de la communauté scientifique et du grand public

En ce qui concerne la diffusion des connaissances et des découvertes auprès de la communauté scientifique internationale, par le biais de publications dans des revues scientifiques, ici encore le dynamisme du domaine se confirme. La recherche sur le microbiote intestinal est abondamment publiée dans des revues spécialisées, mais également dans les revues scientifiques les plus prestigieuses.

Les principales revues dans lesquelles sont publiées les recherches du domaine sont *Plos One*, *British Journal of Nutrition*, *Applied and Environmental Microbiology*, *Gut*, *Proceedings of National Academy of Sciences of USA*, *Journal of nutrition* et *Gut Microbes*⁷⁰. Parmi ces revues, certaines sont spécialisées telles que *Gut* (revue leader au niveau international lancée en 1960 concernant les nouveaux mécanismes de maladies et les stratégies de gestion tant diagnostiques que thérapeutiques notamment dans le secteur de la gastroentérologie), ou *Gut Microbes*, et jouent un rôle majeur dans l'expansion de la recherche sur le microbiote intestinal. Certaines de ces revues spécialisées ont été créées récemment :

⁷⁰ Cette liste est issue de la recherche par mot clé dans les publications indexées par la base de données Scopus.

Tableau 5.4 : Quelques revues spécialisées du domaine

Nom et date de création	Objectif
<i>Gut Microbes</i> 2010	Devenir une plateforme relayant et discutant des recherches de pointe sur le microbiote intestinal par une approche multidisciplinaire regroupant une communauté de scientifique.
<i>Microbiome</i> 1999	Réunir les chercheurs effectuant des recherches sur le microbiote dans les secteurs environnemental, agricole et biomédical.
<i>Microbial Cell Factories</i> 2010	Vise à couvrir les sujets liés au développement, à l'utilisation et à l'étude des cellules microbiennes.
<i>Beneficial Microbes</i> 2010	Faire la promotion de la science des microbes bénéfiques pour la santé et le bien-être des humains et des animaux
<i>The Isme Journal</i> 2007	Journal multidisciplinaire regroupant des publications sur l'écologie microbienne.

Cette autonomisation du domaine s'accompagne d'une diffusion de plus en plus importante de ses recherches dans de grandes revues prestigieuses telles que *Nature* ou *Science*. Ces deux revues sont des revues scientifiques généralistes de référence parmi les plus réputées du monde. Comme nous le verrons plus en détail dans la seconde partie du chapitre, la publication de recherches de ce domaine dans ces deux revues connaît une croissance fulgurante entre 2004 et 2008. Ceci est non seulement la marque d'un intérêt fort de la part de la communauté scientifique pour ce domaine de recherche novateur, mais également un puissant levier pour le faire connaître et reconnaître dans le monde entier.

Plus largement, la diffusion des connaissances sur le microbiote intestinal, de ses effets et impacts sur la santé auprès du grand public est également en voie de développement. Le site Gut Microbiota for Health (2016) géré par la Société européenne de Neurogastroentérologie et de motilité y œuvre activement. Ce site est dédié à l'accroissement des connaissances des médias et du grand public sur la recherche portant sur le microbiote intestinal. De nombreux autres sites et blogues⁷¹ assurent également ce relai entre la communauté scientifique et le grand public. De

⁷¹ À titre d'exemple, le site Futurity qui recense les nouvelles recherches des meilleures universités à travers le monde (Futurity 2015), les blogues « The intestinal gardener », « uBiome blog », « Microbiome Digest », etc.

même, la presse de vulgarisation scientifique et la presse grand public relatent de plus en plus régulièrement les découvertes issues de la recherche sur le microbiote intestinal. Comme l'illustre la figure suivante⁷², le nombre d'articles publiés dans la presse, indexés sur Eureka, et contenant l'expression « microbiote intestinal » ou « gut microbiota » est en augmentation et connaît une croissance fulgurante depuis 2014.

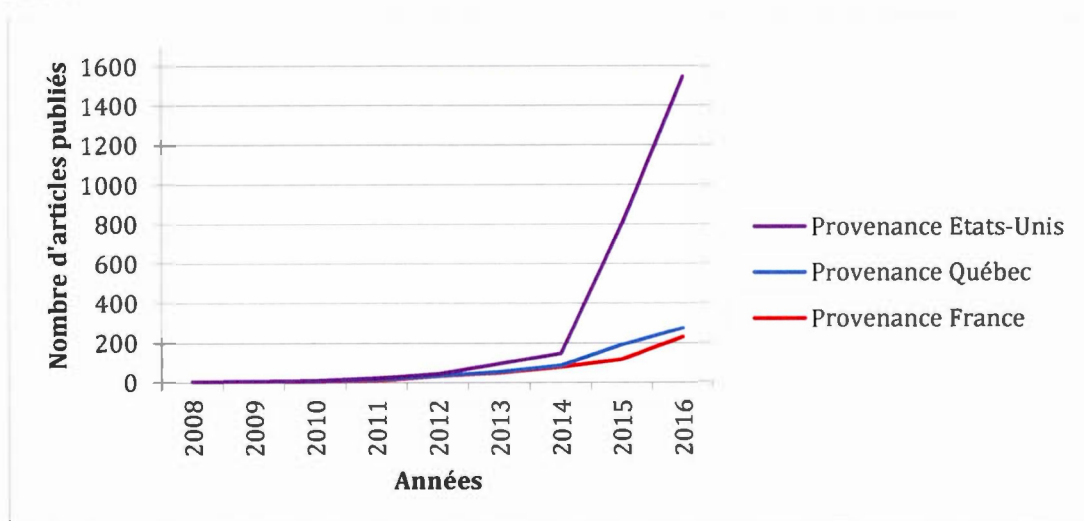


Figure 5.3 : Évolution du nombre d'articles de presse sur le microbiote intestinal publiés entre 2008 et 2016 aux États-Unis, au Québec et en France

Parallèlement à cette diffusion croissante dans la presse, nous observons également des communications de plus en plus nombreuses sur cette recherche par le biais des fameuses et prestigieuses conférences TED, ainsi que la fondation du tout premier musée du microbe, Micropia à Amsterdam, qui consacre une section à la rencontre des microbes, « nos inséparables amis » (Micropia 2015). Enfin, il semble que le grand public s'empare peu à peu de nouveaux savoirs engendrés par cette recherche comme en témoigne le tout premier réseau social, My.microbes, permettant la rencontre virtuelle d'individus ayant un profil microbien similaire au sein d'une base de données mondiale de la composition de nos microbiotes intestinaux

⁷² Analyse réalisée en janvier 2017.

(EMBL 2012). Nous observons également la recrudescence d'œuvres artistiques s'inspirant des découvertes sur le microbiote et le microbiome (voir quelques exemples en Annexe J).

5.2 L'essor de la recherche sur le microbiote intestinal et sa consolidation

Dans quelle mesure ce domaine est-il en train de se développer sur le plan scientifique ? Sur quoi portent ses publications ? Où les recherches sont-elles effectuées ? Quelle est la visibilité des publications et des revues dans lesquelles elles sont publiées ? Dans cette seconde partie, nous répondons à ces questions en présentant les résultats de l'analyse bibliométrique conduite sur les publications du domaine.

5.2.1 Une production scientifique en pleine croissance

Alors qu'en 1996, on ne comptait que 153 publications portant sur le microbiote intestinal humain, l'évolution du nombre de publications entre 1996 et 2013 est absolument remarquable.

Au cours de cette période, nous pouvons constater une croissance fulgurante à tendance exponentielle (la courbe de tendance est représentée sur la figure par la courbe en pointillé).

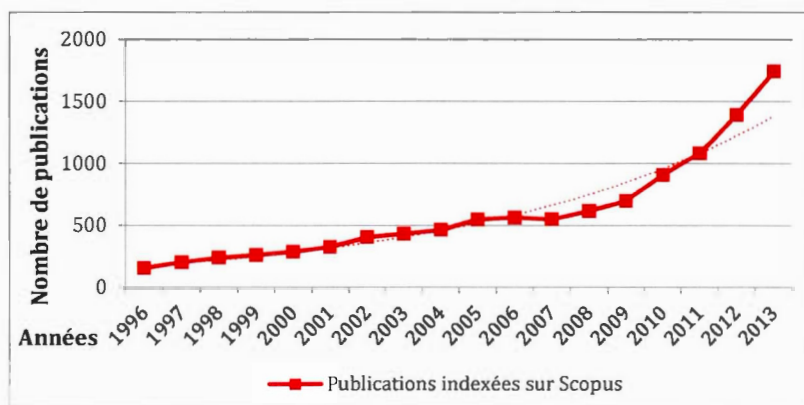


Figure 5.4 : Évolution du nombre de publications entre 1996 et 2013 sur le microbiote intestinal indexées sur Scopus

En l'espace de dix-huit ans, le nombre de publications passe de 153 en 1996 à plus de 1700 publications en 2013. La recherche sur le microbiote intestinal connaît un important démarrage entre 1996 et 2004, avec une moyenne de 305 publications scientifiques parues chaque année, suivie d'une seconde phase de développement dont la croissance est encore plus prononcée avec en moyenne 898 publications par an entre 2005 et 2013. La recherche sur le microbiote est donc un domaine très productif en pleine expansion.

Les résultats de cette analyse sont d'autant plus révélateurs et impressionnants qu'ils sont bien plus importants que la croissance « naturelle » du nombre de publications produites par l'ensemble de la communauté scientifique au fil du temps. En effet, de manière générale, le nombre de publications indexées sur Scopus a une tendance de croissance, principalement parce que le nombre de chercheurs et le nombre de revues indexées sur les bases de données tendent à augmenter chaque année. Or, l'évolution du nombre de publications sur le microbiote intestinal croît bien plus vite que celle du nombre total de publications de l'ensemble de la communauté scientifique. Comme l'indique le tableau suivant, entre 1996 et 2013 le nombre total de publications indexées sur Scopus connaît une croissance de 1,25 %, alors que le nombre de publications portant sur le microbiote intestinal augmente de

10,38 % sur la même période. Entre 1996 et 2013, le nombre total de publications indexées se multiplie par 2,247 contre 11,379 pour les publications sur le microbiote intestinal humain.

Tableau 5.5 : Comparaison de l'évolution du volume de publications sur le microbiote intestinal et du volume de publications total publiées en 1996 et 2013

	Publications sur le microbiote intestinal	Ensemble des publications
Nombre de publications publiées en		
1996	153	1 142 301
2013	1741	2 566 805
Coefficient multiplicateur entre 1996 et 2013	11, 379	2, 247
Taux de variation entre 1996 et 2013	+ 10, 38 %	+1, 25 %

De même, le calcul du ratio, c'est-à-dire de la part que représente le nombre de publications sur le microbiote intestinal sur l'ensemble des publications indexées sur Scopus, confirme notre hypothèse. Comme le montre le graphique suivant sur lequel nous avons représenté l'évolution de ce ratio durant notre période d'observation, la progression de la recherche sur le microbiote intestinal au sein de la littérature scientifique connaît une forte croissance.

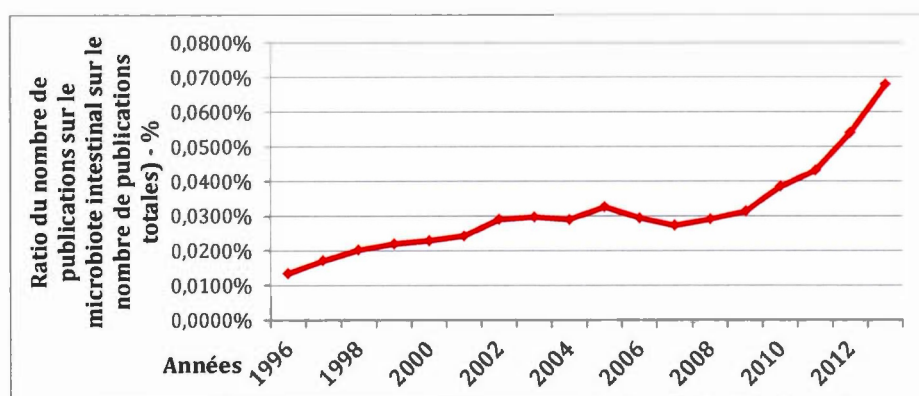


Figure 5.5 : Évolution du ratio du nombre de publications sur le microbiote intestinal sur l'ensemble des publications indexées sur Scopus entre 1996 et 2013

Alors que la recherche sur le microbiote intestinal publiée en 1996 ne représente que 0,01234 % de l'ensemble des publications indexées, elle représente 0,0678 % de ce même ensemble en 2013. Petit à petit, la recherche sur le microbiote intestinal humain connaît un développement important au sein de la communauté scientifique mondiale.

5.2.2 Des publications couvrant diverses disciplines

La recherche sur le microbiote intestinal est aussi une recherche touchant plusieurs disciplines. Grâce aux outils d'analyse disponibles sur la base de données Scopus, il est possible d'observer quelles sont ces disciplines et la part qu'elles représentent au sein de cette recherche.

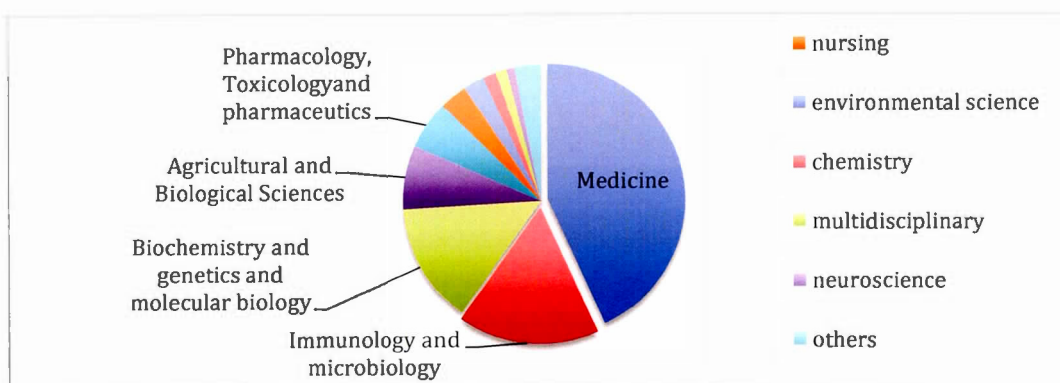


Figure 5.6 : Les domaines de recherche des publications sur le microbiote intestinal

Source : Scopus Analyze Results.

Les publications sur le microbiote intestinal se rapportent principalement au domaine médical (43 %), à l'immunologie et à la microbiologie (17 %) ainsi qu'à la biochimie, la génétique et la biologie moléculaire (14 %).

Afin de nous assurer que la croissance que nous avons montrée plus tôt ne s'explique pas par l'essor de l'une de ces disciplines, nous allons regarder plus en

détail leur évolution entre 1996 et 2013. L'ensemble des analyses a été reporté dans le tableau suivant.

Tableau 5.6 : Évolution du nombre de publications par domaines de recherche entre 1996 et 2013

Disciplines	Coefficient multiplicateur	Taux de variation
Médecine	1,87	0,87 %
Immunologie et microbiologie	1,77	0,7737 %
Biochimie, génétique et biologie moléculaire	1,83	0,83 %

Sources : Scopus et Scimago

Ainsi, les principales disciplines auxquelles se rapportent les publications du domaine que nous étudions ont connu une croissance bien moins importante que celle des publications sur le microbiote intestinal humain. En moyenne, ces domaines ont augmenté de moins de 1 % entre 1996 et 2013 contre 10 % environ pour la recherche sur le microbiote intestinal. Il en est de même pour le coefficient multiplicateur : le nombre de publications de ces disciplines s'est multiplié en moyenne par 1,8 entre 1996 et 2013 alors qu'il est multiplié par 11,379 pour les publications portant sur le microbiote intestinal pour la même période d'observation. Ainsi, l'évolution croissante de ces trois disciplines n'explique pas celle du domaine de recherche du microbiote intestinal humain. La progression de la littérature sur le microbiote est bien plus forte que celle des principales disciplines dont traite cette recherche.

5.2.3 Un réseau de recherche internationale concentré en Amérique du Nord et en Europe

Les publications sur le microbiote proviennent du monde entier, mais l'Amérique du Nord, l'Europe, la Chine et le Japon sont les foyers les plus dynamiques. La carte suivante représente la localisation de la recherche (grâce à

l'adresse fournie par les auteurs des publications) en fonction du nombre de publications totales par pays.

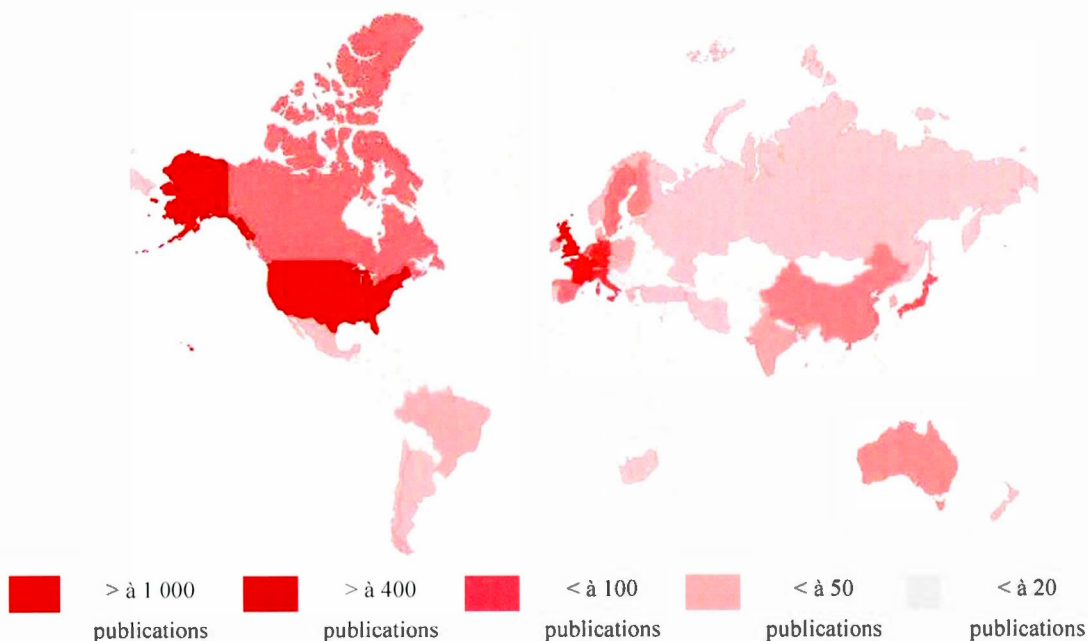


Figure 5.7 : Les publications de la recherche sur le microbiote intestinal dans le monde

Plus spécifiquement, les pays les plus productifs en matière de recherche sur le microbiote intestinal humain sont les États-Unis, l'Angleterre, la France, l'Allemagne et l'Italie. Les institutions les plus dynamiques sont l'Université de Reading (Angleterre), l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) (France), l'Université de Wageningen (Pays-Bas) ou l'Université de Washington (États-Unis).

5.2.4 Des supports de diffusion offrant de la visibilité et une large diffusion des connaissances du domaine

Si l'on se tourne vers les supports de diffusion de la recherche sur le microbiote, les résultats démontrent ici encore l'expansion et la stabilisation de ce

domaine. Comme nous le signalions plus tôt, les articles sur le microbiote intestinal humain sont principalement publiés dans deux types de revues : les revues spécialisées de ce domaine (souvent créées dans les années 2010), et les revues prestigieuses ayant un impact fort auprès de la communauté scientifique.

L'un des indicateurs les plus utilisés pour mesurer le prestige d'une revue est la mesure du facteur d'impact (FI). Cet indice tient pour acquis que la notoriété d'une revue se mesure par le nombre de fois qu'un article de cette revue sera cité par d'autres articles⁷³. Ainsi, il calcule le nombre moyen de citations reçues par les articles publiés dans une revue donnée au cours des deux années suivant leur publication, c'est-à-dire le nombre de fois que les publications d'une revue seront citées comme référence dans une autre publication. L'éditeur Thomson Reuters publie chaque année le *Journal Citation Reports* proposant un classement général des revues toutes catégories confondues et par domaine. Ce classement compte 8 539 revues avec un facteur d'impact allant de 0 à 162 (Thomson Reuters 2015).

Le tableau suivant présente les vingt articles les plus cités parmi les articles du domaine, avec leur titre, leurs auteurs, l'année de publication, la revue dans laquelle elles ont été publiées et leur facteur d'impact, ainsi que le nombre de citations qu'a reçu chacune de ces publications⁷⁴. Cet échantillonnage permet d'analyser les publications qui ont fait le plus parler d'elles dans le domaine.

⁷³ Bien que cet indice soit extrêmement utilisé par les chercheurs — et notamment dans le cadre d'étude bibliométrique ou scientométrique, il n'est pas exempt de certaines limites puisqu'il inclut les autocitations, qu'il se calcule sur une fenêtre de citation assez courte (2 ans) et qu'il y a une asymétrie entre le numérateur et le dénominateur (Larivière 2014).

⁷⁴ Cette analyse a été réalisée le 23 août 2016.

Tableau 5.7 : Les 20 publications les plus citées de la recherche sur le microbiote intestinal entre 1996 et 2013

Année	Premiers auteurs et titres	Nombre de citations	Revue	FI
2010	Caporaso, Kuczynski, Stombaugh and al. "QIIME allows analysis of high-throughput community sequencing data".	3896	<i>Nature</i>	42
1998	Nataro, Kaper, "Diarrheagenic Escherichia coli".	2911	<i>Clinical Microbiology Reviews</i>	21
2006	Turnbaugh, Ley, Mahowald, and al. "An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest".	2879	<i>Nature</i>	42
2005	Eckburg, Bik, Bernstein, and al. "Microbiology: Diversity of the human intestinal microbial flora".	2803	<i>Science</i>	35
2010	Qin, Li, Raes, Winogradsky and al. "A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing".	2686	<i>Nature</i>	42
2009	Turnbaugh, Hamady, Yatsunenko and al. "A core gut microbiome in obese and lean twins".	2276	<i>Nature</i>	42
2006	Ley, Turnbaugh, Klein, Gordon "Microbial ecology: Human gut microbes associated with obesity".	2252	<i>Nature</i>	42
2004	Bäckhed, Ding, Wang, and al. "The gut microbiota as an environmental factor that regulates fat storage".	1775	<i>PNASUSA</i> ⁷⁵	7
2005	Bäckhed, Ley, Sonnenburg and al. "Host-bacterial mutualism in the human intestine".	1730	<i>Science</i>	35
2001	Kalliomäki, Salminen, Arvilommi and al. "Probiotics in primary prevention of atopic disease: A randomised placebo-controlled trial".	1724	<i>Lancet</i>	45
2005	Ley, Bäckhed, Turnbaugh, and al. "Obesity alters gut microbial ecology".	1698	<i>PNASUSA</i>	7
2006	Gill, Pop, DeBoy, Fraser-Liggett, Nelson and al. "Metagenomic analysis of the human	1651	<i>Science</i>	35

⁷⁵ *Proceedings of National Academy of Sciences of United States of America.*

	distal gut microbiome”.			
2004	Kaper. “Pathogenic Escherichia coli”.	1651	<i>IJMM</i> ⁷⁶	4
2003	Guarner, Malagelada. “Gut flora in health and disease.”	1447	<i>Lancet</i>	45
2007	Frank, St. Amand, Feldman and al. “Molecular phylogenetic characterization of microbial community imbalances in human inflammatory bowels diseases”.	1360	<i>PNASUSA</i>	7
2007	Turnbaugh, Ley, Hamady and al. “The Human Microbiome Project”.	1354	<i>Nature</i>	42
2011	Arumugam, Raes, Pelletier, and al. “Enterotypes of the human gut microbiome”.	1318	<i>Nature</i>	42
2001	Hooper, Wong, Thelin, and al. “Molecular analysis of commensal host- microbial relationships in the intestine”.	1149	<i>Science</i>	35
2001	Hooper, Gordon. “Commensal host- bacterial relationships in the Gut”.	1133	<i>Science</i>	35
2012	Yatsunenko, Rey, Manary, and al. “Human gut microbiome viewed across age and geography”.	1126	<i>Nature</i>	42

Source : Scopus, Analyze Results.

Comme on peut le voir dans ce tableau, ces publications les plus citées ont été publiées dans des revues ayant une visibilité très forte telles que *Nature*, *Lancet* et *Science*. *Nature* arrive au 5^e rang, *Lancet* au 8^e rang et *Science* au 17^e rang du classement général de Thomson Reuters. De plus, il faut noter que parmi ces publications les plus citées, une grande majorité est relativement récente (entre 2005 et 2010 pour la plupart).

Cette visibilité accrue est également confirmée au regard du nombre de publications parues dans de grandes revues au cours du temps. La figure suivante représente l'évolution de la présence d'articles sur le microbiote intestinal humain dans les revues *Science* et *Nature* entre 1996 et 2013.

⁷⁶ *International Journal of Medical Microbiology*

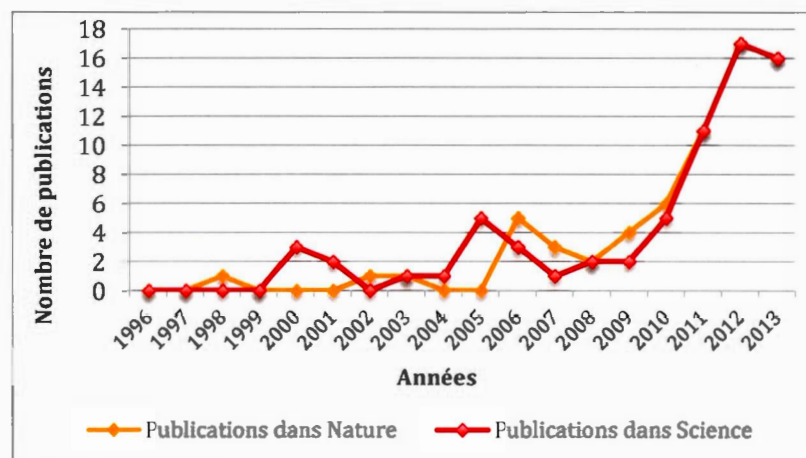


Figure 5.8 : Nombre de publications sur le microbiote intestinal publiées dans les revues *Nature* et *Science* entre 1996 et 2013

Source : Scopus Analyze results

Il est certain que ces revues prestigieuses ont accordé une place croissante à ce domaine de recherche. La présence croissante de publications dans ce type de revue — ayant un lectorat très large et jouissant d’une renommée mondiale de par leur vocation d’excellence — renforce la notoriété et la consolidation du domaine de recherche sur le microbiote intestinal. Comme le rappelle Bruce Alberts (2011), rédacteur en chef de la revue *Science*, dans son entretien avec le journal *Le Temps* :

À *Science*, comme à *Nature*, nous avons une condition en plus [au critère de base de publications de recherche de faire avancer le domaine] : la portée des articles doit être plus large et vraiment exceptionnelle pour intéresser au-delà d’un cercle de spécialistes pointus. Car, parmi nos plus de 100 000 abonnés, il y a des hommes de loi ou d’affaires.

Cette présence accrue du domaine de recherche portant sur le microbiote intestinal humain dans ce type de revue ne publiant que 5 % environ des articles qui leur sont soumis, assure à la fois une diffusion à grande échelle de ses découvertes, et favorise également l’essor de sa reconnaissance et de sa crédibilité auprès de la communauté scientifique.

Conclusion : La recherche sur le microbiote intestinal, un domaine émergent en voie d'autonomisation

Nous avons, au cours de ce chapitre, dressé le portrait de ce domaine de recherche novateur. En observant de plus près ses financements, ses projets de recherches, ses activités universitaires, ses revues, ses colloques, ses réseaux de chercheurs, ou encore le volume et la dynamique de ses publications, nous avons montré que cette recherche s'impose progressivement. Plus qu'un domaine prometteur, la recherche sur le microbiote intestinal montre depuis les années 2000 les signes d'un établissement et d'une pérennisation au sein de la communauté scientifique. Elle mobilise un réseau international d'acteurs dynamiques, s'appuie sur des canaux de développement efficaces, et produit une recherche foisonnante dans le monde entier. Ce domaine particulièrement prolifique tend à s'autonomiser et à prendre une importance considérable au sein de la recherche internationale.

CHAPITRE VI

IMAGINAIRES SOCIAUX ET RECHERCHE SUR LE MICROBIOTE INTESTINAL HUMAIN

Analyse et discussion (2)

Ce chapitre présente les résultats de l'analyse de contenu réalisée à partir de corpus composés de publications scientifiques et d'articles de presse. Il répond à nos deuxième et troisième questions de recherche spécifiques : quelles sont les limites de l'imaginaire pastorien (2) et les traits spécifiques de l'imaginaire post-pastorien (3) mis en exergue par la recherche sur le microbiote intestinal humain via ses publications scientifiques et ses relais dans la presse grand public ? Quelles sont les relations envisagées entre les humains et les micro-organismes et quelles en sont les conséquences ?

Les textes étudiés pour mener notre analyse présentent, analysent et commentent les recherches scientifiques menées sur le microbiote intestinal. Afin de décrypter la manière dont ils construisent et/ou reconstruisent notre imaginaire social du rapport humain/micro-organismes, nous exposons dans un premier temps les éléments saillants observés dans ces textes, repérés à l'aide d'un codage thématique descriptif (6.1). Nous présentons dans un second temps les deux grands systèmes identifiés dans le contenu de ces textes, l'imaginaire pastorien et l'imaginaire post-pastorien, en décrivant les différents systèmes de valeurs et les répertoires de pratiques identifiés, repérés grâce au codage analytique (6.2). Enfin, nous discutons de la perméabilité et des liens constatés entre ces deux systèmes de l'imaginaire social de notre rapport aux micro-organismes (6.3).

6.1 Le microbiote intestinal humain dans les corpus étudiés, mise en contexte et état des lieux

Avant de nous focaliser sur la manière dont le rapport humain/micro-organismes est perçu et décrit dans les corpus, nous exposons dans cette première partie les éléments saillants observés dans ces textes. Nous proposons un état des lieux des grands questionnements auxquels la recherche sur le microbiote intestinal tente de répondre (6.1.1), des principaux acteurs sociaux mentionnés (6.1.2) et des grands thèmes abordés dans les corpus (6.1.3).

6.1.1 Les objets de recherche sur le microbiote intestinal humain

Alors que le contenu du corpus de presse se concentre sur les conséquences et les implications des découvertes scientifiques sur le microbiote intestinal, le corpus de publications scientifiques fait état des nombreux « mystères » que la recherche doit éclaircir pour en connaître toutes les facettes. L'analyse du corpus scientifique permet de distinguer cinq ensembles de questionnement auxquels la recherche sur le microbiote tente de répondre. Nous les avons représentés sur la figure suivante :

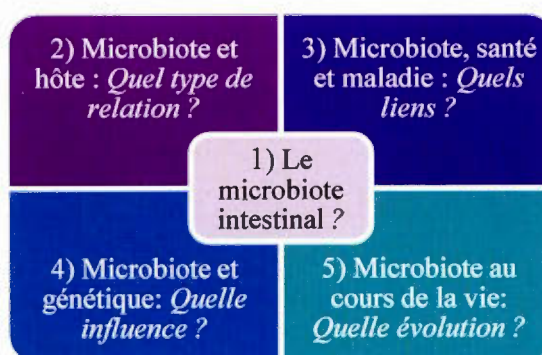


Figure 6.1 : Les cinq principaux objets de recherche sur le microbiote intestinal humain

Le premier ensemble de questions porte sur la définition et le contenu du microbiote intestinal humain : qu'est-ce que le microbiote intestinal ? Quel est son contenu ? Comment et quand se développe-t-il ? Quels sont les micro-organismes qui le composent ? Comment sont-ils organisés ?

Le deuxième ensemble de questionnement concerne le lien entretenu entre l'humain et ses microbiotes : comment interagissent-ils ? Les communautés microbiennes sont-elles similaires dans tous les intestins ? Se ressemblent-elles au sein d'une même famille ? D'une même région ? D'un continent ?

Le troisième ensemble questionne quant à lui le lien entre le microbiote intestinal et l'état de santé : dans quelle mesure la composition du microbiote intestinal a-t-elle un impact sur la santé et le bien-être ? Peut-on expliquer certaines maladies en étudiant les microbiotes intestinaux ? De nouvelles stratégies thérapeutiques sont-elles envisageables ?

Le quatrième ensemble de questions se rapporte aux éclairages potentiels apportés par la génétique et la métagénomique sur le microbiote : peut-on identifier un catalogue répertoriant l'ensemble des gènes microbiens de l'intestin humain ? Peut-on observer des corrélations entre des modifications qualitatives et quantitatives de ces gènes microbiens et certaines maladies ?

Le cinquième ensemble de questions identifié interroge l'évolution du microbiote intestinal au cours de la vie humaine : les communautés microbiennes du microbiote sont-elles stables tout au long de la vie ? Quels sont les facteurs qui pourraient influencer les micro-organismes du microbiote intestinal ? Dans quelle mesure ces micro-organismes indigènes façonnent-ils la physiologie et le développement ?

Finalement, tous ces questionnements nous semblent interroger une question fondamentale : quel est le rôle de ces micro-organismes vivant en nous et autour de nous ? La réponse à cette question permettrait ainsi de comprendre le rôle et l'impact du microbiote intestinal sur la santé et les pathologies humaines.

6.1.2 Les acteurs sociaux concernés par la recherche sur le microbiote et ses implications

Les corpus étudiés font tous deux mention d'un certain nombre d'acteurs concernés, d'une manière ou d'une autre, par la recherche sur le microbiote intestinal. Nous les avons regroupés en cinq domaines.

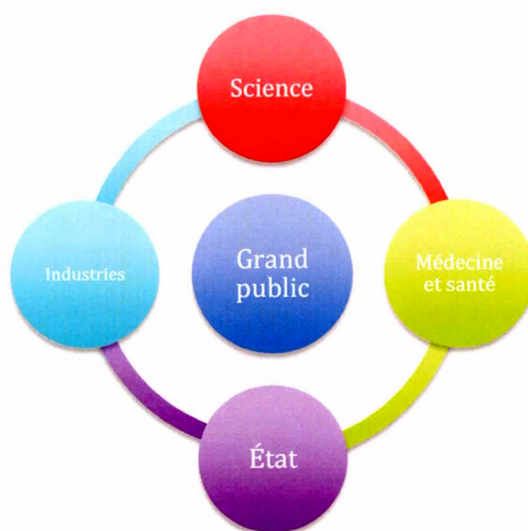


Figure 6.2 : Les principaux acteurs identifiés

En ce qui concerne le domaine scientifique, les principaux acteurs sont, sans surprise, les groupes de chercheurs, les laboratoires, les universités ainsi que les structures qui leur permettent de s'exprimer et qui relaient leur discours (les comités de lecture des revues scientifiques, les organisateurs de symposiums, congrès ou conférences, etc., mais aussi les journalistes qui retranscrivent les découvertes et informations scientifiques dans les médias).

Dans le domaine de la santé nous identifions les médecins, le personnel de soin et de santé en général, les nutritionnistes et diététiciens, et les hôpitaux. Ce domaine est particulièrement présent dans le corpus de presse.

Du côté de l'industrie, l'industrie pharmaceutique est souvent mentionnée (notamment en ce qui concerne les vaccins et antibiotiques), tout comme l'industrie

agroalimentaire qui apparaît très mobilisée par le nouveau marché des probiotiques (nutraceutiques) et par les régimes alimentaires « santé ». Les éleveurs et les agriculteurs sont parfois cités, notamment en raison de l'incidence très probable de la qualité de l'alimentation sur le microbiote intestinal.

Les gouvernements et les différentes instances étatiques sont également mentionnés à plusieurs reprises, à la fois pour solliciter différents constats et actions de leur part, mais également pour mettre une place des campagnes de sensibilisation et d'éducation du grand public.

Ce dernier, le grand public est constamment cité dans les publications, en sa qualité d'individu, de consommateur, de patient actuel ou futur, de citoyen, mais aussi d'« être humain ».

6.1.3 Les thématiques incontournables

L'analyse des thématiques générales des publications permet de constater quelques différences entre les corpus. Le corpus scientifique se cantonne à des problématiques de santé, médecine, immunologie et microbiologie, alors que le corpus de presse compte un grand nombre de publications se rapportant à la nutrition et à l'industrie agroalimentaire. En effet, le corpus scientifique compte une majorité d'articles (65 %) que nous avons classés en « santé et médecine » (en rouge sur la figure suivante) s'intéressant aux liens entre le microbiote et les maladies, à l'efficacité des prébiotiques et probiotiques, à l'étude de certaines bactéries dangereuses et aux relations que l'hôte entretient avec les micro-organismes. Le reste du corpus (35 %) s'intéresse à des questions « d'immunologie et de microbiologie » (en bleu sur la figure) et plus précisément au séquençage du microbiome et à l'analyse du microbiote intestinal humain.

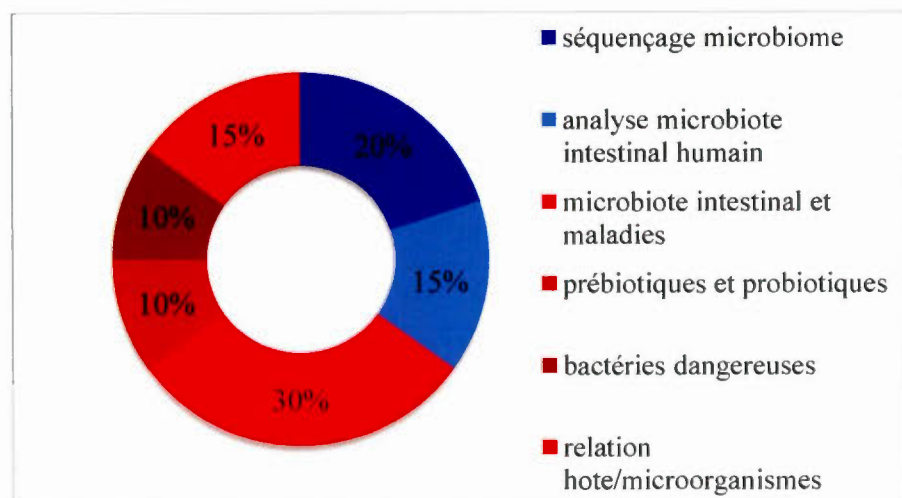


Figure 6.3 : Les principales thématiques du corpus scientifique

Le corpus de presse touche quant à lui des thématiques un peu plus diversifiées. La majorité des publications ont vocation à donner des « conseils » aux lecteurs, principalement dans le domaine de la santé (25 %) et de la nutrition (33 %).

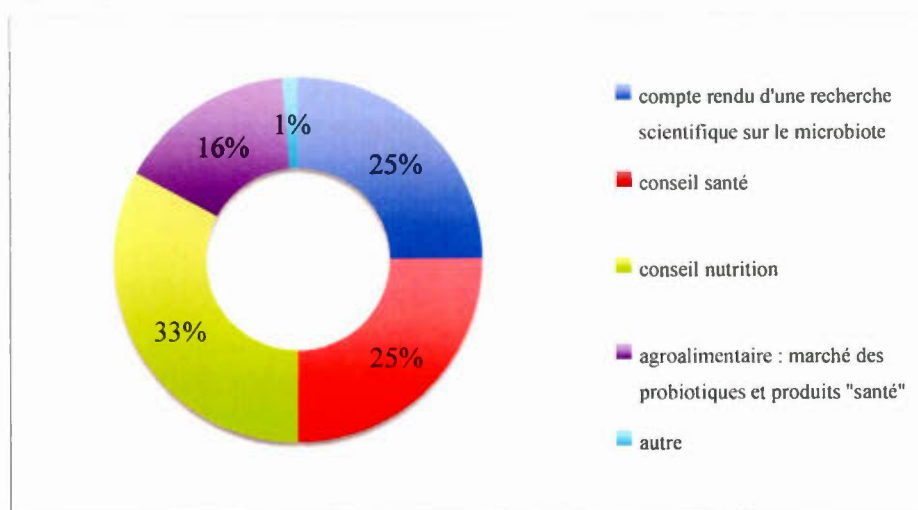


Figure 6.4 : Les principales thématiques du corpus presse

On relève ensuite 25 % des articles du corpus rapportant spécifiquement des résultats de recherche portant sur le microbiote intestinal, et 16 % traitant de l'industrie agroalimentaire et du marché des probiotiques et produits « santé ».

6.1.4 Les principaux sujets identifiés

Les publications des corpus relatent deux principaux sujets : le contexte sanitaire particulièrement alarmant dans lequel nous nous trouvons, et les nombreuses découvertes scientifiques sur le microbiote intestinal humain, qualifié de « nouvel organe ».

6.1.4.1 Un contexte sanitaire alarmant

La majorité des articles étudiés fait état d'un contexte particulièrement inquiétant pour lequel la recherche sur le microbiote semble pouvoir apporter quelques espoirs. L'épidémie d'obésité qui sévit dans les sociétés industrialisées est à placer au premier rang. Elle est suivie de près par de nombreuses pathologies encore peu expliquées comme le diabète de type 2, l'hypertension, les pathologies cardiovasculaires, ou encore l'augmentation sans précédent de la prévalence d'atopie (de tendance à l'allergie) et de désordres chroniques (comme le syndrome de l'intestin irritable notamment).

“There are now > 500 million adult humans in the world who are overweight and 250 million who are obese. (...) In the United States, 64% of adults are overweight or obese, prompting the Surgeon General to designate this condition as the most important public health challenge of our time”. CS 13⁷⁷

“Reversal of the progressive increase in frequency of atopic disease would be an important breakthrough for health care and wellbeing in Western societies”. CS 11

Les allergies alimentaires, dont les causes restent inconnues et peuvent être parfois mortelles si le système immunitaire sur-réagit, touchent quinze millions d'Américains, dont un enfant sur treize. CP 18

⁷⁷ « CS » signifie Corpus Scientifique, « CP » Corpus Presse. Le numéro correspond au code de l'article. L'ensemble des références est disponible en Annexes G et H.

La plupart de ces maladies sont incurables et nécessitent des traitements médicaux ou des interventions chirurgicales.

À ce scénario s'ajoute l'efficacité de moins en moins certaine de l'antibiothérapie pour répondre aux pathologies infectieuses. Le phénomène de résistance des micro-organismes et l'antibiorésistance sont en cause.

“Although the development of antibiotics has been one of the great triumphs of modern medicine, indiscriminate use predisposes humans to opportunistic infections and will certainly exacerbate the present crisis of antibiotic resistance”. CS 2

Si elle n'est pas contenue, l'émergence de ces souches bactériennes résistantes risque donc de provoquer une des plus graves crises sanitaires du 21^e siècle.
CP 6

Le phénomène d'antibiorésistance serait dû à une surconsommation d'antibiotiques (consommés directement par un malade en guise de traitement, mais aussi indirectement, via la consommation de viande provenant d'animaux nourris par une alimentation enrichie en antibiotiques afin d'éviter le développement de maladies infectieuses dans les élevages et favorisant la prise de poids). Les conséquences de cette résistance sont la difficulté à lutter contre les micro-organismes pathogènes, mais également la recrudescence de bactéries résistantes telles que le *Clostridium difficile* ou certaines souches d'*Escherichia coli*, ou encore le développement de maladies nosocomiales dans les hôpitaux :

De super-bactéries se développent notamment dans les hôpitaux, où elles tuent des milliers de gens dans les pays occidentaux chaque année. CP 11

Voici ce qu'a déclaré le Dr Keiji Fukuda, sous-directeur général de l'OMS pour la sécurité sanitaire : « (...) le monde se dirige vers une ère postantibiotique, où des infections courantes et des blessures mineures qui ont été soignées depuis des décennies pourraient à nouveau tuer. » CP 20

Face à cette situation, la recherche sur le microbiote intestinal semble ouvrir des voies pour décrypter les contributions que pourraient apporter les communautés microbiennes intestinales sur notre état de santé.

6.1.4.2 La découverte d'un « nouvel organe »

Le corpus scientifique identifie une évolution scientifique majeure marquant l'avènement de cette découverte : la possibilité nouvelle d'étudier les micro-organismes et leur génétique. Alors qu'il était jusqu'alors très difficile de cultiver et d'étudier ces micro-organismes, notamment parce que la plupart d'entre eux⁷⁸ ne supportent pas la présence d'oxygène, des avancées techniques et scientifiques⁷⁹ mises au point dans les années 2000 ont contribué à découvrir les compositions microbiennes de différents milieux et à déterminer leur métagénome (leur séquence génétique).

Les corpus scientifique et de presse décrivent tous deux les grandes découvertes de la recherche sur le microbiote intestinal et leurs implications. En voici la synthèse :

⁷⁸ (Les anaérobies stricts).

⁷⁹ Ces techniques, combinant outils moléculaires et bio-informatiques, sont 1) le pyroséquençage 16S, qui permet d'identifier des espèces bactériennes qui ont en commun un gène ribosomal (16 S) et d'en mesurer l'abondance ; et 2) le séquençage métagénomique complet, (utilisant les techniques de NGS (*Next Generation Sequencing*)) qui est une technique de séquençage à haut débit. Toutes deux ont notamment permis de séquencer très rapidement une grande quantité de gènes sans avoir à les cloner (ce qui est un gain majeur de temps et d'argent). Ensemble, ces nouvelles techniques ont donné un nouvel éclairage sur un monde microbien encore peu connu, voire insoupçonné.

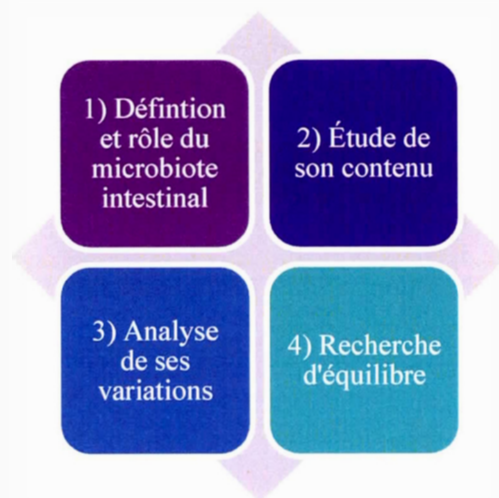


Figure 6.6 : Synthèse des grandes découvertes sur le microbiote identifiées dans les corpus

1) Définition et rôle du microbiote intestinal

Le monde microbien se logeant dans le corps humain — désormais visible — regroupe différents grands ensembles de micro-organismes, c'est-à-dire différents microbiotes : un microbiote buccal, cutané, intestinal, pulmonaire et un microbiote vaginal pour les femmes. La recherche sur le microbiote intestinal humain révèle deux découvertes essentielles : 1) le microbiote intestinal est le microbiote le plus peuplé de notre corps : il abrite des centaines de milliards de bactéries tout au long du tube digestif. 2) Le corps humain entretient avec ces milliards de micro-organismes une relation qualifiée de symbiotique qui semble déterminante pour notre santé et notre bien-être.

Anciennement appelé la flore intestinale, le microbiote intestinal humain joue un rôle crucial dans notre vie :

“It has been estimated that the microbes in our bodies collectively make up to 100 trillion cells, tenfold the number of human cells, and suggested that they encode 100-fold more unique genes than our own genome. The majority of microbes reside in the gut, have a profound influence on human physiology and nutrition, and are crucial for human life”. CS 16

Parmi [les 100 000 milliards de bactéries vivantes qui constituent le microbiote intestinal], on trouve environ 400 espèces de bactéries bénéfiques pour la santé qui aident à digérer et absorber les aliments, stimulent le système immunitaire et constituent une barrière de défense contre les maladies. CP 24

Le microbiote intestinal participe à la récolte et à la gestion de la nourriture, il contribue à la production d'une multitude de facteurs métaboliques essentiels et de vitamines et opère globalement pour le maintien de la stabilité de notre état de santé.

2) Étude de son contenu

Le microbiote intestinal est colonisé par des micro-organismes au moment de notre naissance :

“From birth to death, we are colonized by a vast, complex, and dynamic consortium of microorganisms that may outnumber our somatic and germ cells”. CS 2

Comme chez les eucaryotes, le patrimoine génétique des micro-organismes contenus dans le microbiote intestinal est composé de gènes. L'ensemble des gènes présents dans toutes les cellules microbiennes hébergées par les êtres humains est appelé le microbiome. C'est grâce à l'essor du séquençage et de la métagénomique qu'il a été possible de les étudier. Les chercheurs sont en train de parvenir à dresser un catalogue de l'ensemble du microbiome humain, et de déceler les interactions existantes entre notre génome (ensemble du matériel génétique de notre organisme) et notre métagénome intestinal (ensemble des gènes des micro-organismes de notre intestin).

“The results reveal that this commensal bacterium modulates expression of genes involved in several important intestinal functions, including nutrient absorption, mucosal barrier fortification, xenobiotic metabolism, angiogenesis, and postnatal intestinal maturation. These findings provide perspectives about the essential nature of the interactions between resident microorganisms and their hosts”. CS 3

3) Analyse de ses variations : entre les individus et au cours de la vie de l'individu

L'observation des micro-organismes présents dans le microbiote intestinal a permis d'identifier deux grandes variations des microbiotes intestinaux : entre les individus — tous les individus ont un microbiote spécifique — et chez l'individu lui-même — le microbiote d'un individu évolue au cours de sa vie. En effet, les espèces microbiennes du microbiote intestinal varient considérablement entre les individus. Autrement dit, chaque individu a sa propre « signature microbienne ». Malgré cette grande diversité au niveau des espèces bactériennes, il semble qu'il y ait une grande unité dans les fonctions métaboliques du microbiote intestinal. Par ailleurs, quatre regroupements ont pu être identifiés par les chercheurs du domaine. Premièrement, un « *core microbiome* », c'est-à-dire un noyau microbien commun à tout être humain, a été découvert :

“The core microbiome is whatever factors are common to the microbiomes of all or the vast majority of humans”. CS 5

Deuxièmement, il a été découvert que les compositions microbiennes chez des individus appartenant à une même famille sont souvent communes :

“The results reveal that the human gut microbiome is shared among family members, but that each person's gut microbial community varies in the specific bacterial lineages present”. CS 15

Troisièmement, la recherche a pu identifier trois grands groupes de communautés microbiennes au sein des populations étudiées. Ces groupes, nommés les entérotypes, sont des sortes de « profils bactériens » :

“Each of these three enterotypes are identifiable by the variation in the levels of one of three genera: *Bacteroides* (enterotype 1), *Prevotella* (enterotype 2) and *Ruminococcus* (enterotype 3)”. CS 4

L'hypothèse de l'association entre un entérotype et certains effets sur la santé est formulée, mais pas encore vérifiée.

Le quatrième regroupement identifié par les chercheurs porte quant à lui sur le niveau de diversité de communautés microbiennes observées dans le microbiote intestinal. Cette diversité semble significativement corrélée à deux éléments : le mode de vie (et plus spécifiquement les traditions culturelles, alimentaires et les habitudes de vie) et l'état de santé de l'individu :

Les scientifiques ont découvert que le « microbiome » des membres de cette tribu⁸⁰ (...) était beaucoup plus varié que celui des communautés rurales du Venezuela et du Malawi. Il est même deux fois plus diversifié que celui observé dans un groupe référent d'Américains. CP 11

La diversité des bactéries présentes dans notre flore intestinale influe sur plusieurs paramètres de santé. CP 12

On peut donc observer deux types de microbiote, l'un composé d'espèces diversifiées, l'autre peu diversifiées. Ce manque de diversité microbienne est associé à de nombreuses pathologies. En définitive, il semble que plus un microbiote est diversifié et équilibré, plus l'hôte est en bonne santé ; et inversement, moins le microbiote est diversifié, plus l'hôte développe des pathologies.

Chez les individus, on trouve également quelques variations de leurs microbiotes intestinaux au cours du temps. Les plus grands changements sont observés au moment de la constitution du microbiote, entre 0 et 3 ans : le microbiote du nouveau-né est colonisé au moment de sa naissance, sa constitution se fera jusqu'à l'âge de 3 ans environ. Le microbiote deviendra alors établi et comparable à celui d'un adulte.

Suite à cette période charnière, le microbiote reste stable et maintient un certain équilibre. Cependant, en cas de déséquilibre lié à divers facteurs, la physiologie peut en être affectée et certaines pathologies peuvent alors se développer.

⁸⁰ Il s'agit de la tribu des Yanomami vivant dans la forêt amazonienne du Venezuela.

4) Recherche d'équilibre et de diversité

Afin de préserver une bonne santé — et donc d'assurer une diversité du microbiote intestinal —, il apparaît ainsi essentiel et déterminant de maintenir cet équilibre et d'éviter toute perturbation de la diversité. Les recherches du domaine ont découvert que certains facteurs, liés aux comportements et modes de vie de l'hôte, pouvaient modifier ou influencer cet équilibre :

“This variation could result from a combination of factors such as host genotype, host physiological status (including the properties of the innate and adaptive immune systems), host pathobiology (disease status), host lifestyle (including diet), host environment (at home and/or work) and the presence of transient populations of microorganisms that cannot persistently colonize a habitat”. CS 5

La sur-utilisation des antibiotiques, des régimes alimentaires riches en graisse, des naissances par césarienne, l'élimination de pathogènes courants dans l'environnement (...) ont affecté l'évolution de nos microbiomes. CP 18

De nombreux chercheurs font alors le rapprochement entre les trois éléments suivants pour expliquer l'appauvrissement et la faible diversité du microbiote intestinal : 1) ces facteurs : naissance par césarienne, surconsommation d'antibiotiques, alimentation pauvre en fibres et riche en graisses, style de vie sédentaire, etc. ; 2) l'hygiénisation des sociétés industrialisées ; et 3) l'augmentation sans précédent de certaines pathologies, comme l'obésité, le diabète, les tendances à l'allergie, les maladies auto-immunes, les maladies inflammatoires, les cancers, ou les troubles neuropsychologiques et développementaux. Prendre soin de son microbiote semble donc être une nécessité :

La flore intestinale apporte une contribution allant jusqu'à 80 % au bon fonctionnement du système immunitaire. Il est donc impératif d'avoir une flore intestinale en santé. CP 41

Les bactéries intestinales sont donc de véritables chefs d'orchestre du système immunitaire et jouent un rôle de premier plan dans notre capacité d'interagir efficacement avec notre environnement extérieur. CP 43

Ainsi, les micro-organismes composant le microbiote et leur hôte entretiennent une relation que les chercheurs qualifient de « symbiotique » :

“Our microbial partners have coevolved with us to forge mutually beneficial (symbiotic) relationships. These relationships are typically founded on nutrient sharing”. CS 13

Cette relation est déterminante pour la santé. Le microbiote pourrait alors devenir une sorte de « biomarqueur » de l'état de santé, et de nouveaux traitements visant directement l'équilibre et la diversité du microbiote sont envisagés.

“The results should provide a broader view of human biology, including new biomarkers for defining our health; new ways for optimizing our personal nutrition; new ways for predicting the bioavailability of orally administered drugs; and new ways to forecast our individual and societal predispositions to disorders such as infections with pathogens, obesity, and misdirected or maladapted host immune responses of the gut”. CS 9

Nous formons, avec notre microbiote et les micro-organismes qui nous composent, un véritable écosystème, au sein duquel l'équilibre et le bon fonctionnement sont essentiels. De nouveaux usages, plus propices au maintien de cet équilibre sont recommandés :

On doit absolument tenir compte de l'impact de ces changements sur la flore intestinale et consommer des aliments qui favorisent la bonne santé de cette flore, comme, par exemple, les fibres alimentaires, les végétaux ainsi que des éléments riches en probiotiques. CP 33

De nouveaux traitements, plus « alternatifs » à base de micro-organismes, sont envisagés :

La transplantation de selles provenant d'une personne en bonne santé à des malades infectés par la bactérie *Clostridium difficile* permet de guérir 90 % des patients. Une autre démonstration du rôle capital de la flore bactérienne intestinale dans le maintien d'une bonne santé ! CP 15

La transplantation fécale consiste donc à « réensemencer » le microbiote intestinal d'un individu malade avec les selles d'un individu en bonne santé, c'est-à-dire porteur d'un microbiote équilibré et diversifié.

Certains auteurs (absents de nos corpus) qualifient le microbiote intestinal de « nouvel organe » (Chytil 2016 ; Gordon 2012 ; Poulain 2013). Cette expression permet à la fois de signifier le caractère essentiel de cette partie du corps humain, mais aussi de souligner qu'il a longtemps été « ignoré » par les chercheurs, faute notamment de moyens techniques pour pouvoir l'étudier. Les découvertes récentes, rendues possibles par des avancées scientifiques et techniques (pyroséquençage et métagénomique) montrent que le microbiote est une interface déterminante entre l'humain et les micro-organismes, et plus largement entre l'humain et son environnement. En assurant le maintien de notre santé, le microbiote intestinal est un « organe » essentiel qu'il faut cesser de négliger.

6.2 D'un imaginaire à l'autre : de l'imaginaire pastorien à l'imaginaire post-pastorien

Cette section présente l'imaginaire social du rapport humain/micro-organismes tel que nous l'avons décrypté dans le contenu des corpus.

Lors de la pré-analyse et du codage analytique des corpus, nous avons identifié le regroupement d'items évoquant ce rapport humain/micro-organismes en deux grands systèmes (étape 1⁸¹). Le traitement de ces données nous a alors permis de mettre à jour la construction de nouvelles significations produisant de nouveaux systèmes de valeurs (étape 2) (6.2.1) et de repérer l'élaboration de nouveaux répertoires de pratiques (étape 3) (6.2.2). Ainsi, nous avons identifié, dans les corpus,

⁸¹ Ces étapes visant à décrypter l'imaginaire social ont été décrites dans la conclusion du Chapitre III.

la construction et la reconstruction des deux grands systèmes de l'imaginaire social du rapport humain/micro-organismes, que nous qualifions d'imaginaire pastorien et d'imaginaire post-pastorien. Une synthèse de ces deux imaginaires, de leurs systèmes de valeurs et de leurs répertoires de pratiques est proposée dans la troisième partie de cette section (6.2.3).

6.2.1 L'élaboration de nouveaux systèmes de valeurs

L'analyse du contenu des corpus évoquant le rapport humain/micro-organismes met en lumière la construction de nouvelles significations. De nouvelles conceptions de ce qui est entendu par « intestin », « santé et maladies », « micro-organismes », « relations humain/monde microbien », « être humain » et « démarche générale de recherche » sont élaborées. Elles forment alors de nouveaux systèmes de valeurs et témoignent de la naissance d'un nouvel imaginaire, l'imaginaire post-pastorien.

6.2.1.1 Le microbiote intestinal humain : du simple tube digestif à son « charme discret⁸² »

Le premier élément identifié, manifestant l'élaboration de sens nouveaux, est la manière dont le corpus conçoit l'intestin :

“The human gut is the natural habitat for a large and dynamic bacterial community”. CS 7

Notre flore intestinale est une véritable fourmilière où cohabitent, prospèrent et interagissent 100 000 milliards de bactéries de plus de 400 espèces. CP 59

⁸² Nous faisons ici allusion au titre du fameux livre à succès de Giulia Enders (2015) *Le charme discret de l'intestin. Tout sur un organe mal aimé...*

Notre ventre ne loge pas seulement un simple tube digestif, c'est un véritable lieu de vie : le microbiote intestinal «abrite» des ensembles microbiens, c'est une « maison », un « habitat » « colonisé » :

Chacun d'entre nous est littéralement colonisé par les bactéries, en particulier au niveau du tube digestif. Le gros intestin (côlon), par exemple, peut contenir jusqu'à mille milliards de bactéries par millilitre, ce qui en fait l'habitat microbien le plus densément peuplé de toute la planète ! CP 55

Cet habitat abrite des milliers de micro-organismes qualifiés de « communautés », de « sociétés », de « populations », ou encore de « résidents » et « citoyens », formant un ensemble très « vaste », « complexe » et « dynamique ».

Vous croyez être tout seul dans votre corps ? Vous vous trompez. Et de beaucoup. En fait, celle ou celui qui est « vous » ne représente qu'une infime minorité des habitants vivant dans votre enveloppe charnelle. Vous cohabitez avec environ cent mille milliards de bactéries (soit nettement plus que le nombre total de cellules de votre corps). Elles sont un peu partout. La plus connue et la plus peuplée de ces communautés est celle de la flore intestinale — dont on parle de plus en plus ces dernières années, plutôt sous le nom de microbiote intestinal. CP 4

Les découvertes apportées par la recherche sur le microbiote intestinal invitent à reconsidérer profondément la représentation que nous avons de cette partie du corps, mais aussi plus globalement du « corps humain », composé — contrairement à ce que nous pouvions penser — de bien plus de micro-organismes que de cellules.

Ces micro-organismes qui nous composent ont un rôle essentiel pour notre santé. Ceci nous invite à reconsidérer nos perceptions :

Nous avons tellement tendance à associer les microbes aux maladies que la plupart des gens sont généralement horrifiés lorsqu'ils apprennent que notre corps contient dix fois plus de bactéries que de cellules humaines. Même si ce dégoût est très compréhensible, il faut cependant comprendre que ces bactéries ne sont pas néfastes pour la santé. Bien au contraire. CP 43

Loin de n'être que des risques potentiels, les micro-organismes peuvent être « nos alliés » (CP 68). Un partenariat s'établit entre l'humain et les micro-organismes

afin de maintenir un certain équilibre. En effet, pour maintenir un bon état de santé, le microbiote doit être composé d'une « diversité » suffisante de communautés microbiennes afin de s'assurer un certain « équilibre » et une « stabilité ». On peut ici noter une différence significative entre les corpus étudiés. Le corpus scientifique compare cette nécessité d'équilibre au fonctionnement d'un « écosystème » :

“The equilibrium between species of resident bacteria provides stability in the microbial population within the same individual under normal conditions”. CS 7

“Diversity is generally thought to be desirable for ecosystem stability”. CS 12

Alors que le corpus presse caractérise cet équilibre par la coexistence de deux types de bactéries :

Habituellement, les « bonnes » et « mauvaises » bactéries coexistent dans l'intestin et forment un certain équilibre. CP 24

Une nouvelle compréhension de cet « organe » est alors possible. « Le charme discret de l'intestin » est révélé : l'intestin n'est pas un simple composant de notre tube digestif, il se passe en son sein de nombreux phénomènes dont l'impact était insoupçonné. Le microbiote intestinal humain est l'habitat naturel d'une large communauté, complexe et dynamique, de micro-organismes façonnant notre physiologie. Tel un véritable écosystème, diversité, équilibre et stabilité sont les maîtres mots. Son déséquilibre est un scénario très peu souhaitable puisqu'il entraîne de profonds changements dans l'écologie microbienne pouvant causer le développement de nombreuses maladies. C'est à partir de cette découverte majeure que l'imaginaire dominant de notre rapport au monde microbien, l'imaginaire pastorien, va être questionné. Le nouvel imaginaire, l'imaginaire post-pastorien, se façonne à partir de cette nouvelle compréhension de ce qui se joue dans notre intestin.

6.2.1.2 Santé et maladies : « good gut, bad gut »

La « santé » et les « maladies » connaissent également de nouvelles significations. La découverte du rôle et du fonctionnement du microbiote intestinal montre que le déséquilibre de son écosystème, de la coexistence entre les bonnes et les mauvaises bactéries, entraîne des dérèglements causant le développement de certaines pathologies :

Cela peut engendrer le développement d'infections intestinales ou vaginales, d'allergies alimentaires, de maladies inflammatoires de l'intestin (colite ulcéreuse ou maladie de Crohn), etc. CP 67

Des perturbations de cette flore bactérienne peuvent influencer sur le développement neurologique et mener à des troubles comme l'autisme. CP 17

Bonnes et mauvaises bactéries cohabitent en équilibre dans la flore intestinale des personnes en bonne santé. L'équilibre est brisé lorsqu'une bactérie prend de la vigueur et supprime les autres : c'est l'infection. CP 63

Comme l'illustrent ces extraits, la santé est associée à l'équilibre et à la diversité, contrairement à la maladie qui renvoie au déséquilibre et au manque de diversité. Alors que, selon les conceptions traditionnelles, ce sont l'infection ou la contamination par un micro-organisme pathogène qui distingue l'état de maladie de celui de bonne santé (dans le cas des maladies infectieuses), on voit ici émerger de nouvelles significations.

“The obese gut microbiota is like a rainforest or reef, which are adapted to high energy flux and are highly diverse; rather, it may be more like a fertilizer runoff where a reduced-diversity microbial community blooms with abnormal energy input”. CS 15

La santé est symbolisée par un certain dynamisme, par une activité « fourmillante » et foisonnante des milliards de bactéries travaillant en notre faveur. La maladie appelle quant à elle des images de pauvreté, de statisme voire

d'immobilisme. La métaphore utilisée dans l'extrait ci-dessus est une bonne illustration : le microbiote sain est comparé à la diversité microbienne d'une forêt tropicale ou d'un récif, alors qu'un microbiote malade (d'un individu obèse par exemple) est comparé à la diversité artificielle et limitée d'un ruissèlement d'engrais...

Deux conceptions s'articulent ici. Dans le cadre de la conception pastoriennne traditionnelle, la maladie infectieuse apparaît lorsque le micro-organisme parvient à s'infiltrer, à se développer et à infecter le corps de l'hôte. Toutes les pratiques vont donc être axées vers l'élimination du micro-organisme potentiellement infecteur et contaminateur. Or, dans la conception post-pastoriennne en voie de construction, l'explication est toute différente : c'est le déséquilibre de l'écosystème microbien, la fin de la domination des « bonnes » bactéries sur les « mauvaises » qui causerait le développement de certaines maladies. Ainsi, l'imaginaire post-pastorien offre de nouvelles significations de la santé, des maladies infectieuses, mais également de certaines autres maladies.

Deux conséquences découlent de ces nouvelles conceptions. La première est décrite principalement dans le corpus scientifique, la seconde est reprise dans les deux corpus. Tout d'abord, ces nouvelles significations tendent à considérer le microbiote comme un « biomarqueur » de l'état de santé. En étudiant la composition et la diversité du microbiote intestinal, il serait possible d'obtenir un certain diagnostic de l'état de santé actuel et futur d'un individu. Certaines thérapies « personnalisées », élaborées en fonction de l'entérotype ou de l'état du microbiote sont d'ores et déjà envisagées.

De plus, ces nouvelles conceptions appellent à tout mettre en œuvre pour favoriser cet équilibre si fondamental assurant le maintien de notre bon état de santé :

Nous avons une flore microbienne intestinale et nous devons la chérir et en prendre soin ! Malheureusement, certaines de nos habitudes de vie occidentales peuvent nuire à son équilibre. CP 67

Certains comportements et habitudes de vie semblent alors à revoir... Or, certaines de ces habitudes sont profondément ancrées dans nos vies (et nos imaginaires) et trouvent leur origine dans l'imaginaire pastorien. En effet, la prise d'antibiotiques, l'amélioration des conditions de vie, la pasteurisation des aliments, ou plus généralement la volonté farouche de nous débarrasser de tout « risque » microbien trouvent leurs origines dans le combat pasteurien initié au XIX^e siècle contre l'ennemi pathogène. L'imaginaire post-pastorien appelle alors à reconsidérer ces pratiques et à en prendre le contrepied. Cette nouvelle appréciation du monde microbien est particulièrement déconcertante puisque les systèmes de valeurs et le répertoire de pratiques de l'imaginaire pastorien sont désormais contredits et relégués au banc des accusés.

En faisant l'évaluation de vos habitudes de vie, il est possible que vous réalisiez que vous avez négligé votre flore microbienne intestinale. Heureusement qu'elle n'est pas rancunière ! CP 67

Ainsi, puisque nos habitudes de vie semblent causer de grands préjudices à nos bactéries amies, et donc à notre santé, de nouveaux comportements et pratiques sont préconisés.

Par ailleurs, nous pouvons identifier une troisième conséquence (qui ne figure pas dans les corpus) concernant la perception que nous pouvons avoir de ces « autres maladies » (comme de certains cancers, les troubles autistiques, la dépression, le diabète de type 2 ou l'obésité). Puisque ces pathologies pourraient être causées par un déséquilibre microbien, il pourrait être pertinent de reconsidérer — voire de mettre en cause — certaines conceptions, souvent controversées et culpabilisantes, de l'origine de ces pathologies. Pour ne citer que quelques exemples (certes caricaturaux), l'obésité ou le diabète ne seraient pas uniquement dus à de mauvais comportements alimentaires, la dépression à un quelconque laisser-aller du malade, le côlon irritable à une réaction suite une période de stress trop intense, les troubles autistiques à une attitude spécifique des parents ou à la vaccination... Cette nouvelle compréhension

pourrait véhiculer une vision moins culpabilisante de ces maladies et laisser présager le recours à de nouveaux traitements et de nouveaux usages, préventifs et curatifs, visant à rééquilibrer le microbiote.

6.2.1.3 Les micro-organismes : de la bactérie tueuse à la bactérie guérissante

Les nouvelles dimensions de ce que nous entendons par « micro-organisme » reflètent à leur tour l'émergence de nouvelles significations allant à rebours des conceptions pastoriennes. Les découvertes apportées par la recherche sur le microbiote intestinal humain invitent à fondamentalement repenser la manière dont nous percevons ces êtres microscopiques, et ce à quatre points de vue.

1) Ils sont partout... sur nous, en nous et autour de nous !

Nous sommes en perpétuel contact avec eux, certains vivent dans notre corps, d'autres se logent partout dans notre environnement.

Notre tube digestif est habité d'environ 10^{14} bactéries vivantes. CP 67

Le contact entre ce monde interne et externe se fait notamment par l'alimentation, via notre tube digestif :

Le réfrigérateur regorge de micro-organismes. Des mauvais, mais d'excellents aussi. Pas très photogéniques, ils sont toutefois bénéfiques pour la santé. (...) nous sommes allés à la rencontre de ces petits êtres grouillants... que l'on mange par millions. (...) Dans un seul morceau de fromage, on trouve des milliers, voire des millions de bactéries et de moisissures microscopiques... bien vivantes. Dans le yogourt, le kéfir et certains alcools, les micro-organismes restent aussi en vie. CP 48

2) Nous les côtoyons depuis notre naissance.

Nos contacts avec eux ne se limitent pas à l'alimentation ou au moment d'une infection, nous nous côtoyons dès notre naissance, et jusqu'à notre mort :

Quelques minutes seulement après la naissance, notre intestin est colonisé par plusieurs types de bactéries qui, avec le temps, formeront une flore intestinale extrêmement nombreuse et diversifiée. CP 33

La dimension d'infection et de contamination du micro-organisme qui est principalement considérée par l'imaginaire pastorien apparaît donc très réductrice. Ces micro-organismes représentent une grande partie de notre corps et sont en interaction constante avec nous.

3) « Gentils », et « méchants » s'affrontent à chaque instant

Cette action bénéfique que peuvent jouer les micro-organismes, mise à jour par la recherche en montrant l'existence et l'importance des micro-organismes non pathogènes, est très largement reprise dans les corpus.

Les micro-organismes, c'est comme les humains. Il y a de mauvaises familles, parfois même meurtrières, mais il y en a d'excellentes aussi ! CP 48

Afin de marquer l'importance de ces deux types de micro-organismes, nous avons identifié, comme dans cet extrait, l'utilisation dans les corpus de qualificatifs et de caractéristiques imagés et souvent empruntés aux êtres humains, témoignant d'un certain anthropomorphisme. Ensemble, pathogènes et non-pathogènes forment un équilibre aussi fragile qu'essentiel pour notre santé.

Les bactéries participent au bon fonctionnement de notre organisme (...) elles dégradent (...) influencent (...) stimulent (...) [Elles] sont de véritables chefs d'orchestre du système immunitaire qui jouent un rôle de premier plan dans notre capacité d'interagir avec notre environnement extérieur. CP 55

Nous notons par ailleurs que le terme « bactérie » est plus souvent employé que celui de « micro-organisme » ou de « microbe » lorsque les auteurs, du corpus de presse principalement, décrivent le rôle qu'elles jouent dans notre santé⁸³.

De plus, nous avons observé que les auteurs utilisent régulièrement le pluriel (et l'image abondance) pour décrire l'action des « gentilles » bactéries non pathogènes, alors que le singulier est préféré (et les nominations scientifiques) lorsqu'il s'agit des « dangereux » micro-organismes pathogènes (i.e. le *Clostridium difficile*, *E. coli*, *Salmonella*, etc.). Ainsi, les bactéries « occupent le maximum de terrain disponible pour empêcher les effets néfastes que pourraient causer des souches bactériennes pathogènes » (CP 43).

Les bons et les méchants : Cette capacité d'interaction des bactéries intestinales avec le système immunitaire dépend en grande partie du type de bactéries qui sont présentes dans l'intestin. Pour simplifier, on peut décrire deux grands types de bactéries intestinales : 1) celles qui sont pathogènes (...) 2) les bactéries bénéfiques. CP 55

La plupart sont inoffensives, mais quelques-unes sont de dangereux pathogènes qui n'attendent qu'une occasion pour prendre le contrôle de notre système intestinal. CP 59

Comme l'illustrent ces extraits, les bactéries sont catégorisées et qualifiées comme de « bonnes », « gentilles », ou au contraire comme « mauvaises » et « méchantes ». L'identification de ces deux types de bactéries est une nouvelle signification attribuable à l'imaginaire post-pastorien, par opposition à l'imaginaire pastorien qui considère le micro-organisme principalement dans sa dimension pathogène. En définitive, le micro-organisme pastorien a pour unique fonction d'être nuisible, c'est un élément externe du corps qui n'entre en contact avec lui qu'au

⁸³ D'un point de vue scientifique, les bactéries sont une sorte de micro-organismes. D'après le dictionnaire Larousse, le micro-organisme est un « être vivant microscopique tel que les bactéries, les virus, les champignons unicellulaires (levures), et les protistes. Appelés autrefois microbes, les micro-organismes jouent un rôle essentiel dans les cycles écologiques, mais certaines espèces sont pathogènes ». Une bactérie est un « être unicellulaire, à structure très simple, dépourvu de noyau et d'organites, au matériel génétique diffus, généralement sans chlorophylle et se reproduisant par scissiparité ».

moment de la contamination et de l'infection. Il faut donc l'éviter, s'en prémunir, voire l'éradiquer. Le micro-organisme post-pastorien joue sur la dualité : il peut être interne ou externe au corps, il peut être malveillant ou porteur de multiples promesses.

4) De nouveaux alliés à nos côtés dans cette lutte continuelle

Les métaphores repérées dans les corpus pour caractériser les micro-organismes pathogènes utilisent très souvent un vocabulaire guerrier. Comme dans les extraits suivants, la stratégie, l'occupation, la colonisation, l'évasion, la résistance, la défense, les dommages, les tueurs, les ennemis, les alliés, et la mort sont mobilisés :

“Like most mucosal pathogens, *E. coli* can be said to follow a requisite strategy of infection: (i) colonization of a mucosal site, (ii) evasion of host defenses, (iii) multiplication, and (iv) host damage”. CS 19

Précédé par sa réputation de tueur, le *Clostridium difficile* est désormais devenu l'ennemi à abattre. CP 52

Nos organismes sont ainsi en perpétuelle résistance pour éviter le risque d'infection. Lorsque ce scénario se produit, le pathogène s'empresse de déployer sa stratégie ravageuse. Face à ces dangers, une ligne de combat s'organise avec les micro-organismes des microbiotes :

“Protective functions: the barrier effect. Resident bacteria are a crucial line of resistance to colonisation by exogenous microbes and, therefore, are highly relevant in prevention of invasion of tissues by pathogens”. CS 7

Le micro-organisme pathogène est donc un ennemi contre lequel il faut lutter, tant dans le cadre des conceptions pastoriennes que post-pastoriennes. Toutefois, alors que l'imaginaire pastorien préconisait une riposte visant à éradiquer les micro-organismes de manière radicale (antibiothérapies, vaccins, hygiène, etc.), l'imaginaire

post-pastorien opte pour une stratégie moins offensive visant une «coexistence pacifique » :

“We and our microbial partners use to adapt to one another, new understanding of what constitutes a pathogen, and new approaches for preventing and treating infectious diseases”. CS 2

Désormais, il ne s’agit plus de mener le combat seul face aux micro-organismes pathogènes, de bonnes bactéries sont actives à nos côtés, elles « occupent le territoire et le protègent d’une invasion ennemie » (CP 68) ! Ce sont de véritables alliés. Ainsi, puisque ces micro-organismes pathogènes ont tendance à gagner du terrain lorsque le microbiote intestinal est en difficulté (suite à la prise d’antibiotiques ou à tout autre déséquilibre), la nouvelle stratégie élaborée vise à favoriser le développement des micro-organismes non pathogènes afin qu’ils occupent le terrain.

En définitive, les micro-organismes sont nouvellement perçus comme un ensemble très abondant, existant tant en dehors de nous qu’en nous, pouvant être nuisibles ou au contraire bienfaiteurs pour notre santé, et comme une partie de ce que nous sommes (en termes de poids, de patrimoine génétique ou cellulaire). Ces nouvelles significations façonnant l’imaginaire post-pastorien produisent de nouveaux systèmes de valeurs : il déplace ce que nous considérons comme sain ou pathogène, bien ou mal, attirant ou repoussant. De nouvelles pratiques, comportements et actions vont en découler. Les micro-organismes sont à la fois de véritables alliés — ils luttent à nos côtés —, mais aussi de véritables « amis » — ils sont bienveillants à notre égard et nous sommes liés « d’affection ».

6.2.1.4 La relation humains $\Leftrightarrow$ micro-organismes : du commensalisme à la symbiose

Le quatrième point témoignant de l'élaboration de sens nouveau et de la naissance d'un nouvel imaginaire, porte sur notre conception du type de relation entretenu avec le monde microbien. Il prend directement sa source dans les découvertes sur le microbiote et a principalement été identifié dans le corpus scientifique.

La recherche sur le microbiote intestinal s'attache à décrypter les relations que nous pouvons les schématiser comme ceci :

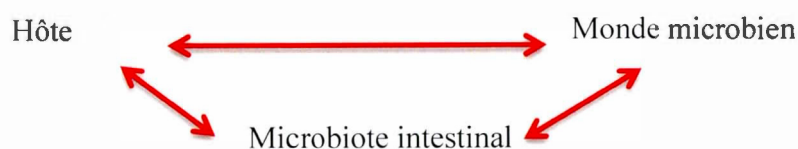


Figure 6.7 : Les relations hôte-microbiote intestinal-monde microbien

Les découvertes scientifiques caractérisent ces relations par de nombreuses interactions, et identifient le microbiote intestinal comme la principale interface entre le système immunitaire et l'environnement extérieur :

“Interactions between gut bacteria and host immunity: The intestinal mucosa is the main interface between the immune system and the external environment. (...) The dialogue between host and bacteria at the mucosal interface seems to play a part in development of a competent immune system. (...) In adults, immunity may be constantly reshaped by persistent interactions between the host and its bacteria that take place in the gut”. CS 7

Le microbiote permet ainsi le dialogue entre l'hôte et le monde microbien extérieur. Ces interactions perpétuelles remodelent et façonnent constamment notre immunité. Elles sont donc essentielles pour maintenir l'homéostasie et l'équilibre du microbiote intestinal.

Un des apports majeurs de la recherche sur le microbiote est de mettre à jour l'existence de cette relation de partenariat entre l'hôte, son microbiote et le monde microbien. Cette relation est qualifiée de symbiotique, c'est-à-dire de relation mutualiste et bénéfique. Avant cette découverte, ces relations étaient décrites uniquement comme commensales ou pathogéniques :

“Our relationship with components of this microbiota is often described as commensal (one partner benefits and the other is apparently unaffected) as opposed to mutualistic (both partners experience increased fitness). However, use of the term commensal generally reflects our lack of knowledge, or at least an agnostic (noncommittal) attitude about the contributions of most citizens of this microbial society to our own fitness or the fitness of other community members”. CS 12

Il existe ainsi trois types de relation (illustrées par la figure suivante) pouvant caractériser ces interactions entre l'hôte et le monde microbien :

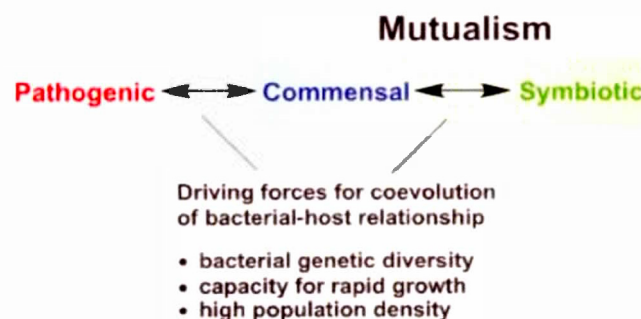


Figure 6.8 : Les trois types de relations que nous entretenons avec le monde microbien

Source : CS 2

- La relation commensale (du latin *commensalis*, qui signifie «à table ensemble»), une relation dans laquelle les partenaires coexistent sans préjudice, mais sans avantage évident.
- La relation symbiotique, une relation entre deux espèces différentes dans laquelle au moins un des deux partenaires bénéficie de l'autre, sans lui nuire.

- La relation pathogénique, une relation dans laquelle une des espèces cause un dommage à l'autre.

Il existe un continuum entre ces trois types d'interactions :

“Interactions between bacteria and their hosts can be viewed in terms of a continuum between symbiosis, commensalism, and pathogenicity, with symbiosis and commensalism grouped under the general heading of mutualism”. CS 2

Lorsqu'un micro-organisme lance une offensive pathogène, une véritable joute se met alors en place :

Symbiosis and commensalism have been viewed as potential outcomes of a dynamic “arms race initiated when a pathogen encounters a vulnerable host. In this race, a change in one combatant is matched by an adaptive response in the other. In some settings, the arms race evolves toward attenuation of virulence and peaceful coexistence, with or without frank codependence (symbiosis). In other circumstances, the pathogenic relationship is sustained by the development of effective countermeasures that bypass the host's innate or adaptive defenses. CS 2

Cette nouvelle signification, directement issue de la recherche scientifique, va donc, ici encore, à contre-courant de la conception usuelle. Alors que l'imaginaire pastorien ne prenait en compte qu'une relation nuisible (pathogène) ou de simple coexistence (commensale), l'imaginaire post-pastorien considère un nouveau type de relation fondée sur l'échange et le bénéfice, excluant toutes sortes de préjudices (symbiotique). Avec ce nouveau système de valeurs, l'imaginaire post-pastorien envisage donc que le rapport au monde microbien puisse être centré sur les contributions mutuelles, sur l'échange et sur la préservation de cet écosystème nous reliant à ce monde vivant en nous, et autour de nous.

6.2.1.5 Vers une nouvelle définition de l'humain

Le cinquième point d'articulation entre l'imaginaire pastorien et la construction d'un imaginaire post-pastorien prend sa source dans cette nouvelle appréciation de notre relation au monde microbien. Une nouvelle considération de l'être humain semble prendre forme.

En effet, pour expliciter cette relation intriquée que l'humain entretient avec le monde microbien, les textes du corpus utilisent de nouveaux qualificatifs pour définir les êtres humains : nous serions des organismes « mixtes », de « fusion », une sorte d'« amalgame » entre les micro-organismes et les attributs humains. En somme, l'humain ne devrait plus être considéré comme un simple organisme pourvu de cellules et d'un patrimoine génétique :

“Humans are superorganisms whose metabolism represents an amalgamation of microbial and human attributes”. CS 9

“Therefore, a superorganismal view of our genetic landscape should include genes embedded in our human genome and the genes in our affiliated microbiome, whereas a comprehensive view of our metabolome would encompass the metabolic networks based in our microbial communities”. CS 9

Nous sommes des « superorganismes ». Nous nous définissons par notre génome, mais aussi par notre métagénome... C'est par l'interaction complexe entre notre génétique et le contenu génétique de notre communauté microbienne que nos propriétés biologiques et physiologiques peuvent se développer.

Cette mutation de la compréhension de ce que nous sommes est souvent résumée dans les articles des corpus par la formule suivante : « Nous sommes composés de dix fois plus de micro-organismes que de cellules ! » :

Cette présence bactérienne est tellement importante qu'on estime qu'un adulte est composé à 90 % de cellules bactériennes, c'est-à-dire qu'il contient 10 fois plus de bactéries que de cellules humaines, et que ces bactéries qui vivent en lui contribuent à environ 2 kg de son poids corporel ! CP 55

Cette nouvelle définition de l'être humain implique alors d'accepter cette idée nouvelle que nous ne formons qu'un avec ce monde microbien.

“The human ‘metagenome’ is a composite of *Homo sapiens* genes and genes present in the genomes of the trillions of microbes that colonize our adult bodies. (...) ‘Our’ microbial genomes (the microbiome) encode metabolic capacities that we have not had to evolve wholly on our own, but remain largely unexplored”. CS 18

“It is therefore appropriate to consider another form of self-knowledge: the contributions of our microbial partners to our biology. (...) A comprehensive genetic view of *Homo sapiens* as a life-form should include the genes in our microbiome”. CS 2

La conception « traditionnelle », centrée sur l'évolution humaine en tant qu'*homo sapiens*, semble devoir être repensée pour intégrer les contributions de nos partenaires microbiens. Cette nouvelle vision de ce que nous sommes incite aussi à décentrer la conception que nous avons de l'être humain :

“Bacteria have inhabited Earth for at least 2.5 billion years. As a result, our predecessors have had to adapt to a biosphere dominated by microbes. However, we have minimal knowledge of how coevolution with indigenous microorganisms has shaped our genome and microbiome, as well as our physiology and postnatal development”. CS 2

Les êtres humains et le monde microbien ont coévolué.

L'imaginaire post-pastorien appelle donc à nous distancer de la vision anthropocentrée se concentrant sur notre contenu génétique d'*homo sapiens* (CS 1). Désormais, il faut inclure une autre source pour définir l'humain, celle de nos partenaires microbiens vivant dans nos microbiotes. Pour reprendre la formule de Helmreich (2014 ; 2016), nous sommes de véritable « *homo microbis* ».

6.2.1.6 Changement d'échelle : du microscopique au macroscopique, et inversement

Enfin, le sixième élément identifié, principalement dans le corpus scientifique, construisant un nouvel imaginaire du rapport humain/micro-organismes, porte plus généralement sur la démarche de recherche.

Les travaux sur le microbiote intestinal utilisent et préconisent une démarche de recherche qui semble originale. Cette démarche incite à faire passer le niveau d'analyse du niveau macroscopique au microscopique, et/ou à l'inverse, du microscopique au macroscopique. Par ces mouvements de va-et-vient, par ces déplacements, l'analyse semble découvrir de nouvelles dimensions encore inexplorées et atteindre un plus grand niveau de stabilité.

Le passage du macroscopique au microscopique s'illustre par le fondement même de la recherche sur le microbiote intestinal : les nouvelles techniques permettant d'étudier les micro-organismes. L'essor de la métagénomique a en effet permis, comme son préfixe l'indique⁸⁴, d'aller au « delà », de dépasser les connaissances apportées par la génomique. Elle permet l'élaboration de nouvelles connaissances et une nouvelle compréhension de nos composantes génétiques (l'humain est le résultat des interactions complexes entre son génome et son métagénome).

Le passage du microscopique au macroscopique, est également très caractéristique de la recherche sur le microbiote et peut se résumer par l'objectif suivant : rechercher le commun. En effet, une fois qu'il a pu être possible d'étudier les milliards de gènes des communautés microbiennes du corps humain, de nombreux chercheurs ont tenté de trouver le dénominateur commun dans cette infinité de données. À la manière de ce qui se fait avec le *big data*, les chercheurs tentent de

⁸⁴ Dans ce contexte, le préfixe « meta » signifie l'après, le changement, aller au-delà de, ce qui dépasse.

trouver des modèles communs, des *patterns*, des points de convergence au sein de ces immenses quantités de données. C'est par ce type de procédés que la recherche sur le microbiote a pu identifier le noyau commun des microbiomes humains (le *core microbiome*) ou encore les trois grands profils microbiens (les entérotypes) — qui permettent alors un retour vers un niveau plus macroscopique. De même, les chercheurs peuvent avoir pour hypothèses de rechercher des principes macroscopiques qu'ils pourraient appliquer au monde microscopique. Cette démarche a été largement utilisée en écologie, et pourrait s'appliquer à nouveau au monde microscopique que nous abritons :

“It is expected that the HMP will uncover whether the principles of ecology, gleaned from studies of the macroscopic world, apply to the microscopic world that humans harbour”. CS 5

Dans le premier cas, il s'agit donc d'aller au-delà de ce que permet l'analyse macroscopique, vers le microscopique ; dans le second, à partir d'un grand nombre de données (microscopiques), le chercheur part en quête de principes, de modèles communs qui pourraient structurer cette diversité.

Cette idée de changement d'échelle est récurrente (et semble capitale) dans la recherche sur le microbiote. Dans le même ordre d'idée, de nombreux chercheurs du domaine appellent à appliquer ce mouvement dans leur propre processus de recherche et de partage des connaissances. Comme l'illustre l'extrait suivant, la recherche et les découvertes qui en découlent invitent de nombreuses disciplines à se mettre en lien :

Le professeur Phil Sherman, de l'Hôpital des Enfants Malades de Toronto (Canada), qui animait la session, a conclu que «ce séminaire avait été l'occasion idéale de construire des passerelles, non seulement entre académie et industrie, mais aussi entre différentes disciplines. » CP 45

De nombreuses recherches appellent à la construction d'outils de partage et de standardisation des résultats afin de les mettre en commun et à la disposition de tous.

“A human intestinal microbiome database is needed to organize genomic, transcriptomic, and metabolomic data obtained from this complex natural microbial community, and would provide a substrate for generating testable hypotheses”. CS 12

Les recherches interdisciplinaires sont largement encouragées afin de briser les frontières traditionnelles de la recherche et de favoriser la diffusion des connaissances portant sur le microbiote intestinal dans un maximum de secteurs.

“It is an interdisciplinary effort consisting of multiple projects, which are now being launched concurrently worldwide (...) It requires individuals from the clinical, biological and physical-engineering sciences to participate, including those with expertise in disciplines ranging from mathematics to statistics, computer science, computational biology, microbiology, ecology, evolutionary biology, comparative genomics and genetics, environmental and chemical engineering, chemistry and biochemistry, human systems physiology, anthropology, sociology, ethics and law. It requires coordination between scientists, governments and funding agencies. And it is one element of a worldwide effort to document, understand and respond to the consequences of human activities — not only as they relate to human health but also as they relate to the sustainability of the biosphere”. CS 5

Une recherche interdisciplinaire et planétaire, fondée sur la communication et le partage des connaissances allant au-delà des frontières disciplinaires traditionnelles est donc plébiscitée. Plus largement, la coordination des scientifiques, des gouvernements et des financements est jugée déterminante.

Cette idée d’aller « au-delà », de dépasser ce que l’on connaît ou croit connaître semble imprégnée cette nouvelle vision de la recherche. Le dépassement et la mise à disposition d’un commun sont des valeurs essentielles de ce nouvel imaginaire post-pastorien, en voie de construction.

6.2.2. La construction d’un nouveau répertoire de pratiques

L’ensemble des nouvelles significations identifiées dans les corpus produit donc un ensemble de valeurs nouvelles. Ces dernières fondent et orientent

l'élaboration d'un répertoire de pratiques, d'usages, d'actions et de comportements que nous allons décrire ici.

Ce répertoire se façonne à partir du nouvel imaginaire post-pastorien en orientant nos actions vers un ajustement de nos comportements habituels et vers la mise en place de nouveaux comportements. L'objectif de toutes ces pratiques est clairement énoncé dans les corpus : il faut trouver une issue favorable dans le contexte sanitaire alarmant que nous connaissons actuellement. Il faut éviter tout scénario épidémique et garantir une vie humaine dans la santé et le bien-être, de manière durable.

Pour cela, nous avons identifié, dans la continuité des nouveaux systèmes de valeurs décrits plus tôt, deux stratégies complémentaires : 1) éviter l'action des « méchants » micro-organismes ; 2) favoriser l'action des « bons » micro-organismes, œuvrant pour la santé humaine. Ces stratégies sont mises en place à l'aide de deux types d'action : celles visant à éradiquer les « mauvais » micro-organismes, s'inscrivant dans la lignée de l'imaginaire pastorien (6.2.2.1), et celles envisageant une entrée sélective des « gentils » micro-organismes, issues du système de valeurs de l'imaginaire post-pastorien (6.2.2.2).

6.2.2.1 Quelques pratiques d'éradication des « mauvais » micro-organismes

Les pratiques identifiées dans les corpus visant à éradiquer, ou tout au moins à neutraliser, les micro-organismes pathogènes sont d'ordre médical et social. Tout d'abord, les corpus s'entendent largement sur une mesure centrale : limiter la consommation d'antibiotiques afin d'en assurer l'efficacité.

Un des grands problèmes associés à l'abus d'antibiotiques est l'acquisition d'une résistance par les bactéries (...) Le Center for Disease Control américain a récemment répertorié 17 microorganismes résistants aux antibiotiques qui sont responsables du décès de 23 000 personnes annuellement. CP 6

S'ils ne sont pas nécessaires, la limitation des prises d'antibiotiques est donc largement recommandée. De plus, l'ensemble du corpus traitant de ce sujet mentionne l'effet néfaste de ce type de traitements sur le microbiote intestinal, et donc sur la santé.

Par ailleurs, le corpus de presse fait largement mention de la nécessité de respecter les normes d'hygiène, tant hospitalières que sanitaires et personnelles. Les extraits suivants illustrent les pratiques de prévention à respecter pour se prémunir de manière optimale contre les infections :

Comme elle se transmet par les mains et un environnement contaminé par les selles comme les toilettes, le robinet, les poignées de portes, le téléphone, etc., il est très important de se laver les mains avec du gel antiseptique en entrant et sortant de l'établissement de santé et de bien respecter les mesures d'hygiène comme le port des gants et blouses. CP 52

En attendant que la technologie livre une solution efficace, mieux vaut revenir aux règles de base : lavage minutieux des mains et de tout ce qu'elles touchent, désinfection systématique des chambres, stérilisation des appareils. CP 63

Faut-il craindre les bactéries ? Si le consommateur respecte les températures de cuisson minimales propres à tuer les bactéries dans la viande, celles-ci ne peuvent pas le contaminer directement. (...) Des règles d'hygiène élémentaires doivent aussi être respectées, comme de nettoyer au savon tout instrument de cuisine (couteau, planche, etc.) ayant été en contact avec de la viande crue. CP 28

Les articles du corpus de presse ne cessent de rappeler le risque encouru si on ne respecte pas ces pratiques de prévention... Sans remettre en cause les mesures usuelles de contrôle du risque microbien (hygiène, antibiotiques, vaccins, traitements anti-infectieux), les pratiques identifiées dans le corpus appellent à un renforcement des mesures d'hygiène et à une utilisation parcimonieuse des comportements limitant le développement des « bons » micro-organismes.

6.2.2.2 Les pratiques offrant une « entrée sélective » aux « bons » micro-organismes

Les pratiques visant à laisser entrer dans notre corps certains micro-organismes bienveillants sont largement détaillées et commentées dans les corpus. Les pratiques les plus largement plébiscitées sont centrées sur l'alimentation et l'hygiène de vie. Elles concernent la consommation de probiotiques et d'aliments « santé ». La pratique médicale de transplantation fécale fait quant à elle largement parler d'elle dans le corpus de presse, mais laisse la majorité des auteurs sceptiques.

- La consommation de probiotiques : « mangez des bactéries vivantes ! »

Le nouvel usage le plus relayé par les corpus est la consommation de probiotiques et de prébiotiques. Ce sujet est présent dans quelques publications du corpus scientifique (principalement consacrés à détailler leurs effets sur la santé). Le corpus de presse se consacre quant à lui très largement à exposer les vertus de ces produits, via des conseils pour maintenir une bonne santé, des conseils nutritionnels, et l'analyse économique et marketing de l'explosion de ce marché pour les secteurs agroalimentaire et nutraceutique.

Puisque les micro-organismes sont nos alliés et que l'équilibre de notre flore est le garant de notre bonne santé, il semble judicieux d'« aider » notre flore, en lui apportant les bactéries appropriées.

“Nevertheless, bacteria are also useful in promotion of human health. Probiotics and prebiotics are known to have a role in prevention or treatment of some diseases”. CS 7

Les probiotiques sont des micro-organismes vivants qualifiés de « suppléments nutritionnels ».

Ils vont servir à rétablir l'équilibre au niveau du système digestif en inhibant le développement des vilaines bactéries et en faisant la promotion de la croissance des bactéries bénéfiques. Ils ne sont eux-mêmes ni plus ni moins que des préparations de bactéries vivantes. CP 2

On peut les consommer via différents produits « enrichis » comme le yogourt, mais aussi dans certains fromages, le kéfir, et certains jus de fruits et céréales (CP 24). Ils semblent avoir une multitude de bienfaits, au point de pouvoir attirer n'importe quel consommateur : les probiotiques contribuent à « prévenir la diarrhée du voyageur », « prévenir les coliques chez les bébés », « accélérer le transit et ainsi diminuer la constipation », « soulager les symptômes liés au syndrome de l'intestin irritable, tel que douleurs abdominales, ballonnements et gaz », « aider à maintenir la fonction immunitaire, notamment à la suite de périodes de stress physique », ils sont « bénéfiques pour les personnes atteintes de colite ulcéreuse, (...) en diminuant l'inflammation et le nombre de “mauvaises” bactéries, et en augmentant le nombre de molécules anti-inflammatoires ». Ils contribuent également à « modifier la flore vaginale, aident à réduire la récurrence d'infections urinaires, de vaginoses bactériennes et d'infections à levures », favorisent « la santé des gencives en aidant à diminuer la plaque dentaire et la gingivite », ils ont « un effet bénéfique sur le risque cardiovasculaire en améliorant le profil lipidique et la composition corporelle, autant chez les adultes que chez les enfants » et « ils pourraient contribuer à la perte et au maintien du poids, et diminuer le mauvais cholestérol » (CP 24).

Par ailleurs, certains articles voient dans la consommation de probiotiques un complément essentiel (voire une réelle alternative) à l'antibiothérapie : puisque les antibiotiques détruisent la flore intestinale, la consommation de probiotiques semble capable de la reconstruire plus rapidement et d'éviter certains risques d'infection post-antibiothérapie.

Un jour, les médecins prescriront peut-être des cocktails de bactéries vivantes comme on prescrit aujourd'hui des antibiotiques, en espérant que cette thérapie de choc remettra rapidement leurs patients sur pied en combattant le mal par le mal ! Même si ce jour-là n'est pas encore arrivé, il y a de plus en plus de

preuves scientifiques selon lesquelles une dose massive de bonnes bactéries — les probiotiques — peut aider à combattre les mauvaises, et donc à nous garder en santé. CP 59

En somme, ce sont « des alliés de taille pour entretenir la flore intestinale en donnant un bon coup de pouce aux bactéries qui montent la garde » (CP 13). Leur consommation semble « mettre des chances de notre côté » pour lutter et se prémunir contre les « méchantes » bactéries.

Le symbole est flagrant : alors que l'imaginaire pastorien préconisait l'éradication de toutes les bactéries (bonnes ou mauvaises) avec l'arme antibiotique, l'imaginaire post-pastorien invite au contraire à directement les manger ! « À combattre le mal par le mal ». Les nouvelles valeurs qu'il construit appellent à cultiver l'ensemble de son microbiote afin de le renforcer et favoriser l'équilibre de l'écosystème en consommant directement les micro-organismes.

À Table ! Les bactéries sont servies. CP 48

DanActive, la potion magique de Danone. CP 50

Mangez-vous suffisamment de bactéries ? CP 67

Yogourt brassé aux bactéries. CP 69

Comme en témoignent ces titres d'articles du corpus de presse, la consommation de probiotiques est très largement recommandée et semble faire son chemin dans l'esprit des consommateurs.

L'industrie agroalimentaire s'est largement emparée de ce marché :

Imaginons un instant qu'au lieu de vanter la saveur des fruits ou l'onctuosité du mélange brassé, la publicité du yogourt nous invite à déguster divinement... des succulentes bactéries ! (...) Pouah ! direz-vous. Pourtant, c'est bien sur ces bactéries que misent les fabricants de yogourt. CP 69

Les principaux acteurs cités par les articles de presse sont Bio-K, Danone, Probaclac, Lactibiane, Liberté, Yoplait et Damafro. Le marché que représente ce produit est colossal (« D'ici la fin de l'an 2000, nous prévoyons pas moins de 10 M\$ de ventes » disait le président de Bio-K il y a plus de quinze ans... CP 73).

Parallèlement, l'État et ses instances sanitaires sont fréquemment cités dans le corpus presse, afin de rappeler qu'ils veillent sur les allégations santé :

Au Canada, pour pouvoir utiliser la mention, de nouvelles normes obligent les industries à se conformer à la quantité minimale de bactéries nécessaires pour procurer des bienfaits sur la santé, soit un milliard de bactéries par portion. Ainsi, les Canadiens peuvent profiter des nombreux effets bénéfiques des probiotiques. CP 24

Enfin, son rôle de diffuseur de connaissance et sa capacité à faire de l'éducation populaire afin que tout le monde soit bien informé de l'importance de « cultiver » sa flore sont sollicités dans plusieurs articles des deux corpus. L'État, l'industrie, les consommateurs (et la presse) semblent donc en marche pour diffuser les valeurs de l'imaginaire post-pastorien : « manger des bactéries vivantes pour être en bonne santé ».

- La consommation d'aliments « santé »

Le second conseil le plus largement prodigué par le corpus de presse (et simplement évoqué par le corpus scientifique) est de consommer des produits « santé » afin de renforcer la flore intestinale.

Pour conserver la santé, rien de tel qu'un bon cocktail de bactéries au fond de l'assiette. Mais attention : pas n'importe lesquelles ! (...) Comme l'a dit Hippocrate : « Que ton aliment soit ton premier remède ! » CP 59

À ce titre, les conseils en nutrition sont extrêmement nombreux et divers dans le corpus presse. Un seul mot d'ordre : encourager l'alimentation riche en fibres ainsi que les aliments ayant des effets positifs sur le microbiote intestinal. En voici quelques exemples :

- Consommer du beurre antiacide afin de réguler la flore intestinale et les tissus de l'intestin (CP 10)

- Consommer des aliments fermentés : choucroute, légumes fermentés (CP 12), le miso, le kimchi, le kombucha et le kéfir (CP 3), fromage, yogourt, crème sure, babeurre (CP 65)
- Éviter la viande rouge (CP 14)
- Utiliser du thym : il facilite la digestion, chasse les gaz, les ballonnements, débarrasse l'intestin des parasites et contribue au maintien de la flore intestinale (CP 19)
- Manger des crucifères, des céréales complètes, des légumineuses (soya et noix) (CP 30)
- Épicer ses plats avec du curcuma (CP 38)
- Consommer des prébiotiques (aliments riches en nutriments non digestibles stimulant la croissance et l'activité des bactéries du microbiote, CP 65) naturellement présents dans le topinambour, l'ail, le poireau, l'oignon, les asperges, les bananes et certaines céréales ou via des aliments améliorés comme certains jus de fruits, légumes, biscuits, pains ou sous forme de capsule, de poudre ou de levure (CP 46)
- Favoriser les produits naturels et de qualité et éviter une alimentation trop riche en matière grasses saturées, en sucre raffiné, en sel, mais aussi la consommation d'alcool (CP 67)

À cette liste s'ajoute un conseil plus rare, mais néanmoins notable : la recommandation d'une consommation de viande issue d'élevage sans antibiotique, afin de limiter les ravages de l'antibiorésistance et l'appauvrissement du microbiote :

Des antibiotiques sont de plus en plus administrés aux animaux d'élevage de manière préventive, notamment pour éviter la surmortalité inhérente à l'élevage industriel, voire pour des raisons économiques. (...) Les infectiologues travaillent de concert avec les médecins vétérinaires, mais aussi avec les pisciculteurs et les aquaculteurs, afin que les antibiotiques soient utilisés avec plus discernement, tant chez l'homme que chez les animaux. CP 28

Deux articles de presse mentionnent également la possibilité de donner des probiotiques aux animaux, afin de limiter leur stress et d'améliorer leur propre flore intestinale.

Ces recommandations semblent montrer que l'imaginaire post-pastorien tente de mettre en place l'idée d'une « entrée sélective » dans notre corps et dans notre microbiote. Toute pratique doit favoriser l'équilibre, sans prendre le risque de faire entrer un dangereux intrus. Il faut donc repenser certaines pratiques :

La variété du microbiome diminue en particulier quand on mange de la nourriture industrielle, qu'on prend des antibiotiques, qu'on se lave les mains au gel antibactérien et qu'on accouche par césarienne. CP 11

Allier plaisir et santé :

Allier le plaisir de manger des produits de qualité au goût savoureux au besoin grandissant de prendre soin de sa santé pour profiter d'une qualité de vie meilleure et d'une espérance de vie ainsi prolongée. CP 25

En bref :

« Donnez-nous nos microbes quotidiens ! » devrait être la maxime à suivre. CP 58

- Guérir par transplantation fécale

Une des grandes découvertes issues de la recherche sur le microbiote intestinal humain est la mise au point d'un nouveau traitement à base de micro-organismes : la transplantation fécale. Pourtant, le corpus scientifique ne l'évoque que très peu et simplement à titre de traitements en cours de développement. De son côté, le corpus de presse y consacre une partie importante de son contenu. Cette technique consiste à transplanter les micro-organismes issus des selles de personnes saines chez un malade.

Ce transfert permet aux bactéries bénéfiques de la flore de s'implanter dans le côlon du malade, ce qui crée un environnement hostile pour *C. difficile* et neutralise complètement cette bactérie. Les résultats sont remarquables. CP 15

Les études montrent que cette technique appelée thérapie fécale peut guérir plus de 90 % des patients, et ce, après un traitement dans la plupart des cas. La plupart des médecins canadiens hésitent toutefois à utiliser cette technique pour des raisons hygiéniques. CP 49

Souvent décrite comme étonnante, le corpus presse insiste tout de même sur les bons résultats de cette pratique. Bien que recommandée pour le traitement de certaines pathologies, cette pratique semble toutefois rebuter autant les patients que les médecins (et les journalistes...). Cependant, ici encore le symbole est déconcertant : cette mesure préconise l'utilisation des selles comme voie de guérison, alors que les découvertes pastoriennes érigeant l'imaginaire pastorien étaient concomitantes avec la généralisation du tout à l'égout...

- Vers une médecine personnalisée ?

Ce qui est intéressant, c'est qu'on sort des façons de faire classiques, qui consistaient à essayer d'éliminer toutes les bactéries. On ne crée pas de vide microbiologique, on module positivement et on cible ce qu'on veut éliminer. CP 9

Enfin, de nouvelles méthodes médicales sont parfois évoquées dans les corpus. Ces méthodes, décrites comme des perspectives futures, s'apparentent au développement de la médecine personnalisée. Avec le développement de tests diagnostiques — consistant via l'analyse des selles, à l'étude de la composition de la flore microbienne —, de nouveaux traitements ciblés pourraient voir le jour. En ciblant directement les micro-organismes pathogènes infectant le corps ou en réajustant spécifiquement l'équilibre du microbiote, les patients pourraient recevoir des traitements « sur mesure », plus précis et plus adaptés au maintien de l'équilibre du microbiote intestinal.

6.2.3 Synthèse

Cette sous-section synthétise les résultats de l'analyse et répond aux questions spécifiques de recherche.

L'imaginaire pastorien a pour limite de considérer les micro-organismes principalement dans leur dimension pathogène. D'après cet imaginaire, les micro-organismes sont des nuisibles qu'il faut exclure à tout prix de la vie humaine. Tout contact avec eux peut susciter le développement de contaminations et d'infections potentiellement mortelles. Seules des relations commensales ou pathogènes sont envisagées entre l'humain et les micro-organismes. Il en découle une vision anthropocentrée de l'être humain, au sommet de l'évolution, devant lutter pour sa survie en éliminant tout risque potentiel. Les actions, usages, comportements, mesures ou pratiques découlant de l'imaginaire pastorien s'orientent vers un unique objectif : protéger l'humanité de ce danger en puissance en assurant un contrôle, une gestion, une neutralisation et une éradication des micro-organismes.

L'imaginaire post-pastorien construit une vision alternative de l'imaginaire pastorien prenant racine dans les découvertes scientifiques récentes sur le microbiote intestinal humain. Avec cet imaginaire, les micro-organismes sont considérés comme des êtres avec lesquels nous sommes en contact perpétuel puisqu'ils vivent non seulement autour de nous, mais aussi sur nous et en nous, au point de constituer une large part de ce que nous sommes. Ils peuvent être dangereux, mais ils jouent également un rôle capital pour le développement et le maintien de la santé humaine. L'équilibre et la diversité des micro-organismes occupant le microbiote intestinal, organe clé du corps humain, sont essentiels pour le maintien d'un bon état de santé. L'humain est ainsi le résultat d'une coévolution avec les micro-organismes, c'est un superorganisme se définissant tant par son génome que son métagénome. Une prise de conscience progressive de la relation symbiotique que les micro-organismes et les

humains entretiennent est en marche. Il en découle une redéfinition du risque microbien : les micro-organismes sont des dangers potentiels, mais ils offrent aussi des promesses et des potentialités. Les actions, usages, comportements, mesures ou pratiques découlant de l'imaginaire post-pastorien s'orientent vers cette réhabilitation mesurée des micro-organismes. Une « entrée sélective » et consciencieuse est préconisée afin de favoriser l'action et la prolifération de « bons » micro-organismes, de préserver l'équilibre et la diversité du microbiote, et d'éliminer les « méchants » micro-organismes potentiellement pathogènes.

Finalement, l'imaginaire post-pastorien s'apparente à une prise de conscience que l'élimination de l'agent microbien pourrait causer notre perte. Il appelle à une reconsidération de la vision anthropocentrée de l'imaginaire pastorien ayant totalement oblitéré le rôle déterminant du monde microbien et ses interrelations avec l'humain. L'imaginaire post-pastorien conteste l'association pastorienne trop simpliste entre « micro-organisme » et « pathogène » et appelle à composer *avec* les micro-organismes et non *contre* eux. Ainsi un juste équilibre entre la lutte contre les maladies infectieuses et la préservation de l'écosystème humain-microbien est à trouver afin que l'humain puisse assurer sa survie.

Les tableaux suivants présentent une synthèse des six nouvelles significations s'inscrivant à la jonction des systèmes de valeurs de l'imaginaire pastorien et post-pastorien, et du répertoire de pratiques qu'elles engendrent.

Tableau 6. 1 : Significations et systèmes de valeurs des imaginaires pastorien et post-pastorien

	Imaginaire pastorien	Imaginaire post-pastorien
Le microbiote intestinal	L'intestin est une simple composante de notre système digestif.	Le microbiote intestinal est l'organe clé de voûte de l'organisme. C'est un habitat naturel abritant une large communauté, complexe et dynamique, de micro-organismes. Il façonne notre physiologie et a un rôle essentiel pour notre santé et notre bien-être. ⇒ Il faut mieux le connaître.
La santé et les maladies	Le passage du sain au pathogène se fait, dans le cas des maladies infectieuses, par l'infection ou la contamination. Santé = absence d'infection Maladie (infectieuse) = présence d'infection. ⇒ Il faut éliminer le risque microbien.	Le passage du sain au pathogène se fait en cas de déséquilibre et de manque de diversité du microbiote intestinal. Santé = équilibre et diversité du microbiote intestinal. Maladie = déséquilibre et pauvreté du microbiote intestinal. Le microbiote intestinal est un biomarqueur de cet état de santé. ⇒ Il faut prendre soin de nos microbiotes afin d'assurer leur équilibre et leur diversité. ⇒ Une reconsidération des pratiques pastorales est recommandée ⇒ Une nouvelle conception de la maladie est possible : certaines d'entre elles seraient dues aux microbiotes.
Les micro-organismes	Ils sont dans notre environnement. Ils forment une entité perçue comme dangereuse. ⇒ Il faut faire en sorte qu'ils ne pénètrent pas dans notre corps. Nous sommes en contact frontal avec eux en cas de contamination. Ils représentent un risque : ce sont des dangers en puissance.	Ils sont partout : en nous, sur nous et autour de nous. Ils sont une infinité et sont perçus comme des potentialités. Nous sommes en perpétuel contact avec eux : dès la naissance, jusqu'à notre mort. Certains sont dangereux, mais la majorité d'entre eux sont inoffensifs et jouent un rôle capital. Ce sont nos « amis », nos « alliés ». On distingue les « bonnes bactéries » des

	⇒ Il faut tout mettre en place pour contrôler, neutraliser et éradiquer le monde microbien qui représente un danger en puissance.	« mauvaises bactéries ». Ce sont des dangers et/ou des guérisseurs en puissance. Les micro-organismes sont les chefs d'orchestre de notre santé. Ils sont constamment en action pour nous protéger d'une attaque de micro-organismes pathogènes. ⇒ Il faut favoriser le développement des « bons » micro-organismes, puisqu'ils nous aident à nous prémunir d'une attaque des « mauvais » micro-organismes.
Les relations humains-micro-organismes	Humains et micro-organismes entretiennent deux types de relation : commensale (sans préjudice ni avantage évident) et pathogène (l'un cause un dommage à l'autre). ⇒ Il faut éviter les relations pathogènes.	Humains et micro-organismes sont en interaction constante. Un nouveau type de relation est mis à jour : la relation symbiotique (mutualiste et bénéfique). Elle garantit l'équilibre et l'homéostasie du microbiote intestinal. Le microbiote est l'interface de cette relation humain/micro-organismes. ⇒ Il faut préserver cet écosystème et sauvegarder cette relation symbiotique.
La définition de l'être humain	Les humains sont des <i>homo sapiens</i>, ils sont au sommet de l'évolution et sont supérieurs aux micro-organismes. ⇒ Il faut dominer ce monde microbien qui pourrait causer notre perte.	Le corps contient dix fois plus de micro-organismes que de cellules humaines. Les humains forment un tout avec les micro-organismes : ils sont le résultat d'amalgames, de fusion, d'une coévolution. Cette intrication avec les micro-organismes se traduit dans l'empreinte génétique : nous nous définissons par notre génome et notre métagénome. L'être humain est un superorganisme. Un <i>homo microbis</i>. ⇒ Il faut intégrer cette nouvelle définition de l'humain dans nos pratiques et nos conceptions du monde.
Démarche de recherche	Étudier le monde microbien : vers le microscopique. ⇒ Il faut connaître le monde microbien pour en assurer la gestion et la neutralisation.	Étudier le monde microbien, humain et leur environnement : du microscopique au macroscopique et du macroscopique au microscopique. ⇒ Il faut voir et aller « au-delà », rechercher le commun et mettre en commun.

Tableau 6.2 : Les répertoires de pratiques des imaginaires pastorien et post-pastorien

Les mesures d'éradication découlant de L'IMAGINAIRE PASTORIEN		Les mesures d'entrée sélective découlant de L'IMAGINAIRE POST-PASTORIEN	
Mesures sociales	Éviter la prolifération des micro-organismes :	Favoriser le développement de « bonnes bactéries » :	
	• Normes d'hygiène alimentaire : cuisson des aliments, réfrigération, pasteurisation, nettoyage systématique... • Normes d'hygiène personnelle : se laver, se désinfecter...	• Ingérer des bactéries vivantes : consommation régulière de probiotiques • Consommation d'aliments « santé » : aliments fermentés, crucifères, prébiotiques, produits naturels de qualité, viande issue d'élevage sans antibiotique, • Limitation de la nourriture industrielle faible en fibres et riche en sucre.	
Mesures médicales	Éliminer le risque microbien :	Guérir par les micro-organismes et préserver l'équilibre du microbiote :	
	• Traitements antibiotiques (avec parcimonie afin de garantir leurs efficacités). • Normes d'hygiène hospitalière : port de blouses, de gants, utilisation de gel antiseptique, désinfections systématiques, stérilisation... • Vaccins, traitements anti-infectieux	• Traitement par transplantations fécales • Ciblage des micro-organismes à éliminer ; ou au contraire réensemencement du microbiote intestinal. (En cours de développement) : ○ Médecine personnalisée grâce à des tests diagnostiques et des traitements « sur mesure » • Limitation des traitements antibiotiques.	

6.3 Rupture et dialogue entre ces deux imaginaires

Cette section présente les principaux constats d'analyse et discute des résultats.

Alors que l'imaginaire pastorien considère le monde microbien comme un monde potentiellement dangereux qu'il faut éliminer et neutraliser, l'imaginaire post-pastorien le reconsidère et prône sa réhabilitation. Comme l'indique le préfixe choisi (« post »), un mouvement s'établit entre ces deux imaginaires : le second s'inscrit dans la postérité du premier, il se construit sur les fondements de l'imaginaire pastorien. La question de la perméabilité de ce mouvement se pose alors : ces deux imaginaires établissent-ils une rupture radicale (6.3.1) ou un dialogue ouvert (6.3.2) ?

6.3.1 Rupture : du microbe au microbiote

Tout comme Paxson (2008) distinguait la culture pastorienne de la culture post-pastorienne, nous marquons la construction d'un imaginaire alternatif offrant une nouvelle compréhension du rapport humain/micro-organismes en distinguant l'imaginaire pastorien de l'imaginaire post-pastorien. Ces deux imaginaires offrent des visions différentes et présentent de nombreux parallélismes.

Les imaginaires pastorien et post-pastorien prennent tous deux racine dans la naissance d'une nouvelle science. L'imaginaire pastorien émerge avec la naissance de la microbiologie et la découverte du microbe. L'imaginaire post-pastorien se construit avec la naissance de la métagénomique et la découverte du microbiote intestinal. De nouveaux paradigmes voient le jour, de nouvelles conceptions de la maladie font surface, ces domaines de recherche s'institutionnalisent et se développent. Ils suscitent des controverses, attisent l'intérêt des industriels. Ils dévoilent à leur manière le monde microbien, suscitent l'élaboration de politiques sanitaires et sociales adaptées, et fondent de nouvelles compréhensions anthropologiques et philosophiques de ce qu'est l'être humain. Du microbe au microbiote, de l'éradication

à la culture et au réensemencement des micro-organismes, du microbe pathogène aux micro-organismes prometteurs, du développement des vaccins et antibiotiques aux développements des probiotiques et des transplantations fécales, de l'humain considéré comme le sommet de l'évolution à la définition de l'humain comme superorganisme (*homo sapiens* et *homo microbis*), deux imaginaires sociaux prennent forme et pourraient sembler imperméables. Deux images nous paraissent représenter cette rupture : 1) notre microbiote intestinal est habité par des milliers de micro-organismes, bons ou mauvais, jouant un rôle actif pour notre santé ; 2) notre corps est constitué de beaucoup plus de micro-organismes que de cellules.

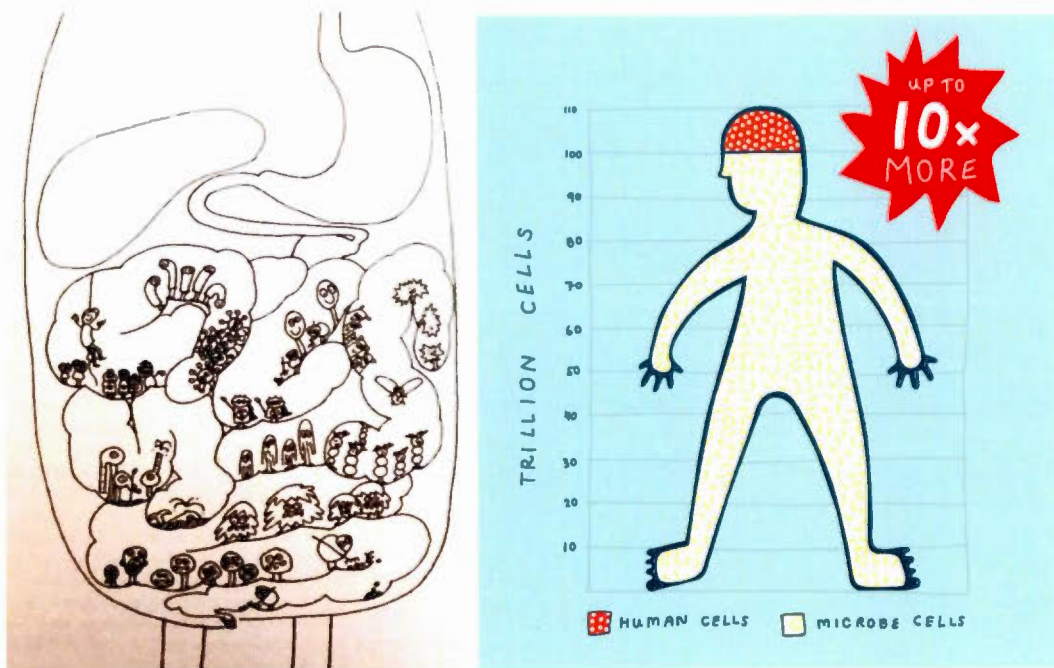


Figure 6.9 : Deux images fortes de l'imaginaire post-pastorien

Sources : Enders (2015:186) à gauche, (Knight 2015) à droite.

6.3.2 Dialogue et ouverture

Toutefois, alors que l'imaginaire post-pastorien se construit sur les faiblesses de l'imaginaire pastorien, il semble qu'un dialogue, qu'une coexistence entre ces deux imaginaires soit requis.

Tout d'abord, nous avons observé lors de notre analyse, et plus spécifiquement lors de l'étude du répertoire de pratiques des imaginaires sociaux, que le contenu des corpus n'était jamais radicalement du côté d'un imaginaire ou de l'autre. La plupart du temps, les pratiques préconisées forment un savant mélange entre les deux imaginaires. En effet, l'indication de comportements radicaux — comme de cesser toute forme d'hygiène pour laisser les micro-organismes vivre leur vie, ou au contraire de pratiquer une hygiène à outrance, pour éviter toute prolifération —, pourrait s'avérer dangereuse. Sur le schéma suivant⁸⁵, nous avons situé les différentes politiques préconisées par les imaginaires pastorien et post-pastorien en fonction de leur conception des micro-organismes et du niveau de radicalité des pratiques qu'ils encouragent.

⁸⁵ Cette visualisation des résultats s'inspire de l'analyse de Levy et Spicer (2013) qui identifie, en étudiant les perceptions sur le changement climatique, quatre imaginaires dominants – *fossil fuels forever imaginary* ; *techno-market imaginary* ; *climate apocalypse imaginary* et *sustainable lifestyle imaginary* – en fonction d'une vision fragile ou résiliente de l'environnement et de la volonté d'implanter des changements incrémentaux ou radicaux.

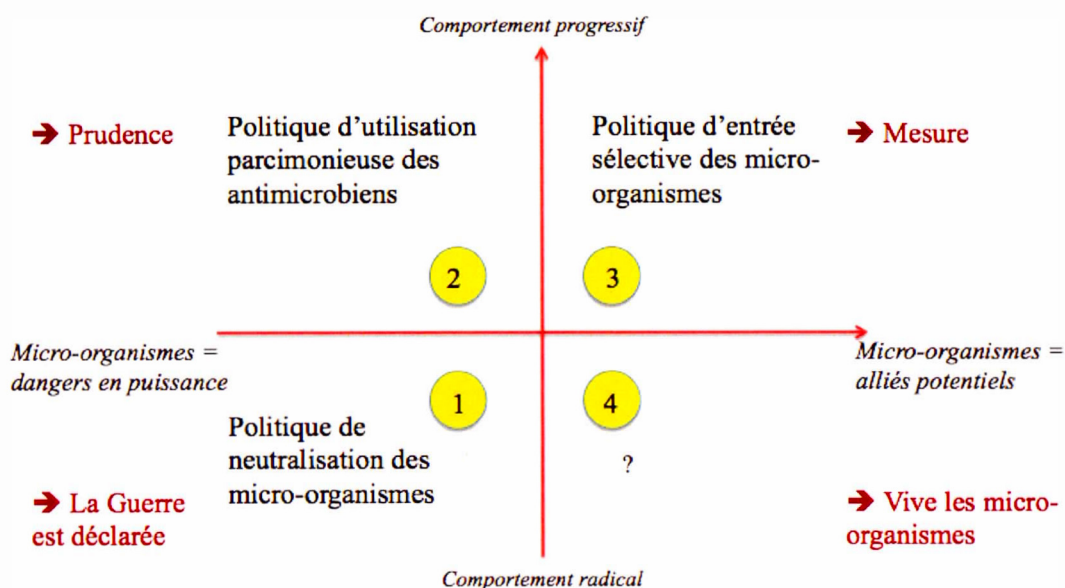


Figure 6.10 : Comportements et perceptions des micro-organismes : politiques et idéologies des imaginaires pastorien et post-pastorien

L’imaginaire pastorien se situe sur la gauche du graphique (1 et 2), en oscillant entre des idéologies de déclaration de guerre et de prudence. L’imaginaire post-pastorien se localise quant à lui non seulement sur la droite du graphique (3 et 4), mais aussi sur la partie supérieure gauche (prudence (2)). Nous notons qu’aucun comportement radical, préconisant une relation sans aucun filtre avec les micro-organismes (4) n’a été identifié dans les corpus.

L’imaginaire post-pastorien semble donc nécessairement en dialogue avec la vision pastorienne, puisqu’il ne fait qu’ajouter une nouvelle dimension aux micro-organismes (ils sont nos alliés potentiels), sans toutefois supprimer leur caractéristique première (ils sont des dangers en puissance). Par ailleurs, ce dialogue entre les deux imaginaires semble à la fois nécessaire (des comportements radicaux causeraient sans doute notre perte), mais également contenu dans l’imaginaire post-pastorien lui-même. En effet, comme on l’a vu notamment avec la démarche de recherche post-pastorienne, cet imaginaire est un imaginaire inclusif, prônant la

symbiose et l'intégration. Puisqu'il se construit sur une vision pastorienne considérée comme trop radicale, il semble refuser par essence de faire table rase du passé. Bien au contraire, c'est justement grâce aux avancées scientifiques d'hier que la perception du risque évolue aujourd'hui.

D'autre part, la constitution d'un dialogue entre ces imaginaires, mais aussi avec d'autres visions, nous semble essentielle au vu de l'enthousiasme que nous avons identifié dans les corpus. En effet, la majorité des publications étudiées semble très admirative des découvertes sur le microbiote intestinal et de leurs implications. Leurs aspects novateurs et révolutionnaires sont largement élaborés et détaillés, mais très peu d'auteurs questionnent cette recherche ou évoquent quelques limitations. Cela nous semble regrettable, à quatre égards.

Tout d'abord, la conception post-pastorienne du microbiote intestinal et des micro-organismes n'explique pas tout ! Une nouvelle perception de la santé est certes élaborée, mais elle ne concerne que certaines maladies (notamment métaboliques, cardiovasculaires, immunitaires, digestives, voire neuropsychiatriques). De plus, la séparation entre les « méchantes » et les « gentilles » bactéries n'est pas si évidente. C'est par exemple, le cas de la bactérie *Helicobacter pylori* qui « cause certes des ulcères et des cancers de l'estomac, mais [qui] est aussi un allié contre le cancer de l'œsophage » (Moutot 2016). Enfin, la recherche sur le microbiote ne donne pas toujours une réponse tranchée à la question suivante : est-ce la pathologie qui cause le déséquilibre du microbiote ou le déséquilibre du microbiote qui cause la maladie ? En somme : « qui est l'œuf et qui est la poule ? » Et qu'en est-il du lien avec les autres facteurs ? La poursuite de la recherche sur le microbiote et sa mise en commun avec d'autres domaines d'expertise médicale semblent ici déterminantes.

Deuxièmement, ce fort engouement et son absence de questionnement nous apparaissent potentiellement dangereux. Jusqu'où peut-on aller avec des explications « microbiotiques » ? La doctorante spécialiste du microbiote Elizabeth Bik répertorie régulièrement sur son fil Twitter les titres d'articles de sites grand public les plus

absurdes, comme ceux liant le microbiote au choix de la file d'attente la plus longue au supermarché... (in Moutot 2016). Dans le même esprit, peut-on imaginer qu'un jour, puisque le microbiote pourrait guider nos comportements et nos émotions, nous puissions nous justifier en disant « ce n'est pas moi c'est mon microbiote » ? Agir ou voter⁸⁶ en suivant notre fameux « *gut feeling* » ?

Troisièmement, l'inquiétude suscitée par cet enthousiasme peu questionné porte également sur le rôle de l'industrie dans cet engouement général pour les découvertes liées au microbiote. Le potentiel de ce marché semble absolument colossal (qui ne voudrait pas assurer sa bonne santé ?) et bien perçu par les géants de l'industrie. Nous l'avons signalé, des acteurs comme Danone, Cargill, Barilla, UBC Pharma, ou encore Porter & Gamble, Nestlé et Monsanto se mobilisent pour financer la recherche et envahir le marché de nouveaux produits liés à la santé du microbiote. L'implication de ces acteurs, (qui étaient également très présents à l'époque pastorienne), et leur rôle dans l'essor du domaine d'activités entourant le microbiote pourraient être plus souvent analysés et relayés, par les médias notamment. Une telle intrication entre les secteurs industriels pharmaceutique, agroalimentaire, et la recherche scientifique, pourrait rappeler la récente mise à jour de l'imposture scientifique, largement soutenue par l'industrie, autour du « bon » et du « mauvais » cholestérol⁸⁷.

Quatrièmement, certaines questions nous paraissant essentielles ne sont pas, ou pas suffisamment à notre sens, relayées dans les corpus que nous avons exploités. La recherche sur le microbiote et le nouvel imaginaire social en construction offrent un éclairage nouveau sur une potentielle révolution dans l'imaginaire social occidental en provoquant une profonde réflexion quant à nos pratiques d'éradication systématique des micro-organismes. Si un tel changement post-pastorien devait avoir

⁸⁶ Beppe Grillo, le fondateur du mouvement Cinq étoiles, appelait récemment les Italiens à voter avec « leurs tripes pour défendre leurs droits et libertés » !

⁸⁷ Sur ce sujet, voir notamment le reportage diffusé sur Arte, chaîne de télévision, *Cholestérol : le grand bluff* (Georget 2016).

lieu dans nos sociétés, quelles en seraient les conséquences sur notre vie de tous les jours et nos habitudes de vie ? Quel est le degré de connaissance que devrait acquérir le grand public pour envisager de changer ses habitudes de vie ? Par ailleurs, serons-nous demain soignés en fonction de l'état de notre microbiote ? Et si la bonne santé de notre microbiote dépend de nos habitudes de vie et de notre alimentation, serons-nous personnellement responsables du maintien d'un « bon » microbiote ? Ou cette responsabilité deviendra-t-elle un enjeu public et sanitaire ? Voire un devoir étatique ? Quel rôle devront avoir les décideurs politiques ? Devront-ils légiférer ? De nouvelles politiques publiques sur la consommation des antibiotiques et leur présence dans l'alimentation des animaux d'élevage verront-elles le jour ? De nouvelles lois sur la préservation des habitudes ancestrales de production de l'alimentation riche en fibres et en bactéries devront-elles être élaborées ? Faudra-t-il établir des règles strictes sur la mise à disposition des nourritures de type « *fast food* » ou des taxes sur leurs ventes ? Faudra-t-il édifier des programmes pour l'éducation des futurs jeunes parents sur ces nouveaux sujets de santé ? La « valeur » et la protection juridique des selles (future carte d'identité, marqueur de l'état de santé et potentiel traitement) devront-elles être repensées ? Et de leur côté, comment les industriels devront-ils participer ? Uniquement par la publicité ? Ou par une contribution active à l'avancement de la science par un investissement massif dans une alimentation plus adaptée ?

Ces questions — que nous laisserons ici en suspens — sont capitales. Elles appellent à de profondes réflexions guidées par une vision globale, décentrée et à long terme.

Conclusion : L'imaginaire post-pastorien, imaginaire de la symbiose

Nous l'avons élaboré dans ce chapitre, l'imaginaire social du rapport humain/micro-organismes se caractérise par deux grands systèmes. 1) L'imaginaire pastorien, qui considère le monde microbien comme un monde potentiellement dangereux qu'il faut domestiquer, contrôler et neutraliser. Le rapport humain/micro-organismes n'est établi qu'en condition conflictuelle et nécessite la mise en place de pratiques belliqueuses d'éradication. 2) L'imaginaire post-pastorien, qui reconsidère cette vision des micro-organismes et prône leur réhabilitation mesurée et réfléchie. Le rapport humain-micro-organismes est ici envisagé (avec un trait d'union) comme la composante d'un écosystème dont l'équilibre est déterminant puisqu'il assure notre survie et détermine ce que nous sommes par essence. Notre hypothèse de départ est ainsi confirmée.

Bien qu'offrant deux visions du monde bien distinctes, ces deux imaginaires dialoguent, se complètent et cohabitent. L'imaginaire pastorien semble s'appuyer sur une conception lacunaire, mais néanmoins réelle du micro-organisme. L'imaginaire post-pastorien offre lui une vision plus large, visant notamment à réparer les méfaits de l'imaginaire pastorien, mais est encore en voie de construction et de consolidation.

Finalement, alors que la vision pastoriennne avait pour objectif de développer un vaccin par bactérie pathogène et a eu pour conséquence de mettre à mal l'écologie microbienne (notamment de notre organisme), l'imaginaire post-pastorien semble animé par une volonté de réparer les dommages de cette conception passée et de protéger notre écosystème par une « écologie restauratrice ». L'imaginaire post-pastorien est l'imaginaire de la symbiose, il prône une philosophie visant à voir « au-delà », à mettre en commun, et à mutualiser les ressources afin de bénéficier d'un équilibre stable et pérenne. À l'image de la situation écologique actuelle, la destruction des ressources et l'influence de l'humain sur la biosphère ont atteint des

limites inégalées. Les traces laissées par les activités humaines sur la diversité terrestre, et microbienne, doivent laisser place à une restauration des écosystèmes. Nous avons tout à y gagner.

CONCLUSION

SYNTHÈSE, LIMITES ET PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

La veille microbiologique de notre organisme est permanente. *Si vis pacem, para bellum*. C'est sous ce paradoxe que s'est forgé notre système immunitaire : « vaincre l'ignorance, apprendre la tolérance, ajuster la réponse à la gravité de la délinquance », c'est le défi sociétal que nous imposent les microbes. (Sansonetti 2009)

Notre recherche propose une réflexion autour du rapport qu'entretiennent l'humain et les micro-organismes. Alors que les micro-organismes font partie intégrante de notre vie (ils vivent sur nous, en nous et autour de nous, depuis le jour de notre naissance et jusqu'à notre mort), la perception du rapport que nous entretenons avec eux est ambiguë et conflictuelle. En parvenant à les identifier, à les domestiquer et à les maîtriser, l'essor de la microbiologie au XIX^e siècle a eu des conséquences déterminantes pour l'humanité. Néanmoins, la politique d'éradication systématique du monde microbien qui en a découlé, bien que victorieuse à de nombreux égards, présente un certain nombre de faiblesses. Depuis les années 2000, la recherche sur le microbiote intestinal humain est porteuse de promesses face au scénario sanitaire alarmant que nous connaissons actuellement (résistance microbienne, développement de « superbactéries », antibiorésistance, épidémies de diabète et d'obésité, surpoids...). Elle apporte des éléments permettant d'espérer de meilleures compréhensions, voire des pistes de guérison, de maladies chroniques par la réhabilitation de certains micro-organismes. Cette recherche fait émerger de nouveaux savoirs induisant de nouvelles perceptions et invitant à ajuster la réponse apportée à « ce défi sociétal que nous imposent les microbes » (*Ibid*).

L'étude des principaux canaux et réseaux de développement (menée à l'aide d'une analyse documentaire) et des publications de la recherche sur le microbiote (à l'aide d'une analyse bibliométrique) a permis de montrer que la recherche sur le

microbiote intestinal est en émergence. En s'appuyant sur des projets d'envergure et en mobilisant un réseau international d'acteurs dynamiques, ce domaine de recherche est en voie d'institutionnalisation. Il tend à s'autonomiser et à prendre une importance considérable au sein de la recherche internationale.

Les découvertes de ce domaine tendent à questionner la perception traditionnelle, issue de la révolution microbiologique, que nous avons des micro-organismes. Pour décrypter la construction de cette nouvelle perception, nous avons mobilisé le cadre théorique des imaginaires sociaux. Ces derniers sont définis comme l'horizon de référence, l'ensemble de significations, de savoirs, de croyances ou de représentations partagés par les membres d'une société, qui permet de donner du sens (des systèmes de valeurs) et de guider nos actions (en fournissant des répertoires de pratiques). Grâce à une analyse de contenu réalisée à partir de corpus constitués d'articles de presse et de publications scientifiques relayant les découvertes issues de la recherche sur le microbiote intestinal humain, nous avons montré la construction de deux grands systèmes de l'imaginaire social du rapport entre l'humain et les micro-organismes. Nous les qualifions d'imaginaires pastorien et post-pastorien.

L'imaginaire pastorien — tel qu'il est reconstruit dans les corpus étudiés — considère que les micro-organismes sont des nuisibles qu'il faut exclure à tout prix de la vie humaine, puisque tout contact avec eux peut susciter des infections et des contaminations potentiellement mortelles. Le rapport entre l'humain et les micro-organismes n'est envisagé qu'en condition conflictuelle et nécessite l'établissement de pratiques belliqueuses d'éradication. Il s'oriente vers un unique objectif : protéger l'humanité de ce danger en puissance. *L'imaginaire post-pastorien* se construit, quant à lui, en opposition et dans la postérité de l'imaginaire pastorien, et prend racine dans les découvertes scientifiques sur le microbiote. Selon cet imaginaire, les micro-organismes doivent être considérés comme des êtres avec lesquels nous sommes en contact perpétuel. Ils peuvent être dangereux, mais ils jouent également un rôle capital pour le développement et le maintien de la santé humaine. L'équilibre et la diversité des micro-organismes occupant le microbiote intestinal, organe clé du corps

humain, sont essentiels pour le maintien d'un bon état de santé. Le rapport entre l'humain et les micro-organismes est ici envisagé comme la composante d'un écosystème dont l'équilibre est déterminant puisqu'il assure notre survie et définit ce que nous sommes par essence. Une « entrée sélective » et consciencieuse des micro-organismes est préconisée.

Finalement, notre analyse met en lumière la cohabitation de ces deux imaginaires. Bien que l'imaginaire post-pastorien s'inscrive apparemment en rupture de l'imaginaire pastorien, il offre une vision alternative. En reconsidérant la perception du risque microbien, l'imaginaire post-pastorien dialogue avec l'imaginaire pastorien et prône un ajustement de la régulation pastorienne de l'ordre social.

En définitive, il nous semble essentiel et souhaitable que cet imaginaire post-pastorien en construction n'opère pas une révolution complète de notre imaginaire social. En effet, il paraît opportun de conserver les avancées et les savoirs de la vision pastorienne ayant permis de supprimer un certain nombre de fléaux, tout en s'en servant comme levier pour élaborer et réajuster nos pratiques et nos habitudes de vie. Par ailleurs, l'ampleur des découvertes insufflées par la recherche sur ce monde nouveau nous a surprise et passionnée. L'ensemble de notre vie sociale est concerné, de nos simples habitudes quotidiennes à la perception globale de notre existence au sein d'un écosystème tout aussi puissant que fragile. Cependant, nous appelons à une certaine prudence et à un esprit critique : certes le microbiote semble un médium idéal de communication et de compréhension de l'imaginaire post-pastorien pour le grand public, mais soyons clairvoyants face à des détournements ou des simplifications trop hâtives visant à tout expliquer ou justifier par le microbiote.

Plusieurs limites ressortent de notre étude. Tout d'abord, notre objet, la recherche sur le microbiote intestinal humain, étant en pleine émergence, nous avons été confrontée à deux problèmes : d'une part, la littérature STS traitant de ce sujet

était limitée lorsque nous avons commencé nos recherches ; et parallèlement, il a fallu intégrer au fil du processus de rédaction une littérature scientifique (en médecine, immunologie, microbiologie, etc.), souvent ardue, abondante et enrichie chaque mois.

Ensuite, le cadre théorique des imaginaires sociaux présente certaines difficultés. Ce cadrage est souvent abstrait, il ne fait pas toujours l'objet de consensus clair parmi les auteurs, et est complexe à opérationnaliser. Un travail de synthétisation de la littérature et de conceptualisation a alors été réalisé afin de proposer une piste d'opérationnalisation de l'imaginaire social.

Par ailleurs, les techniques de recueil de données utilisées comportent certaines limites inhérentes et inévitables. Tout d'abord, bien que nous ayons atteint le principe de saturation, le recueil des sources pour l'analyse documentaire comporte, comme toute recherche ayant une visée exploratoire, une dimension subjective. De plus, la constitution des corpus pour les analyses bibliométriques et de contenu repose sur des choix méthodologiques comportant certaines faiblesses : les bases de données utilisées sont lacunaires, les requêtes par mots clé sont nécessairement limitatives et le fait de se concentrer sur des descripteurs en anglais ou en français, durant une période limitée est réducteur. Plus spécifiquement, les corpus exploités pour l'analyse de contenu ne donnent pas accès au contexte, au sous-texte, au langage non verbal, aux ressentis des auteurs ou aux témoignages directs des acteurs sociaux. Bien que nous ayons trouvé des « traces » de l'imaginaire social dans les corpus, nous n'avons pas pu apprécier, en temps réel, le développement de ces imaginaires, ni en analyser la teneur et l'imprégnation dans l'esprit de la société. Toutefois, l'analyse nécessitait, pour des raisons de faisabilité, de faire des choix, et elle parvient finalement aux objectifs fixés.

Enfin, nous nous sommes risquée à d'éventuels biais lors du traitement et de l'interprétation des données. D'une part, l'analyse de contenu et le codage des corpus qu'elle nécessite lors de la phase d'exploitation du matériel demandent une certaine interprétation du chercheur. D'autre part, il nous faut mentionner notre manque de neutralité pour cet objet de recherche. En effet, depuis notre découverte de la

recherche portant sur le microbiote intestinal (en 2006), ce sujet a suscité notre curiosité et notre intérêt. Nous avons alors pu constituer notre propre réflexion au point d'avoir décidé d'y consacrer ce mémoire de maîtrise (en 2014). Pour éviter tout risque de subjectivité ou biais de confirmation, c'est-à-dire pour éviter de « diriger [notre] attention en priorité — voire exclusivement — vers les informations qui confirment nos hypothèses ou nos connaissances antérieures » (Gavard-Perret et al. 2012 : 170), nous avons adopté une posture disciplinaire et rigoureuse tout au long de nos analyses. Celle-ci nous a permis de nous méfier de nos préjugés et de nos propres hypothèses dans l'interprétation des documents (Dépelteau 1998 : 314) afin de retranscrire fidèlement l'esprit des contenus analysés et de laisser les hypothèses émerger d'elles-mêmes.

En guise de conclusion, nous proposons deux pistes de recherche qui pourraient poursuivre ce travail. La première vise à approfondir l'étude bibliométrique en réalisant une analyse portant à la fois sur un plus gros volume de publications (grâce à des outils informatiques adaptés), et sur d'autres types de sources tels que les « altmetrics » (comme le nombre de téléchargements d'articles sur des plateformes de libre accès, les fils Tweeter, les liens sur les réseaux sociaux, ou encore la couverture médiatique en ligne). Ce type d'analyse pourrait permettre de confirmer notre résultat d'analyse identifiant une véritable émergence et institutionnalisation de la recherche sur le microbiote intestinal, mais également de le compléter, grâce à des indicateurs plus divers.

La seconde piste suggérée vise à poursuivre l'analyse des imaginaires sociaux à l'aide d'entrevues dirigées ou semi-dirigées. Différentes personnes pourraient nous renseigner sur leur perception du monde microbien, et plus globalement sur leur conception du rapport que l'humain et les micro-organismes entretiennent. Nous pensons notamment à des scientifiques, des médecins, des personnels soignants, des individus de différents milieux socio-professionnels et de différentes tranches d'âge, des personnes travaillant dans les industries pharmaceutiques et agroalimentaires, ou

encore des responsables politiques. En réalisant ce type d'entrevues, il serait alors possible de contextualiser les conceptions, les significations, et les pratiques des différents acteurs. Ceci pourrait permettre de comprendre à la fois où en est ce changement de perception dans les imaginaires sociaux, et d'apprécier les tensions et les cohabitations des imaginaires pastorien et post-pastorien en fonction des différents contextes. De plus, il serait alors possible de questionner l'homogénéité des discours des différents acteurs sociaux, d'apprécier les différents déplacements de la perception du risque microbien, et plus largement, d'analyser les conséquences de ces nouvelles significations sur une redéfinition de ce qu'est « l'être humain » et sur sa place au sein de l'écosystème humain-micro-organismes.

ANNEXE A : DATES ET LIEUX DE FONDATION DES INSTITUTS DU RÉSEAU INTERNATIONAL DES INSTITUTS PASTEUR

Années	Lieux
1887	Paris — France
1891	Hô Chi Minh Ville — Viet Nam
1893	Tunis — Tunisie
1894	Alger — Algérie
1894	Lille — France
1895	Nha Trang — Viet Nam
1898	Madagascar
1900	Bruxelles — Belgique
1911	Tanger — Maroc
1919	Institut Pasteur Hellénique à Athènes — Grèce
1920	Téhéran — Iran
1921	Institut Cantacuzène — Roumanie
1923	Dakar — Sénégal
1923	Institut national d'hygiène et d'épidémiologie de Hanoi — Viet Nam
1923	Saint-Petersbourg — Russie
1938	Institut Armand Frappier — Laval – Canada
1940	Cayenne — Guyane Française

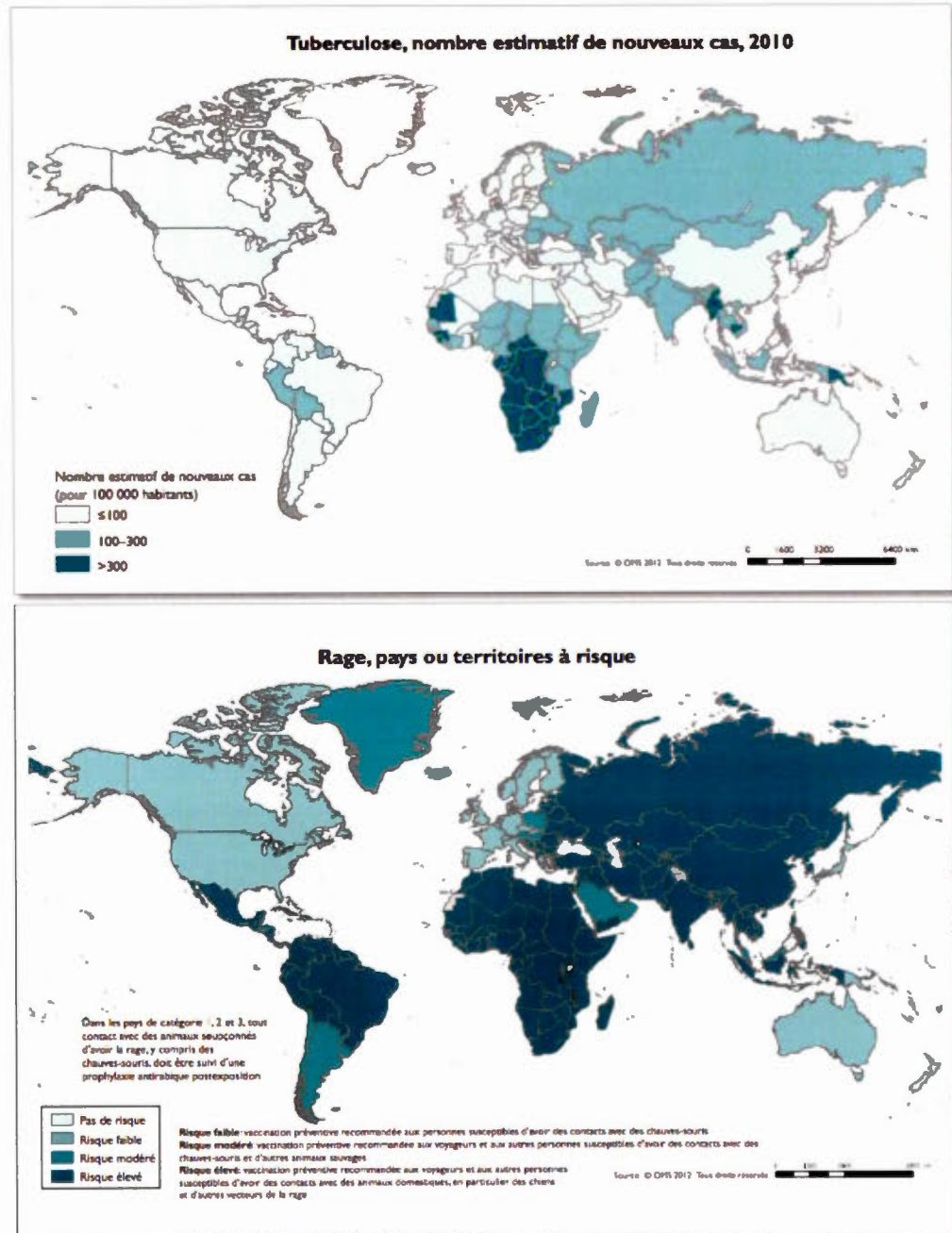
Source : Institut Pasteur (2008:114)

ANNEXE B : LES INSTITUTS PASTEUR DANS LE MONDE



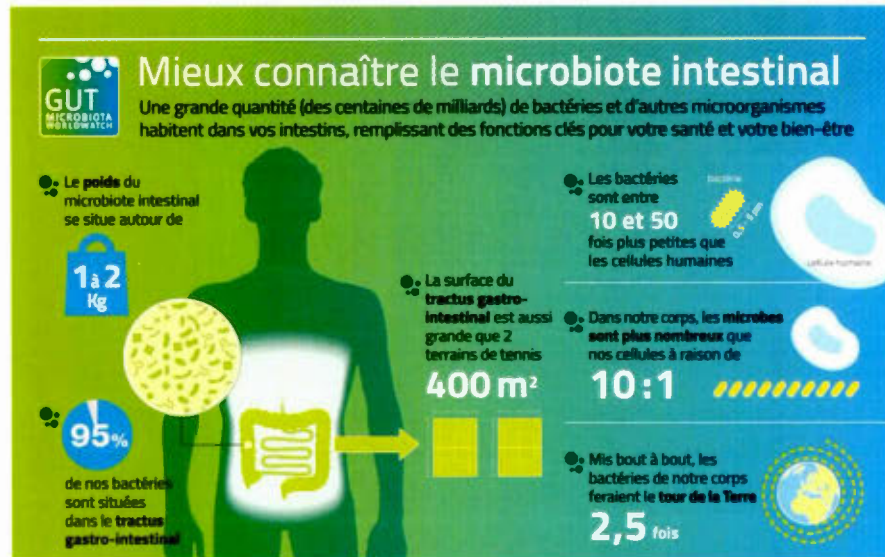
Source : Institut Pasteur (2008:115)

ANNEXE C : RECRUDESCENCE DES MALADIES INFECTIEUSES COMME LA TUBERCULOSE OU LA RAGE



Source : OMS (2015 b)

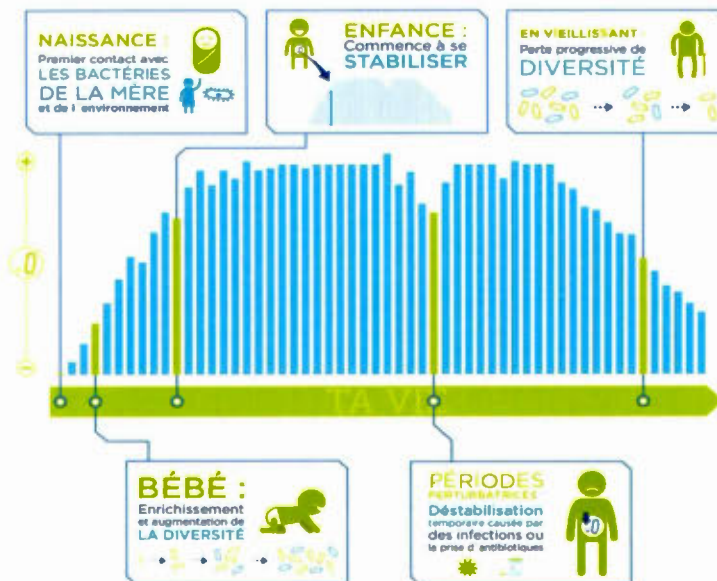
ANNEXE D : INFOGRAPHIES SUR LES DÉCOUVERTES SCIENTIFIQUES LIÉES AU MICROBIOTE



Source : European Society of Neurogastroenterology and mobility (2012)

ÉVOLUTION DU MICROBIOTE INTESTINAL

— au cours de la vie —



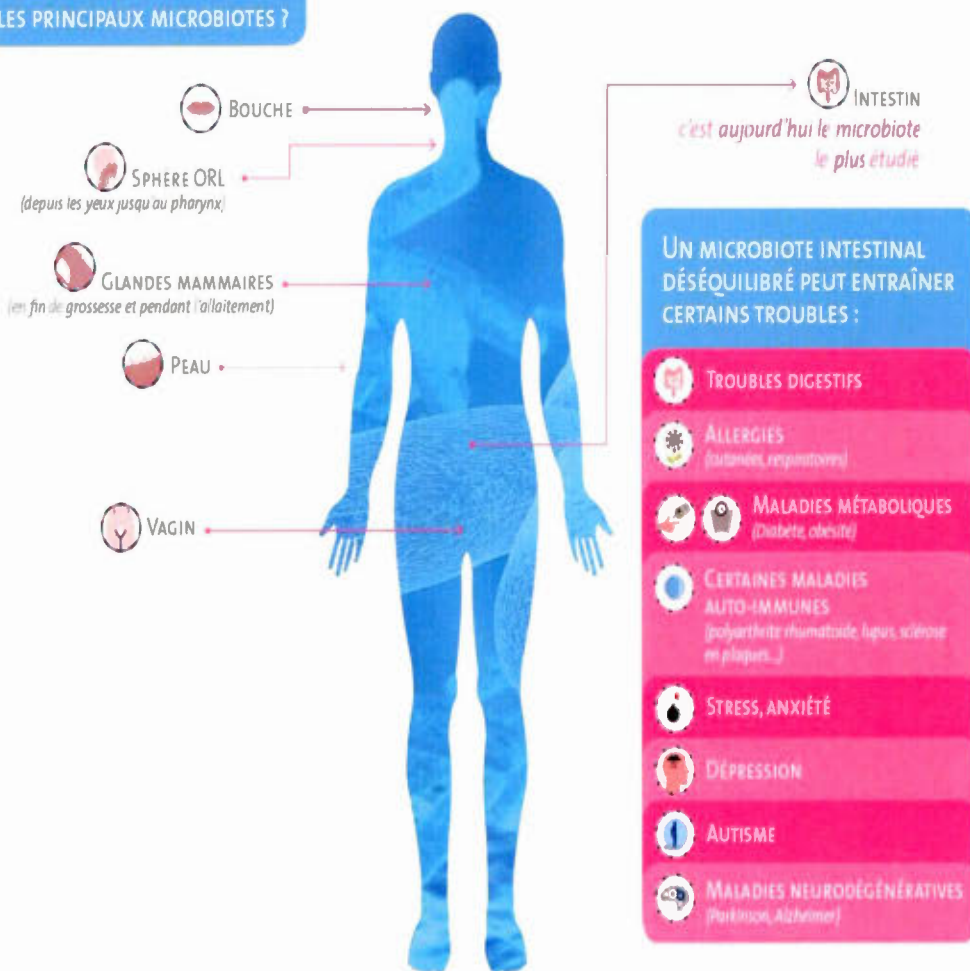
Novembre 2015

Source : GMFH Editing Team (2015)

Ces bactéries qui vous veulent du bien !

L'organisme humain est composé à 90% de bactéries. Ces bactéries sont organisées en communautés appelées « microbiotes », qui ont un lien étroit avec votre état de santé.

OÙ SONT SITUÉS LES PRINCIPAUX MICROBIOTES ?



Source : probiotiques-sante.fr (2016)

ANNEXE E : REGROUPEMENTS ET DÉFINITIONS DES ITEMS COMPOSANT LES IMAGINAIRES SOCIAUX

Les représentations, images, figures et symboles : Ces items permettent de rendre sensible, d'évoquer quelque chose, de rendre visible. Ils procèdent à des opérations de représentation, de reproduction, de mise en relation entre un signifiant (matériel) et un signifié (abstrait).

Les mythes, rêves, récits, contes, légendes ou rumeurs : Ces items sont les fictions, les mythologies, qui racontent des histoires mettant en scène des « personnages divins ou humains, servant à traduire de manière symbolique et anthropomorphique des croyances sur l'origine, la nature et la fin de phénomènes cosmologiques, psychologiques, historiques » (Wunenburger 2003:7). Ce sont des narrativités représentatives des perceptions, des angoisses, des fantasmes et des désirs présents dans les sociétés. L'analyse des mythes est une des pistes privilégiées par les analystes pour décrypter les imaginaires sociaux. En effet, les mythes offrent des modèles de comportements en donnant « un sens au monde et une valeur à l'existence » (Eliade 1995). Qu'ils soient anciens (comme la Genèse ou la mythologie grecque) ou modernes (véhiculés par le cinéma avec James Bond ou Marilyn Monroe, par des objets comme la poupée Barbie ou la Citroën DS)⁸⁸, les mythes guident les individus et les aident à répondre à leurs interrogations.

Les savoirs, croyances, perceptions et opinions : Ces items sont des descriptions, des explications, des évaluations ou des appréciations, avérées ou non, qui structurent les systèmes de pensée. Ils peuvent être légitimes ou non, basés sur des savoirs scientifiques ou experts, des expériences (empiriques), ou sur des croyances, des intuitions ou des jugements (Charaudeau 2007).

Les pratiques, conduites et rituels : Ces items renvoient aux applications, aux mises en actions, aux conduites sociales. Ils incluent toutes pratiques et usages sociaux. Pour Popovic (2008), ces items sont un des modes de sémiotisation de la réalité qu'il qualifie de *théâtralité de l'imaginaire*, visibles dans les cérémonials privés, politiques, culturels, militaires, les célébrations, les rituels, les parades, les gestuelles, les scénographies sociales, etc. L'analyse de ces items est très utilisée pour l'étude de l'imaginaire social de la vie quotidienne, dont Michel Maffesoli est un des précurseurs.

Les idéologies et utopies : Ces items sont des interprétations globales du monde invitant les individus à épouser des idées, des sentiments et des modes de pensées en lien avec leurs intérêts réels ou supposés (Legros 2006). Les idéologies dirigent

⁸⁸ Voir notamment Barthes (1957) ; Morin (1956) ; Eliade (1995).

l'action vers la conservation de l'ordre existant, alors que les utopies visent quant à elles à agir pour le transformer (Mannheim). Pour Patrice Flichy, s'inscrivant dans la lignée de Paul Ricœur, l'imaginaire social est en perpétuelle tension entre ces deux items, entre stabilité et changement (Flichy 2001:66).

ANNEXE F : LISTE DES RÉFÉRENCES UTILISÉES POUR L'ANALYSE
DOCUMENTAIRE EXPLORATOIRE

- Ackermann, Gail, Katie Amato, Donna Berg-Lyons et al. 2013. *Preliminary Characterization of the American gut population*. États-Unis : American Gut. Récupéré le 14 avril 2015 de <http://americangut.org/wp-content/uploads/2016/02/mod1_main.pdf>.
- Adam, V, L Revol-Marzouk et A-M Granet-Abisset. 2011. « Colloque : La contamination : lieux symboliques et espaces imaginaires ». Communication. *Corps et médecine* juin 2011. Récupéré le 13 avril 2014 de <<http://corpsetmedecine.hypotheses.org/3293>>.
- Alberganti, Michel. 2016. « Notre intestin est-il le pilote de notre santé ? » *Science publique*. Paris : France Culture. 1^{er} avril 2016. Récupéré le 23 décembre 2016 de <<https://www.franceculture.fr/emissions/science-publique/notre-intestin-est-il-le-pilote-de-notre-sante>>.
- Arthur, Benjamin, Rob Stein et NPR. 2013. *The invisible universe*. 4 novembre 2013. Récupéré le 14 avril 2015 de <<http://www.npr.org/sections/health-shots/2013/11/01/242361826/exploring-the-invisible-universe-that-lives-on-us-and-in-us>>.
- Bach, Jean-François. 2002. « The effect of infections on susceptibility to autoimmune and allergic diseases ». *New England Journal of Medicine*, vol. 347, no 12, p. 911 - 920.
- . 2006. « Comment expliquer que l'amélioration de l'hygiène provoque une augmentation fréquente des maladies auto-immunes/allergiques ? » *Rencontres scientifiques de Nutrition de l'Institut Danone*, vol. XV.
- Beaugerie, Laurent. 2012. « Traiter la maladie de Crohn en changeant nos bactéries ? » *Le Figaro* (Paris), 31 mai 2012, Santé actualité édition.
- Begley, Sharon. 2013. « Why we need germs ». *The Saturday Evening Post*, mars 2013, Édition en ligne. Récupéré le 14 avril 2015 de <<http://www.saturdayeveningpost.com/2013/02/26/in-the-magazine/health-in-the-magazine/good-bacteria.html>>.
- Ben Ytzhak, Lydia et Yaroslav Pigenet. 2014. « Microbiote : des bactéries qui nous veulent du bien ». *CNRS Le Journal* (France), 30 juillet 2014, Édition en ligne. Récupéré le 14 avril 2015 de <<https://lejournale.cnrs.fr/articles/microbiote-des-bacteries-qui-nous-veulent-du-bien>>.
- Benedetti, Laurence. 2015. « Microbiote intestinal, la santé du futur... » *Les Échos de la micronutrition* (France), 2015, Institut Européen de Diététique et Micronutrition édition.
- Berche, Patrick. 2012. « Impact des perturbations du microbiote sur l'incidence de

- certaines pathologies ». Dans *Séance thématique inter-académique sur la résistance aux antibiotiques : une impasse thérapeutique*, 38 p., 21 Novembre 2012. Val de Grâce.
- Bernanose, P. 2011. « L'abus d'antibiotiques nous prive aussi des bonnes bactéries ». Blog. *Santé blog. Le blog des professionnels de santé*. 31 août 2011. Récupéré le 23 mars 2014 de <<http://blog.santelog.com/2011/08/31/labus-dantibiotiques-nous-prive-aussi-des-bonnes-bacteries-nature/>>.
- Blaser, Martin. 2011. « Stop the killing of beneficial bacteria ». *Nature*, vol. 476, p. 393- 394.
- . 2014. *Missing microbes: how the overuse of antibiotics is fueling our modern plagues*. États-Unis : Henry Holt and Company, LLC.
- Bloomfield, SF, R Stanwelle-Smith, RW Crevel et J Pickup. 2006. « Too clean, or not too clean: the hygiene hypothesis and home hygiene ». *Clin. Exp. Allergy*, vol. 36, no 4, p. 402- 405.
- Bonaiti, Vincent. 2012. « Importance de la flore microbienne intestinale dans les pathologies humaines ». Thèse de Doctorat. France : Université Claude Bernard - Lyon 1.
- Braly, Jean-Philippe. 2012. « Sans microbes, pas d'immunité efficace ». *La Recherche* (France), 1^{er} octobre 2012.
- . 2013. « La transplantation fécale pour soigner les intestins ». *La Recherche* (France), 1^{er} avril 2013.
- Broad Institute. 2015. « Human Microbiome Project ». *Broad Institute*. Récupéré le 26 juin 2016 de <<https://www.broadinstitute.org/scientific-community/science/projects/microbiome-projects/hmp/human-microbiome-project>>.
- Brody, Jane E. 2014. « We are our bacteria ». *The New York Times* (New York). 14 juillet 2014. Récupéré le 15 janvier 2015 de <<http://well.blogs.nytimes.com/2014/07/14/we-are-our-bacteria/>>.
- Burcelin, Remy. 2010. « Flore intestinale et maladies métaboliques ». Cours Institut Pasteur. Paris : Collège de France - Institut de Médecine Moléculaire.
- Cabut, Sandrine. 2011. « Les enfants prennent trop d'antibiotiques ». *Le Figaro* (Paris), 30 août 2011, sect. Sciences Médecine.
- Caux, Chantai et Louise Guilbert. 2010. « La compréhension de l'antibiothérapie chez des étudiants et des étudiantes en médecine : Enjeux didactiques et sociaux ». *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, vol. 3, no 4, p. 465- 485.
- Cibik, R, F Marcille, G Corthier et J Doré. 2004. « La flore intestinale : mise en place, description et influence du mode d'alimentation ». *Archives de pédiatrie*, vol. 11, p. 573- 575.
- Clément, Karine. 2014. *Le microbiote et la santé humaine : focus sur les maladies métaboliques*. Synthèse conférence. France : Fonds français alimentation et santé.

- Clough, S. 2011. « Gender and the hygiene hypothesis ». *Social Science and Medicine*, vol. 72, no 4, p. 486- 493.
- Cohen, R, E Bingen, J Raymond et D Gendel. 2011. « Résistance aux antibiotiques : un nouveau tournant à ne pas manquer ». *Archives de pédiatrie*, vol. 18, p. 359- 361.
- Collège de France. 2013. « Microbiologie et maladies infectieuses ». *Collège de France*. Récupéré le 13 avril 2014 de <<http://www.college-de-france.fr/site/philippe-sansonetti/#course>>.
- Corthier, Gérard. 2007. « Flore intestinale et santé : quels enjeux ? » *Nutrition clinique et métabolisme*, vol. 21, p. 76- 80.
- Corthier, Gérard. 2014. « Dossier : Microbiote intestinal et obésité ». *Institut Danone*. Récupéré le 18 janvier 2015 de <<http://www.institutdanone.org/objectif-nutrition/microbiote-intestinal-et-obesite/dossier-microbiote-intestinal-et-obesite/>>.
- Denjean, Cécile. 2016. « Le ventre, notre deuxième cerveau ». *Arte. France*. Récupéré le 29 décembre 2016 de <http://boutique.arte.tv//f9476-ventre_notre_deuxieme_cerveau>.
- Doré, Joël. 2011. « Microbiote intestinal normal ? » *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, vol. 195, no 6, p. 1291 - 1293.
- Doré, Joël et Gérard Corthier. 2010a. « Le microbiome intestinal humain ». *Gastroentérologie clinique et biologique*, vol. 34, p. 7- 16.
- . 2010b. « Une nouvelle ère dans le domaine des interactions entre le microbiote et la santé humaine ». *Gastroentérologie clinique et biologique*, vol. 34, p. 1- 16.
- Ebert, G, P Gérard, V Daugé, M Jaglin, L Naudron et Rabot. 2015 « Ces bactéries qui nous gouvernent ». *Pour la science* (France). Janvier 2015.
- Essentiel de la science. 2014 « Notre santé, même mentale, dépendrait des bactéries intestinales ». *Essentiel de la science* (France).
- European Society of Neurogastroenterology and mobility. 2012. « Gut Microbiota Wordwatch ». *Gut Microbiota Wordwatch*. Récupéré le 13 avril 2014 de <<http://www.gutmicrobiotawatch.org/about-us/>>.
- Gardier, Stéphanie. 2014. « Microbiote intestinal, entre espoirs et promesses ». *LeFigaro.fr Santé*, 16 novembre 2014, Édition en ligne. Récupéré le 18 juin 2015 <<http://sante.lefigaro.fr/actualite/2014/11/16/23053-microbiote-intestinalentre-espoirs-promesses>>.
- Gauthier, Élisabeth. 2012. « Les antibiotiques : l'envers du miracle ». *Encyclopédie de l'Agora*. Récupéré le 13 avril 2014 de <http://agora.qc.ca/documents/antibiotique--les_antibiotiques__lenvers_du_miracle_par_elisabeth_gauthier>.
- Gerken, Daniele. « Le ventre, notre autre cerveau ». *Elle*, février 2014.
- Gordon, Elisabeth. 2012. « Le microbiote intestinal, cet “organe oublié” ». *Planète santé*, 30 mai 2012. Récupéré le 13 avril 2014 de

- <<https://www.planetesante.ch/Magazine/Alimentation-et-nutrition/Microbiote/Le-microbiote-intestinal-cet-organe-oublie>>.
- Goulet, O. 2009. « La flore intestinale : un monde vivant à préserver ». *Journal de pédiatrie et de puériculture*, vol. 22, p. 102- 106.
- Gozlan, Marc. 2012a. « Flore intestinale - Cerveau sous influence ». *Le Monde* (France), 24 mars 2012, Science & Techno édition.
- . 2012b. « my.microbes, réseau social fécal ». *Le Monde* (France), 24 mars 2012, Science et Techno édition.
- Gut microbiota for health. 2013. *Summit report, 2nd World Summit: « Gut microbiote for Health » 24-26 february 2013*. Madrid : 2nd world Summit Gut Microbiota for Health.
- Hanson, Joe. 2013. *You are mainly microbe... Meet your microbiome !* Coll. « It's okay to be smart ». PBS digital studios. Récupéré le 13 avril 2014 de <https://www.youtube.com/watch?v=4BZME8H7-KU&feature=youtu.be&ab_channel=It%27sOkayToBeSmart>.
- Harmon, Katherine. 2009. « Bugs inside: What happens when the microbes that keep us healthy disappear? » *Scientific American* (États-Unis), 16 décembre 2009, Édition en ligne. Récupéré le 13 avril 2014 de <<https://www.scientificamerican.com/article/human-microbiome-change/>>.
- Herchkovitch, Jonathan. 2013. « Obésité : le rôle de la flore intestinale ». *Le Figaro* (Paris), 30 août 2013, Santé Actualité édition.
- Hofer, Aurélie. 2012. « Les microbes ne sont pas forcément mauvais pour notre santé ». *Planète santé*, 18 octobre 2012. Récupéré le 13 avril 2014 de <<https://www.planetesante.ch/Magazine/Alimentation-et-nutrition/Microbiote/Les-microbes-ne-sont-pas-forcement-mauvais-pour-notre-sante>>.
- INSERM. 2013. « Résistance aux antibiotiques ». *INSERM*. Récupéré le 18 juin 2014 de <<http://www.inserm.fr/thematiques/immunologie-inflammation-infectiologie-et-microbiologie/dossiers-d-information/resistance-aux-antibiotiques>>.
- INSERM, Laurent Gutmann, UPMC et Université Paris Descartes. 2013. *Résistance aux antibiotiques*. Immunologie, inflammation, infectiologie et microbiologie. France : INSERM. Récupéré le 13 avril 2014 de <<http://www.inserm.fr/thematiques/immunologie-inflammation-infectiologie-et-microbiologie/dossiers-d-information/resistance-aux-antibiotiques>>.
- Institute for Medical Engineering and Science. 2015. « Microbiome Center ». *IMES*. Récupéré le 18 juin 2016 de <<http://imes.mit.edu/microbiome>>.
- Instituts de recherche en santé du Canada. 2012. « Atelier canadien sur le microbiome 2014 : de la recherche aux applications ». *Gouvernement du Canada*. Récupéré le 15 juin 2013 de <<http://www.cihr-irsc.gc.ca/f/48470.html>>.
- Jones, Susan. 2013. « Trends in microbiome research ». *Nature biotechnology*, vol. 31, no 4, p. 277- 278.
- Kiefer, Bertrand. 2012a. « Microbiote intestinal et identité floue ». *Rev Med Suisse*,

- vol. 8, no 968.
- . 2012b. « Comment le microbiote intestinal modifie notre personnalité ». *Planète santé*, 14 novembre 2012. Récupéré le 18 juin 2014 de <<http://www.planetesante.ch/Magazine/Alimentation-et-nutrition/Microbiote/Comment-le-microbiote-intestinal-modifie-notre-personnalite>>.
- Knight, Rob. 2014. *How our microbes make us who we are*. TED. Récupéré le 30 mars 2015 de <http://www.ted.com/talks/rob_knight_how_our_microbes_make_us_who_we_are>.
- Kruger, Alain. 2016. « Une pizza et nos 100 000 milliards de bactéries ». *On ne parle pas la bouche pleine !* Paris : France Culture. Récupéré le 30 décembre 2016 de <<https://www.franceculture.fr/emissions/ne-parle-pas-la-bouche-pleine/une-pizza-et-nos-100-000-milliards-de-bacteries>>.
- La Presse. 2013. « Des médicaments à base d'excréments créés à Calgary ». *La Presse* (Montréal), 3 octobre 2013, Actualités-Santé édition. Récupéré le 18 juin 2014 de <<http://www.lapresse.ca/actualites/sante/201310/03/01-4696140-des-medicaments-a-base-dexcrements-crees-a-calgary.php>>.
- Lapaque, Sébastien. 2012. « Louis Pasteur, dompteur de microbes ». *Le Figaro Magazine* (Paris), juin 2012. Édition en ligne. Récupéré le 18 juin 2014 de <<http://www.lefigaro.fr/mon-figaro/2012/08/08/10001-20120808ARTFIG00406-louis-pasteur-dompteur-de-microbes.php>>.
- Laughendries, J-P. 2006. « Colonisation bactérienne de l'intestin dans l'enfance : pourquoi y accorder autant d'importance ». *Archives de pédiatrie*, vol. 13, p. 1526- 1534.
- Lavigne, Élodie. 2013. « Bactéries. Nos meilleures ennemies ? » *Planète Santé*, no 1, p. 1 - 36.
- Le Monde. 2013a. « Des bactéries intestinales liées à la malnutrition infantile ». *Le Monde* (France), 2 février 2013, Science et techno édition.
- . 2013b. « Les chercheurs de l'INSERM proches des associations de patients ». *Le Monde* (France), 2 février 2013, Science et techno édition.
- . 2013c. « Un dialogue entre l'intestin et le cerveau ». *Le Monde* (France), 4 septembre 2013, Science et techno édition.
- Lechene, Pascaline. 2014. *Gut microbiota: e-learning 2014*. Édition en ligne : gut microbiota & health. Récupéré le 30 avril 2015 de <<http://www.gutmicrobiotaforhealth.com/e-learning-2014-6071>>.
- Lecomte, Manon. 2014. « Microbiote intestinal : trop de propreté peut nuire à votre santé ». Ministère des Affaires étrangères et du développement international (France). *Bulletins électroniques*. Récupéré le 30 avril 2015 de <<http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/69584.htm>>.
- Legendre, Julien. 2014. « Microbiote intestinal et maladies inflammatoires chroniques de l'intestin ». Thèse de doctorat, Toulouse : Université Toulouse III Paul Sabatier.

- Lenoir-Wijnkoop, I. 2007. *So, witch bacteria did you eat today?* Documentaire. Canal U. Récupéré le 10 avril 2013 de <http://www.canal-u.tv/video/canal_u_medecine/so_which_bacteria_did_you_eat_today.2371>.
- Marteau, M. 2010. « L'importance clinique du microbiote intestinal ». *Gastroentérologie clinique et biologique*, vol. 34, p. 99- 103.
- Martin, Nicolas. 2016. « Microbiote : ces bactéries qui nous veulent du bien ». *La méthode scientifique*. Paris : France Culture. Récupéré le 30 décembre 2016 de <<https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/microbiote-ces-bacteries-qui-nous-veulent-du-bien>>.
- Mennessier, Marc. 2012. « Diabète de type 2 : la preuve par les bactéries ». *Le Figaro* (Paris), 27 septembre 2012, Sciences édition.
- Mullard, Asher. 2008. « Microbiology: the inside story ». *Nature*, vol. 453, p. 578- 580.
- Murphy, Kate. 2011. « In some cases, even bad bacteria may be good ». *The New York Times*, 31 octobre 2011, Édition en ligne. Récupéré le 30 avril 2015 de <http://www.nytimes.com/2011/11/01/health/scientist-examines-possible-link-between-antibiotics-and-obesity.html?_r=0>.
- Olle, Bernat. 2013. « Medicines from microbiota ». *Nature*, vol. 31, no 4, p. 309- 315.
- Péan, Valérie. 2004. « Hygiénisme, c'est du propre... » *Mission d'animation des agrobiosciences - Sciences et société*. Récupéré le 30 avril 2015 de <http://www.agrobiosciences.org/article.php?id_article=1017>.
- Persiaux, Renaud. 2012. « Elles jouent un rôle clé dans notre santé ». *Science & Vie Hors Série*, décembre 2012.
- Pollan, Michael. 2013. « Some of my best friends are germs ». *The New York Times Magazine*, 15 mai 2013. Récupéré le 30 avril 2015 de <http://www.nytimes.com/2013/05/19/magazine/say-hello-to-the-100-trillion-bacteria-that-make-up-your-microbiome.html?_r=0>.
- Ponk. 2010. « Théorie hygiéniste : la claque aux maniaques ! » Blog d'informations santé et médecine. *Le blog de la santé*. Récupéré le 30 avril 2015 de <<http://www.blogdelasante.com/theorie-hygieniste-la-claque-aux-maniaques/>>.
- Poreau, Brice. 2013. « Microbiome et commensalisme : instabilité d'une association biologique ». *Bulletin d'histoire et d'épistémologie des sciences de la vie*, vol. 20, no 2, p. 139- 150.
- . 2014. « Biologie et complexité : histoire et modèles du commensalisme ». Lyon : Université de Lyon.
- Portetelle, Daniel. 2008. « Les progrès de la Microbiologie : de Louis Pasteur à la "Microbiomique" ». Communication. *46e Congrès pluraliste des Sciences* (Université de Mons - Hainaut (Belgique)). Récupéré le 30 avril 2015 de <<http://www.congres-des-sciences.be/archives/2008/Progresmicrobio2008.pdf>>.

- Qin, Junjie, Ruiqiang Li et Jeroan Raes. 2010. « A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing ». *Nature*, vol. 464, p. 59- 65.
- Raison, Charles L, Christopher A. Lowry et Graham A. W. Rook. 2010. « Inflammation, Sanitation, and Consternation: loss of contact with coevolved, tolerogenic microorganisms and the pathophysiology and treatment of major depression ». *Arch Gen Psychiatry*, vol. 67, no 12, p. 1211- 1224.
- Raoult, Didier. 2013. « Contre les bactéries, rien de mieux que... la greffe fécale ! » *Le Point* (France), 13 mars 2013, sect. Les invités du Point. Récupéré le 30 avril 2015 de <http://www.lepoint.fr/invites-du-point/didier_raoult/contre-les-bacteries-rien-de-mieux-que-la-greffe-fecale-13-03-2013-1639331_445.php>.
- Rook, G.A.W. 2010. « 99th Dahlem Conference on infection, inflammation and Chronic inflammatory disorders: Darwinian medicine and the “hygiene” or “old friends” hypothesis ». *Clinical and Experimental Immunology*, vol. 160. Coll. « British Society for Immunology », p. 70- 79.
- Rosier, Florence. 2013. « Ces microbes qui nous gouvernent ». *Le Monde* (France), 4 septembre 2013, Science et techno édition.
- Rougier, Bruno. 2015. « Les relations entre intestin et cerveau ». France : Radio France. Récupéré le 30 décembre 2016 de <http://www.francetvinfo.fr/replay-radio/c-est-ma-sante/les-relations-entre-intestin-et-cerveau_1791649.html>.
- Saïdj, Yamina. 2011. « Flore intestinale : ces bactéries qui nous veulent du bien ». *Doctissimo*. Récupéré le 30 avril 2015 de <<http://www.doctissimo.fr/html/nutrition/dossiers/probiotiques/15112-microbiote.htm>>.
- Saint Martin, Arnaud. 2005. « Le roman scientifique : un genre paralittéraire ». *Sociologie de l'Art*, vol.1, no OPuS 6. P.69-99.
- Sansonetti, Philippe. 2009. *Des microbes et des hommes. Guerre et paix aux surfaces muqueuses*. Coll. « Leçons inaugurales 200 ». Paris. Récupéré le 3 avril 2013 de <<http://books.openedition.org.proxy.bibliotheques.uqam.ca:2048/cdf/197>>.
- Sansonetti, Philippe et Haroche. 2013. « Le “microbiome”, face cachée de la planète “microbe-homme” ». *Collège de France, microbiologie et maladies infectieuses*.
- Sheikh, A et DP Strachan. 2004. « The hygiene theory: fact or fiction ? » *Otolaryngol Head Neck Surg*, vol. 12, no 3, p. 232- 236.
- Smith, Peter Andrey. 2015. « Can the bacteria in your gut explain your mood? » *The New York Times Magazine*, 23 juin 2015. Récupéré le 22 avril 2016 de <http://www.nytimes.com/2015/06/28/magazine/can-the-bacteria-in-your-gut-explain-your-mood.html?_r=0>.
- Strachan, David P. 1989. « Hay fever, hygiene, and household size ». *British Medical Journal*, vol. 299, p. 1259- 1260.
- Torgovnick May, Kate. 2012. « 6 great things microbes do for us ». *TED Blog*.

- Récupéré le 30 avril 2015 de <<http://blog.ted.com/6-great-things-microbes-do-for-us/>>.
- Trémolères, François. 2011. « Quel avenir pour l'antibiothérapie ? Les résistances augmentent, l'innovation est en panne ! » *Revue francophone des laboratoires*, vol. 429 bis, p. 10- 12.
- University of Colorado. 2014. « Gut Check: Exploring your microbiome ». *Coursera*. Récupéré le 30 avril 2015 de <<https://www.coursera.org/course/microbiome>>.
- Ventura, Samara. 2013. « Microbiote : ces bactéries qui nous gouvernent ». Documentaire. 36°9. Suisse : RTS. Récupéré le 30 avril 2015 de <<http://www.rts.ch/decouverte/sante-et-medecine/corps-humain/le-microbiote/>>.
- Vidard, Mathieu. 2015. « Nos amies les bactéries ». *La tête au carré*. Paris : France Inter. Récupéré le 30 décembre 2016 de <<https://www.franceinter.fr/emissions/la-tete-au-carre/la-tete-au-carre-31-aout-2015>>.
- . 2016. « La nouvelle microbiologie ». *La tête au carré*. Paris : France Inter. Récupéré le 30 décembre 2016 de <<https://www.franceinter.fr/emissions/la-tete-au-carre/la-tete-au-carre-09-juin-2016>>.
- Yong, Ed. 2014. « There is no “healthy” microbiome ». *The New York Times* (New York), 26 décembre 2014, Sunday review, opinion édition.
- YourekaScience Inc. 2015. « Youreka Science ». *Portfolio Archives « microbiome »*. Récupéré le 30 décembre 2016 de <<http://yourekascience.org/pt-sort-categ/microbiome/>>.

ANNEXE G : LISTE DES RÉFÉRENCES DU CORPUS SCIENTIFIQUE

Code	Référence de la publication
CS 1	Yatsunenko, Tanya, Federico E. Rey, Mark J. Manary, Indi Trehan, Maria Gloria Dominguez-Bello, Monica Contreras et al. 2012. « Human gut microbiome viewed across age and geography ». <i>Nature</i> , vol. 486, p. 222-228.
CS 2	Hooper, Lora V. et Jeffrey I. Gordon. 2001. « Commensal Host-Bacterial Relationships in the Gut ». <i>Science</i> , vol. 292, no 5519, p. 1115-1118.
CS 3	Hooper, Lora V., Melissa H. Wong, Anders Thelin, Lennart Hansson, Per G. Falk et Jeffrey I. Gordon. 2001. « Molecular Analysis of Commensal Host-Microbial Relationships in the Intestine ». <i>Science</i> , vol. 291, p. 881-884.
CS 4	Arumugam, Manimozhiyan, Jeroan Raes, Eric Pelletier, Denis Le Paslier, Takuji Yamada, Daniel R Mende et al. 2011. « Enterotypes of the human gut microbiome ». <i>Nature</i> , vol. 473, p. 174-180.
CS 5	Turnbaugh, Peter J., Ruth E. Ley, Micah Hamady, Claire M. Fraser-Liggett, Rob Knight et Jeffrey I. Gordon. 2007. « The Human Microbiome Project ». <i>Nature</i> , vol. 449, p. 804-810.
CS 6	Frank, Daniel N., Allisson L. St. Amand, Robert A. Feldman, Edgar C. Boedeker, Noam Harpaz et Norman R. Pace. 2007. « Molecular phylogenetic characterization of microbial community imbalances in human inflammatory bowels diseases ». <i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i> , vol. 104, no 34, p. 13780-13785.
CS 7	Guarner, Fransisco et Juan-R Malagelada. 2003. « Gut flora in health and disease ». <i>The Lancet</i> , vol. 360, p. 512-519.
CS 8	Kaper, James B. 2005. « Pathogenic Escherichia coli ». <i>International Journal of Medical Microbiology</i> , vol. 295, p. 355-356.
CS 9	Gill, Steven R., Mihai Pop, Robert T. DeBoy, Paul B. Eckburg, Peter J. Turnbaugh, Buck S. Samuel, Jeffrey I. Gordon, David A. Relman, Claire M. Fraser-Liggett et Karen E. Nelson. 2006. « Metagenomic Analysis of the Human Distal Gut Microbiome ». <i>Science</i> , vol. 312, no 5778, p. 1355-1359.
CS 10	Ley, Ruth E., Fredrik Bäckhed, Peter J. Turnbaugh, Catherine A. Lozupone, Robin D. Knight et Jeffrey I. Gordon. 2005. « Obesity alters gut microbial ecology ». <i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i> , vol. 102, no 31, p. 11070-11075.
CS 11	Kalliomaki, Marko, Seppo Salminen, Heikki Arvilommi, Pentti Kero, Pertti Koskinen et Erika Isolauri. 2001. « Probiotics in primary prevention of atopic disease: a randomised placebo-controlled trial ». <i>The Lancet</i> , vol. 357, p. 1076-1079.

- CS 12 Bäckhed, Fredrik, Ruth E. Ley, Juston L. Sonnenburg, Daniel A. Peterson et Jeffrey I. Gordon. 2005. « Host-Bacterial Mutualism in the Human Intestine ». *Science*, vol. 307, p. 1915-1920.
- CS 13 Bäckhed, Fredrik, Hao Ding, Ting Wang, Lora V. Hooper, Gou Young Koh, Andras Nagy, Clay F. Semenkovich et Jeffrey I. Gordon. 2004. « The gut microbiota as an environmental factor that regulates fat storage ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 101, no 44, p. 15718-15723.
- CS 14 Ley, Ruth E., Peter J. Turnbaugh, Samuel Klein et Jeffrey I. Gordon. 2006. « Human gut microbes associated with obesity ». *Nature*, p. 1022-1023.
- CS 15 Turnbaugh, Peter J., Micah Hamady, Tanya Yatsunenko, Brandi L. Cantarel, Alexis Duncan, Ruth E. Ley, Mitchell L. Sogin et al. 2009. « A core gut microbiome in obese and lean twins ». *Nature*, vol. 457, p. 480-485.
- CS 16 Qin, Junjie, Jeroan Raes, Manimozhiyan Arumugam, Kristoffer Solvsten Burgdorf et al. 2010. « A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing ». *Nature*, vol. 464, p. 59-67.
- CS 17 Eckburg, Paul B., Elisabeth M. Bik, Charles N. Bernstein, Elizabeth Purdom, Les Dethlefsen, Michael Sargent, Steven R Gill, Karen E. Nelson et David A. Relman. 2005. « Diversity of the human intestinal microbial flora ». *Science*, vol. 308, p. 1635-1638.
- CS 18 Turnbaugh, Peter J., Ruth E. Ley, Michael A. Mahowald, Vincent Magrini, Elaine R. Mardis et Jeffrey I. Gordon. 2006. « An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest ». *Nature*, vol. 444, no 21/28, p. 1027-1031.
- CS 19 Nataro, James P. et James B Kaper. 1998. « Diarrheagenic *Escherichia coli* ». *Clinical Microbiology Review*, vol. 11, no 1, p. 142-201.
- CS 20 Caporaso, J Gregory, Justin Kuczynski, Jesse Stombaugh, Kyle Bittinger, Frederic D Bushman, Elisabeth K Costello et al. 2010. « QIIME allows analysis of high-throughput community sequencing data ». *Nature*, vol. 7, no 5, p. 335-336.

ANNEXE H : LISTE DES RÉFÉRENCES DU CORPUS PRESSE

Code	Référence des articles de presse (Québec)
CP 1	Borde, Valérie. « On n'arrête pas le progrès ». <i>L'actualité</i> , 1er janvier 2016.
CP 2	Duval, Marie-Claire. « À propos de l'utilisation de probiotiques ». <i>Le Canada Français</i> , décembre 2015.
CP 3	Léger, Marie-France. « SOS vitalité à l'approche de Noël ». <i>La Presse</i> , 24 novembre 2015.
CP 4	Barthélémy, Pierre. « Ce nuage de microbes qui vous suit partout ». <i>Le Devoir</i> , 26 octobre 2015.
CP 5	Gravel, Pauline. « Quatre bactéries intestinales préviendraient l'asthme ». <i>Le Devoir</i> , 1er octobre 2015.
CP 6	Béliveau, Richard. « Des risques liés à l'abus d'antibiotiques ». <i>Le Journal de Québec</i> , 15 septembre 2015.
CP 7	Nutraceutix. « Le probiotique <i>L. reuteri</i> de Nutraceutix est cliniquement prouvé pour moduler le métabolisme de l'insuline intestinal ». <i>Canada NewsWire</i> , juillet 2015.
CP 8	La Presse Canadienne. « Le sucre et le gras entraîneraient une perte de flexibilité cognitive ». <i>La Presse Canadienne</i> , juin 2015.
CP 9	Cliche, Jean-François. « L'effet des probiotiques... même après la mort ! » <i>Le Soleil</i> , mai 2015.
CP 10	Boulanger, Pierre. « Prasad Ayurveda remporte un premier prix en entrepreneuriat ». <i>Le Messager LaSalle</i> , mai 2015.
CP 11	Sheridan, Kerry. « La résistance aux antibiotiques d'une tribu inquiète les chercheurs ». <i>TVA Nouvelles</i> , avril 2015.
CP 12	Huot, Isabelle. « 10 tendances alimentaires pour 2015 ». <i>Le Journal de Québec</i> , 16 mars 2015.
CP 13	Lefebvre, Catherine. « Top 5 des aliments pour un système immunitaire au top ». <i>24 heures Montréal</i> , février 2015.
CP 14	Geoffroy, Bruno. « Alimentation : bien manger ». <i>Protégez-vous</i> , février 2015.
CP 15	Béliveau, Richard. « Une nouvelle arme contre C. difficile ». <i>Le Journal de Montréal</i> , décembre 2014.
CP 16	Lécuyer, Marie-Pier. « La grande distinction entre l'allergie et l'intolérance ». <i>La Revue (Gatineau)</i> , 26 novembre 2014.
CP 17	Béliveau, Richard. « Autisme : Une question de bactéries intestinales ? » <i>Le Journal de Montréal</i> , 20 octobre 2014.
CP 18	Santini, Jean-Louis. « Un remède miracle contre les allergies alimentaires ». <i>Canoe.ca</i> , août 2014.

- CP 19 Demers, Sylvie. « Cueillez abondamment, prévenez sagement ! » *La Terre de chez nous*, juillet 2014.
- CP 20 Vadeboncoeur, Alain. « Quand les antibiotiques ne peuvent plus sauver votre mère ». *L'Actualité*, mai 2014.
- CP 21 Radio-Canada. « Controversé, mais efficace ». *Radio-Canada — Nouvelles*, 14 novembre 2007.
- CP 22 Human Longevity Inc. « Human Longevity Inc (HLI) démarre pour promouvoir le vieillissement en santé grâce aux progrès de la génomique et des thérapies par cellules souches ». *Canada NewsWire*, 4 mars 2014.
- CP 23 Samson, Claudette. « L'alimentation à toutes les sauces ». *Le Soleil*, 17 janvier 2014.
- CP 24 Huot, Isabelle. « Les probiotiques ». *24 heures Montréal*, décembre 2013.
- CP 25 Nutri-Qual Inc. « Commercialisation des produits santé Nutri-Qual, conçus au Québec, enrichis en probiotiques stimulant l'immunité et favorisant la bonne santé de l'appareil digestif ». *Canada NewsWire*, 11 octobre 2013.
- CP 26 Instituts de recherche en santé au Canada. « Le Gouvernement du Canada annonce la réalisation de recherches par des équipes nationales et internationales sur l'impact de facteurs environnementaux sur la santé et la maladie humaines ». *Canada NewsWire*, juillet 2013.
- CP 27 Leroux, Rémi. « Allergies et intolérances alimentaires : de quoi parle-t-on ? » *Protégez-vous*, mai 2013.
- CP 28 Roulot-Ganzmann, Hélène. « Trop d'antibiotiques tuent l'antibiotique ». *Protégez-vous*, avril 2013.
- CP 29 L'Éclaireur-Progrès. « La candiose digestive ». *L'Éclaireur-Progrès*, 20 mars 2013.
- CP 30 Béliveau, Richard. « Les fibres alimentaires contre le cancer de la prostate ». *Le Journal de Montréal*, février 2013.
- CP 31 Cliche, Jean-François. « Guéris par une transplantation... d'excréments ». *Le Soleil*, 18 janvier 2013.
- CP 32 Lévesque, Gilles. « Cultiver du topinambour à grande échelle ». *Richelieu Agricole*, 18 novembre 2012.
- CP 33 Béliveau, Richard. « Le rôle crucial de la flore intestinale pour la santé des aînés ». *Le Journal de Québec*, 8 octobre 2012.
- CP 34 Micropharma Limited. « Micropharma Limited accroît son portefeuille de brevets pour protéger une technologie probiotique unique ». *Canada NewsWire*, 20 septembre 2012.
- CP 35 Lavoie, Audrey. « Kombucha, vivant et effervescent ». *Métro Montréal*, 22 mars 2012.

- CP 36 Agence QMI. « Dur dur, le C. difficile ». *Le Journal de Québec*, décembre 2011.
- CP 37 Pelchat, Pierre. « Le CHUQ obtient 2 M \$ ». *Le Soleil*, 22 septembre 2011.
- CP 38 Béliveau, Richard. « Le curcuma, une épice aux propriétés étonnantes ». *Le Journal de Québec*, mai 2011.
- CP 39 IL. « La région bien représentée à l'Expo-Sciences Hydro Québec ». *Le Nouvelliste*, 29 mars 2011.
- CP 40 SRC Nouvelles. « L'intestin moins irritable ». *SRC Nouvelles*, 5 janvier 2011.
- CP 41 Blaney, Caroline. « Êtes-vous prêts pour l'hiver ??? » *Point de vue Laurentides*, 10 novembre 2010.
- CP 42 SRC Nouvelles. « Biologiquement sushi », avril 2010.
- CP 43 Béliveau, Richard. « Les secrets des bactéries probiotiques ». *Le Journal de Montréal*, 26 octobre 2009.
- CP 44 CNW. « Appel à tous les parents canadiens — connaissez-vous la force des fibres ? » *Canada NewsWire*, avril 2009.
- CP 45 CNW. « La flore intestinale et les probiotiques jouent un rôle sur le stress et le comportement ». *Canada NewsWire*, 25 novembre 2008.
- CP 46 Bouchard, Marie-Eve. « Les prébiotiques et les probiotiques, à la défense de votre système ! » *La Revue du samedi*, 25 octobre 2008.
- CP 47 Mailloux, Mylène et Marie-Laurence Vandal. « Alimentation : Bonne idée ! » *Protégez-vous*, 1er septembre 2008.
- CP 48 Audet, Isabelle. « À table ! Les bactéries sont servies ». *La Presse*, mai 2008.
- CP 49 Radio-Canada et Agence France-Presse. « La salive aurait-elle un effet sur l'obésité ? » *ICI Radio-Canada — Nouvelles*, 31 mars 2014.
- CP 50 Perreault, François. « DanActive : la potion magique de Danone ». *La Presse*, 16 septembre 2007.
- CP 51 Samson, Claudette. « Pensez savon et faites place aux probiotiques ». *Le Nouvelliste*, juin 2007.
- CP 52 Massicotte, Nancy. « Le C. difficile à démystifier ». *Le Nouvelliste*, avril 2007.
- CP 53 CNW. « Préparez-vous pour la plus grande foire commerciale du Québec dans le secteur des produits naturels et biologiques ». *Canada NewsWire*, 30 janvier 2007.
- CP 54 Daraize, Thierry. « Le futur est à notre porte ». *Le Journal de Québec*, 18 novembre 2006.
- CP 55 Béliveau, Richard. « Les bactéries probiotiques aident nos

- défenses immunitaires ». *Le Journal de Québec*, 30 octobre 2006.
- CP 56 Beauchemin, Robert. « Bio-K ». *La Presse*, 13 janvier 2006.
- CP 57 La Presse Canadienne. « Les hôpitaux britanniques touchés par un virus virulent ». *La Presse Canadienne*, juin 2005.
- CP 58 La Voix de l'Est. « La prévalence des symptômes d'allergie a augmenté ». *La Voix de l'Est*, avril 2005.
- CP 59 Grondin, Normand. « Santé : Nos amies les bactéries ». *Protégez-vous*, février 2005.
- CP 60 Boursier, Yannick. « La laiterie Château lance des produits laitiers santé ». *Le Bulletin de la Lièvre*, décembre 2004.
- CP 61 Richer, Jocelyne. « Les médecins doivent prescrire moins d'antibiotiques, dit Couillard ». *La Voix de l'Est*, 27 octobre 2004.
- CP 62 Crespel, Anne-Caroline. « Hors frontières : La France vers une consommation citoyenne ». *Protégez-vous*, 1er octobre 2004.
- CP 63 Lachapelle, Judith. « Une bactérie opportuniste ». *La Presse*, août 2004.
- CP 64 Lemieux, Louise. « Surveillance accrue de la bactérie *Clostridium difficile* ». *Le Nouvelliste (Trois-Rivières)*, juin 2004.
- CP 65 Côté, Jacinthe. « Bactéries et jus de fruits ». *Le Soleil*, décembre 2003.
- CP 66 Métro Montréal. « Fruits et yogourt contre les infections urinaires ». *Métro Montréal*, 18 mars 2003.
- CP 67 Côté, Jacinthe. « Mangez-vous suffisamment de bactéries ? » *La Presse*, 3 novembre 2002.
- CP 68 Racine, Chantale. « Un combat sans merci contre les bactéries ». *La Presse*, juillet 2002.
- CP 69 Lachapelle, Judith. « Yogourt brassé aux bactéries ». *La Presse*, 13 octobre 2001.
- CP 70 Allard, Marie. « La voix lactée... du yogourt ». *La Presse*, 29 janvier 2001.
- CP 71 Le Devoir. « Bonnes bactéries pour flore fatiguée ». *Le Devoir*, 18 septembre 2000.
- CP 72 Lévesque, Lia. « Bactéries résistantes aux antibiotiques ». *Le Devoir*, avril 2000.
- CP 73 Dansereau, Suzanne. « Pleins feux sur les biotechnologies ». *Les Affaires*, août 1999.
- CP 74 Champagne, Pierre. « Au moins, ils ont du goût ». *Le Soleil*, février 1999.
- CP 75 Harvey, Claire. « Secteur agroalimentaire : Plusieurs entreprises misent sur la recherche et le développement ». *Le Devoir*, 25 octobre 1997.
- CP 76 Hébert, Claudine. « Des bactéries gênantes mais guère

alarmantes ». *La Presse*, 5 octobre 1996.

ANNEXE I : DÉMARCHE D'ENCODAGE POUR L'ANALYSE DE CONTENU

Le tableau suivant présente l'ensemble de la démarche d'encodage utilisée.

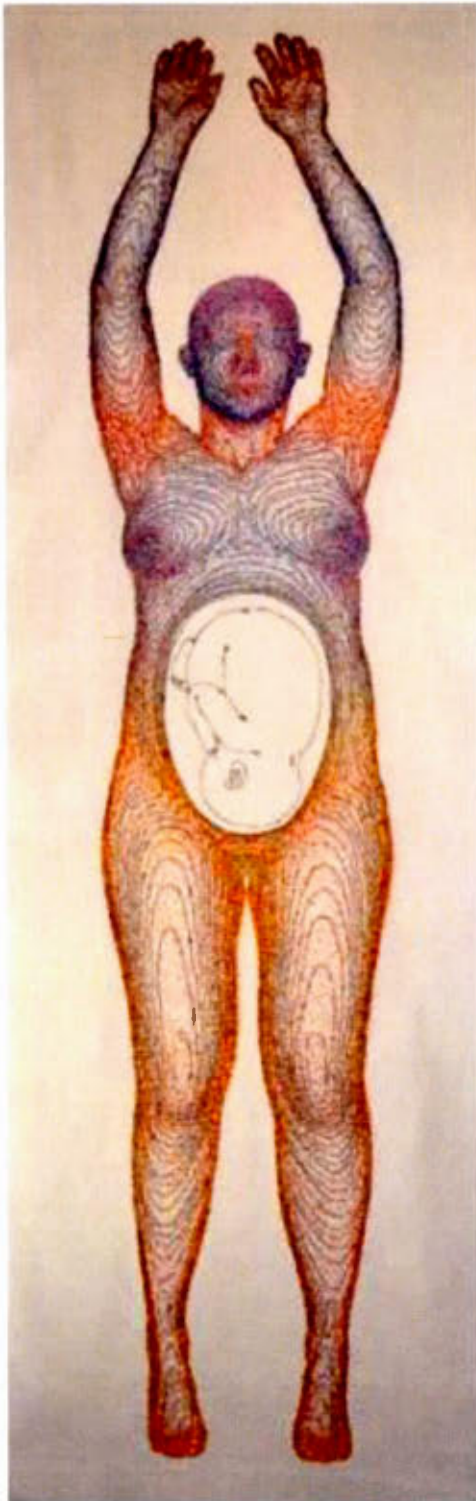
Codage	Thématique : nœuds thématiques descriptifs	Analytique : nœuds thématiques analytiques
Objectifs	Repérage des thèmes et sous-thèmes abordés par les publications. → <i>De quoi parle-t-on dans cette publication ?</i>	Identification du contenu portant spécifiquement sur le rapport humain/monde microbien. → <i>Comment le rapport humain/micro-organismes est-il rapporté dans cette publication ?</i>
Procédés utilisés	1) Recherche manuelle (lecture approfondie des publications du corpus) 2) Recherche automatisée (requête des fréquences de mots et des associations de mots avec NVivo)	
Analyses conduites	- Analyse de la présence/absence des thèmes abordés dans l'ensemble du corpus - Analyse de la fréquence et de l'intensité des thèmes abordés dans l'ensemble des publications du corpus.	

ANNEXE J : ART ET MICROBIOME

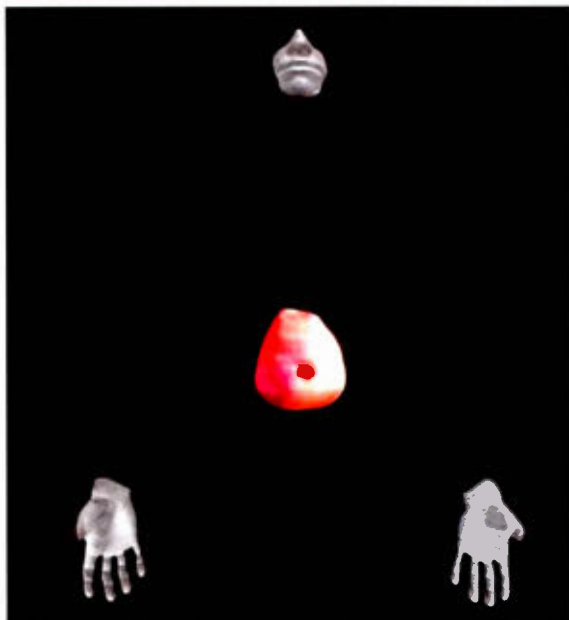
Cette annexe présente quelques exemples d'œuvres d'art inspirées de la recherche sur le microbiome et le microbiote.

- Quelques œuvres de l'exposition « Invisible You – The Human Microbiome exhibition » présentée à Cornwall en Angleterre.





'I am afraid that the experiments you quote, M. Pasteur', will turn against you. The world into which you wish to take us is really too fantastic.'



Source : Eden Project, Elworthy et The Invisible You Team (2016)

- L'œuvre de François-Joseph Lapointe « De la transformation du microbiome humain comme pratique expérimentale du bioart »

« Ce projet de recherche-création vise à suivre les transformations de mon propre microbiome, à produire des autoportraits d'un métagénome en constante évolution révélant les multiples facettes (et orifices) du corps humain. » (Lapointe 2015)

« Dans sa performance *1000 Handshakes : Mapping the Microbes Between Us* (Copenhague, 2014), [F-J Lapointe] s'est soumis, pendant six heures, au contact de plus de 1218 individus rencontrés au hasard afin de transformer le microbiome de sa peau. Après un premier prélèvement dans sa main "vierge", il débute son parcours à travers la ville et échange des poignées de mains avec tous les gens qu'il croise sur son passage. Toutes les 50 poignées de mains, de nouveaux prélèvements sont effectués. Pendant la performance, l'artiste est accompagné d'une équipe d'assistant(e)s vêtu(e)s de blouses de laboratoire : ils s'occupent des prélèvements, distribuent des tracts informatifs sur le microbiome et répondent aux diverses questions du public.

Sur les pancartes qu'ils arborent, on peut lire "Free handshake" et "You are what you touch", annonçant que l'artiste tentera d'établir un contact physique avec le public, mais aussi que ce geste, aussi anodin qu'il puisse paraître, est en fait un appel à la transformation, à la modification physique par le bouleversement du patrimoine bactérien des participants : le microbiome de l'artiste comme celui du spectateur seront modifiés par cette rencontre. En raison de son caractère ludique et participatif, l'œuvre s'inscrit donc dans une esthétique relationnelle où l'échange de poignées de mains, de sourires et de paroles constitue finalement le cœur du projet. Si une part de notre identité biologique est fondée sur nos échanges avec l'environnement et les organismes qui vivent en nous et autour de nous, l'identité personnelle est tout autant forgée par nos rencontres et nos interactions humaines. » (Cloutier 2016)



Source : Cloutier (2016)

- Autoportraits et portraits microbiens par Joana Ricou



One Self Portrait, the Human Microbiome.
2011. (La couverture de *Nature* (14 juin 2012) est inspirée de cette pièce).



Tube. 2011.

Source : Ricou (2013)

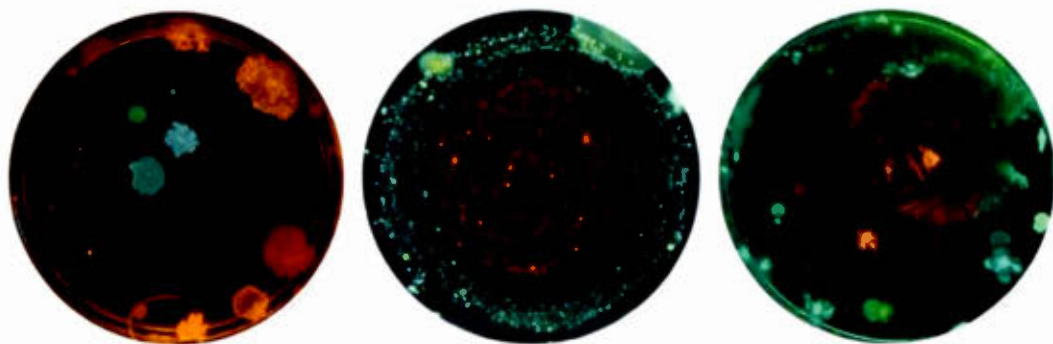


Fig 2: Petri dishes with cultures from volunteers' navels, in 'Bellybutton Portraits'.

Source : Neves Gameiro (2016)

BIBLIOGRAPHIE

- Agapakis, Christina. 2010. « Mixed cultures: art, science and cheese ». *Scientific American* (Etats-Unis). Édition en ligne. Récupéré le 5 juillet 2013 de <<http://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/mixed-cultures-art-science-and-cheese/>>.
- Agence Bibliographique de l'Enseignement Supérieur. 2016. « theses.fr ». Récupéré le 10 décembre 2016 de <<http://theses.fr/>>.
- Alavoine, Virginie et Geneviève Bricoult. 2014. « Évaluer la production scientifique ». *Les bibliothèques de l'Université Catholique de Louvain*. Récupéré le 8 janvier 2015 de <<http://www.uclouvain.be/441881.html>>.
- Alberts, Bruce. 2011. « Publier dans les revues prestigieuses, gage de succès en science » *Le Temps* (Suisse). Récupéré le 5 juillet 2013 de <http://www.letemps.ch/Page/Uuid/4efb711e-dfbc-11e0-bbfc-47ba51befdc4/Publier_dans_les_revues_prestigieuses_gage_de_succ%C3%A8s_en_sciences>.
- American Microbiome Institute. 2015. « About us ». *American Microbiome Institute*. Récupéré le 10 février 2015 de <<http://www.microbiomeinstitute.org/aboutus/>>.
- Bach, Jean-François. 2002. « The effect of infections on susceptibility to autoimmune and allergic diseases ». *New England Journal of Medicine*, vol. 347, no 12, p. 911-920.
- . 2006. « Comment expliquer que l'amélioration de l'hygiène provoque une augmentation fréquente des maladies auto-immunes/allergiques ? » *Rencontres scientifiques de Nutrition de l'Institut Danone*, vol. XV, 4 p..
- Bachelard, Gaston. 1967. *La formation de l'esprit scientifique*. 5e édition Coll. « Bibliothèque des textes philosophiques ». Paris : Librairie philosophique.
- Bagros, Philippe et Bertrand de Toffol. 1993. *Introduction aux sciences humaines en médecine*. Paris : Ellipses.
- Barbieri, Magali. 1998. « La mortalité infantile en France ». *Population*, vol. 53, no 4, p. 813-838.
- Bardin, Laurence. 1983. *L'analyse de contenu*. 3e édition. Paris : Presses Universitaires de France.
- Barthes, Roland. 1957. *Mythologies*. Coll. « Points ». Paris: Éditions du Seuil
- Beck, Ulrich. 1992. *Risk society: towards a new modernity*. Londres : Sage publications.
- Bellacasa (de la), Maria Puig. 2010. « Ethical doings in naturecultures ». *Ethics, Place & Environment*, vol. 13, no 2, p. 151-169.
- Benedetti, Laurence. 2015. « Microbiote intestinal, la santé du futur... » *Les Échos de la micronutrition*, 2015, Institut Européen de Diététique et Micronutrition édition.
- Berche, Patrick. 2012. « Impact des perturbations du microbiote sur l'incidence de

- certaines pathologies ». Dans *Séance thématique inter-académique sur la résistance aux antibiotiques : une impasse thérapeutique*, 38 p.. Val de Grâce.
- . 2013. « Histoire des prions ». *Biologie et histoire*, vol. LIV, no 315. Coll. « Feuillet de biologie », p. 53-62.
- Bloomfield, SF, R Stanwelle-Smith, RW Crevel et J Pickup. 2006. « Too clean, or not too clean: the hygiene hypothesis and home hygiene ». *Clin Exp Allergy*, vol. 36, no 4, p. 402-405.
- Boia, Lucian. 1998. *Pour une histoire de l'imaginaire*. Coll. « Vérité des mythes ». Paris : Les belles lettres.
- Broad Institute. 2015. « Human Microbiome Project ». *Broad Institute*. Récupéré le 20 juillet 2016 de <<https://www.broadinstitute.org/scientific-community/science/projects/microbiome-projects/hmp/human-microbiome-project>>.
- Brogan, David M. et Elilas Mossialos. 2016. « Systems, not pills: the option market for antibiotics seeks to rejuvenate the antibiotic pipeline ». *Social Science and Medicine*, vol. 151, p. 167-172.
- Castoriadis, Cornelius. 1975. *L'institution imaginaire de la société*. Paris : Du Seuil.
- Catelin, Sylvie et Xavier Hautbois. 2012. « Le rôle de l'imaginaire dans la découverte ». *Alliage*, no 70. Coll. « Regards croisés sur les sciences et les arts », p. 19-21.
- Caux, Chantal et Louise Guilbert. 2010. « La compréhension de l'antibiothérapie chez des étudiants et des étudiantes en médecine : Enjeux didactiques et sociaux ». *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, vol. 3, no 4, p. 465-485.
- CEDROM-SNI inc. 1999. « Eureka.cc [ressource électronique] ». *Biblio branchée d'Eureka.cc*. Récupéré le 5 juillet 2015 de <<http://www.biblio.eureka.cc/>>.
- . 2015. « Eureka.cc ». *Vison à 360°*. Récupéré le 5 juillet 2015 de <<http://www.eureka.cc/WebPages/Sources.aspx>>.
- Chaires de recherche du Canada. 2012. « Canada Research Chairs Program National Announcement - List of Recipients ». Récupéré le 10 février 2014 de <http://www.chairs-chaire.gc.ca/media-medias/lists-listes/2012/Recipients_list_E.pdf>.
- Charaudeau, Patrick. 2007. « Les stéréotypes, c'est bien, les imaginaires, c'est mieux. » Dans *Stéréotypage, stéréotypes : fonctionnements ordinaires et mises en scène*. Paris : L'Harmattan. Récupéré le 5 juillet 2015 de <<http://www.patrick-charaudeau.com/Les-stereotypes-c-est-bien-Les.html>>.
- Chevassus-au-Louis, Nicolas. 2013. « Pourquoi les expériences de Pasteur l'ont-elles emporté ? » *La recherche (France)*, no 438.
- Chifflet, Stéphanie. 2008. « La pensée mythique dans les imaginaires scientifique et technique : l'exemple des mythes cosmogoniques dans le champ des technologies convergentes ». Dans *Métamorphoses du mythe. Réécritures anciennes et modernes des mythes anciens*, 10 p.. Coll. « Université/Domaine

- littéraire ». Paris : L'Harmattan.
- . 2009. « L'imaginaire technoscientifique. Récit, mythes, image ». *Raison Présente*, no 171, p. 63-74.
- . 2010. « De l'importance de l'imaginaire dans le dialogue "science-société" ». *Iris*, no 31, p. 149-159.
- Chytil, Tania. 2016. « Les scientifiques ont découvert un nouvel organe, le microbiote ». Radio Télévision Suisse. *RTS découverte*. Récupéré le 15 décembre 2016 de <<http://www.rts.ch/decouverte/sante-et-medecine/corps-humain/microbes/4601492-les-scientifiques-ont-decouvert-un-nouvel-organe-le-microbiote.html>>.
- Clinton, Bill. 2000. « Remarks by the President, Prime Minister Tony Blair of England (via satellite), Dr Francis Collins, Director of the National Human Genome Research Institute, and Dr Craig Venter, President and Chief Scientific Officer, Celera Genomics Corporation, on the Completion of the first survey of the entire Human Genome Project ». juin 2000). Récupéré le 10 mai 2016 de <<http://www.whitehouse.gov/WH/New/html/genome-20000626.html>>.
- Clough, S. 2011. « Gender and the hygiene hypothesis ». *Social Science and Medicine*, vol. 72, no 4, p. 486-493.
- Cloutier, Marianne. 2016. « François-Joseph Lapointe : Danser son ADN et modéliser son microbiome ». *MDC : magazine des cultures digitales*, 2016.
- Cohen, R, E Bingen, J Raymond et D Gendel. 2011. « Résistance aux antibiotiques : un nouveau tournant à ne pas manquer ». *Archives de pédiatrie*, vol. 18, p. 359-361.
- Collège de France. 2013. « Microbiologie et maladies infectieuses ». *Collège de France*. Récupéré le 13 avril 2014 de <<http://www.college-de-france.fr/site/philippe-sansonetti/#course>>.
- Commission Européenne. 2015. « Le 7^e programme-cadre a financé la recherche et le développement technologique en Europe de 2007 à 2013 ». *CORDIS - Service Communautaire d'information sur la Recherche et le Développement*. Récupéré le 18 octobre 2016 de <http://cordis.europa.eu/fp7/home_fr.html>.
- Contrepoint, Alain. 2002. « Naissance de l'infectiologie en France ». *Médecine/Sciences*, vol. 18, p. 228-233.
- Cordero, Alberto. 2009. « Compemporary Science and Wordview-Making ». *Science & Education*, vol. 18, no 6-7, p. 747-764.
- Corten, André. 2003. « Imaginaire de la vie ordinaire en Amérique Latine : cadre conceptuel ». *Cahiers des imaginaires*, no 1, p. 1-15.
- Corthier, Gérard. 2007. « Flore intestinale et santé : quels enjeux ? » *Nutrition clinique et métabolisme*, vol. 21, p. 76-80.
- Coutard, Olivier. 2001. *Imaginaire et réseaux techniques : Les apports de l'histoire de l'électrification rurale en France et aux États-Unis*. Coll. « Réseaux. Communication - technologie - société ». Paris: Éditions Hermes/La

découverte.

Dedet, Jean-Pierre. 2007. *La microbiologie, de ses origines aux maladies émergentes*. Paris : Dunod.

Department of Health and Human Services. 2001. *The Surgeon General's Call to Action to Prevent and Decreased Overweight and Obesity*. Washington DC : Public Health Service.

Dépelteau, François. 1998. *La démarche d'une recherche en sciences humaines. De la question de départ à la communication des résultats*. Québec : Les Presses de l'Université de Laval.

Diabète Québec. 2014. « Mythes et statistiques ». *Comprendre le diabète*. Récupéré le 16 avril 2015 de <<http://www.diabete.qc.ca/fr/comprendre-le-diabete/tout-sur-le-diabete/mythes-et-statistiques>>.

Doré, Joël. 2011. « Microbiote intestinal normal ? » *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, vol. 195, no 6, p. 1291-1293.

Doré, Joël et Corthier. 2010. « Le microbiome intestinal humain ». *Gastroentérologie clinique et biologique*, vol. 34, p. 7-16.

Dozon, Jean-Pierre, et Didier Fassin (dir.). 2001. *Critique de la santé publique. Une approche anthropologique*. Coll. « Voix et regards ». Paris : Éditions Balland.

Dragulinescu, Stefan. 2011. « Kuhnian paradigms: On meaning and communication breakdown in medicine ». *Medicine Studies*, vol. 2, p. 245-263.

Dressel, Kerstin. 2004. « Paradigm Change? Explaining the Nature of the TSE Agent in Germany ». Dans *Infectious Processes. Knowledge, Discourse and the Politics of Prions*. Coll. « Science, Technology & Medicine in Modern History ». Great Britain : Palgrave Macmillan.

Ducharme, Daniel. 2003. *Débat sur la génétique humaine au Québec. Représentations et imaginaires sociaux*. Coll. « Cahiers du Québec : Sociologie ». Montréal : Editions Hurtubise inc.

Dufour, Christine et Vincent Larivière. 2016. « Principales techniques d'échantillonnage probabilistes et non-probabilistes ». Cours 4-SCI6060 Méthodes de recherche en sciences de l'information. (Université de Montréal, 29 janvier 2016). Récupéré le 15 novembre 2016 de <http://cours.ebsi.umontreal.ca/sci6060/docs/sci6060_c4_fiche_echant.pdf>.

Dujardin, Bruno. 2003. *Politiques de santé et attentes des patients - Vers un dialogue constructif*. Paris : Éditions-Diffusions Charles Léopold Mayer ; Éditions Karthala. Récupéré le 15 novembre 2016 de <http://docs.eclm.fr/pdf_livre/231PolitiquesDeSanteEtAttentesDesPatients.pdf>

Durand, Gilbert. 1964. *L'imagination symbolique*. Paris : Presses Universitaires de France.

Eden Project, Jo Elworthy et The Invisible You Team. 2016. « Invisible You. The Human Microbiome ». Catalogue de l'exposition. Eden Project. Récupéré le 15 novembre 2016 de <<http://www.edenproject.com/sites/default/files/invisible-you-catalogue.pdf>>.

- Eden, Sally. 1996. « Public participation in environmental policy: considering scientific, counter-scientific and non-scientific contributions ». *Public Understanding of Science*, vol. 5, p. 183-204.
- Eliade, Mircea. 1995. *Aspect du mythe*. Coll. « Idées ». Paris : Gallimard.
- EMBL. 2012. « My.Microbes ». *My.microbes*. Récupéré le 13 janvier 2014 de <<http://my.microbes.eu>>.
- Enders, Giulia. 2015. *Le charme discret de l'intestin. Tout sur un organe mal aimé...* Trad. par Isabelle Liber. Paris : Acte Sud.
- European Society of Neurogastroenterology and mobility. 2012. « Gut Microbiota Wordwatch ». *Gut Microbiota Wordwatch*. Récupéré le 13 janvier 2014 de <<http://www.gutmicrobiotawatch.org/about-us/>>.
- Faure, Olivier. 1994. *Histoire sociale de la médecine (XVIIIe - XXe siècles)*. Paris : Anthropos historiques.
- Flahaut, Antoine et Patrick Zylberman. 2010. « Influenza pandemics: past, present and future challenges ». *Public Health Reviews*, vol. 32, no 1, p. 319-340.
- Flichy, Patrice. 2001. « La place de l'imaginaire dans l'action technique. Le cas de l'Internet ». *La Découverte « Réseaux »*, vol. 5, no 109, p. 52-73.
- Foucault, Michel. 1979. « Naissance de la biopolitique - Résumé du cours au Collège de France ». Dans *Annuaire du Collège de France, 79e année. Histoire des systèmes de pensée, année 1978-1979*. Vol. III. Coll. « Dits et écrits ». Paris : Gallimard.
- . 1984. « La volonté de savoir ». Dans *Histoire de la sexualité*, p. 9-22. Paris : Gallimard.
- Fraser, Pierre. 2016. « Les postulats de Koch ». *H+/L'humain augmenté*. Récupéré le 5 octobre 2016 de <<https://humainaugmente.com/2016/07/26/les-postulats-de-koch/>>.
- Fressard, Olivier. 2005. « L'imaginaire ou la puissance d'invention des peuples ». *Sciences de l'homme et Société*. Récupéré le 13 janvier 2014 de <http://www.eepsys.com/fr/arti/2010_15.htm>.
- Futurity. 2015. « Futurity "microbiota" ». *Futurity*. Récupéré le 5 octobre 2016 de <<http://www.futurity.org/search/microbiota>>.
- Gavard-Perret, Marie-Laure, David Gotteland, Christophe Haon et Alain Jolibert. 2012. *Méthodologie de la recherche en sciences de la gestion. Réussir son mémoire ou sa thèse*. 2e édition. Montreuil : Pearson France.
- Georget, Anne. 2016. « Cholestérol : le grand bluff ». *Arte*. France. Récupéré le 15 décembre 2016 de <<http://www.arte.tv/guide/fr/051063-000-A/cholesterol-le-grand-bluff>>.
- Gingras, Yves. 2013. *Sociologie des sciences*. Coll. « Que sais-je ? ». Paris : Presses Universitaires de France.
- Giust-Desprairies. 2009. *L'imaginaire collectif*. Coll. « Poche - Société ». Toulouse : Eres.
- Gligorov, Azzoumi, Lackey et Zweig. 2013. « Ch. 2 Personal identity. Our

- microbes, ourselves ». Dans *The human microbiome, ethical, legal and social concerns*. Oxford : Oxford University Press.
- GMFH Editing Team. 2015. « Évolution du microbiote intestinal au cours de la vie ». *Gut Microbiota News Watch*. Récupéré le 5 octobre 2016 de <<http://www.gutmicrobiotaforhealth.com/fr/evolution-du-microbiote-intestinal-au-cours-de-la-vie/>>.
- Gordon, Elisabeth. 2012. « Le microbiote intestinal, cet “organe oublié” ». *Planète santé*, mai 2012. Récupéré le 5 octobre 2016 de <<https://www.planetesante.ch/Magazine/Alimentation-et-nutrition/Microbiote/Le-microbiote-intestinal-cet-organe-oublie/>>.
- Goulet, Olivier. 2009. « La flore intestinale : un monde vivant à préserver ». *Journal de pédiatrie et de puériculture*, vol. 22, p. 102-106.
- Gouvernement du Canada. 2014. « Atelier canadien sur le microbiome 2014 : de la recherche aux applications ». *Instituts de la recherche en santé du Canada*. Récupéré le 5 octobre 2016 de <<http://www.cihr-irsc.gc.ca/f/48470.html>>.
- Gut Microbiota for Health. 2016. « Accueil ». *News Watch*. Récupéré le 5 octobre 2016 de <<http://gutmicrobiotaforhealth.com/fr/accueil/>>.
- Haraway, Donna. 2003. *The companion species manifesto : Dogs, people, and signifiant otherness*. Chicago : Prickly paradigm press.
- Harvard T.H Chan. 2015a. « HSPH Microbiome Collaboration ». *School of Public Health*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.hsph.harvard.edu/microbiome-collaboration-so/>>.
- . 2015b. « HSPH Microbiome Analysis Core ». *School of Public Health*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.hsph.harvard.edu/hmac/>>.
- Haut Conseil de la Santé Publique. 2010. *Les maladies infectieuses émergentes : état de la situation et perspectives*. Commission spécialisée Maladies transmissibles. Coll. « Avis et Rapports ». Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Santé. Récupéré le 5 janvier 2016 de <http://www.infectiologie.com/site/medias/_documents/officiels/HCSP/2011-hcsp-maladiesinfectemerg.pdf>.
- Helmreich, Stefan. 2014. « Homo microbis: the human microbiome, figural, literal, political ». *Thresholds*, vol. 42, p. 52-59.
- . 2016. « Ch. 6: Homo microbis: species racem sex and the human microbiome ». Dans *Sounding the Limits of Life: Essays in the Anthropology of Biology and Beyond*, p. 62-72. Princeton : Princeton University press.
- HMP. 2015. « About the Human Microbiome Project ». *NIH Human - Microbiome Project*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://hmpdacc.org/overview/about.php>>.
- Holton, Gerald. 1981. *L'imagination scientifique*. Trad. par Jean-François Roberts. Coll. « Bibliothèque des Sciences humaines ». Paris : Éditions Gallimard.
- Hottois, Gilbert. 2004. « La technoscience : Un historique critique ». Dans *Philosophies des sciences, philosophies des techniques*, p. 143-171.

- . 2009. « La technoscience met-elle en danger la diversité culturelle ? » *Journal international de bioéthique*, vol. 20, no 1, p. 17-30.
- Hutter, Thiago, Carine Gimbert, Frédéric Bouchard et François-Joseph Lapointe. 2015. « Being human is a gut feeling ». *Microbiome*, vol. 3, no 9, p. 1-4.
- IHMC. 2008. « The International Human Microbiome Consortium ». *International Human Microbiome Consortium*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.human-microbiome.org/>>.
- IMIST et CNRST. 2013. *Le phosphate marocain face au défi de la recherche scientifique - Étude bibliométrique*. Maroc.
- INSERM, Laurent Gutmann, UPMC et Université Paris Descartes. 2013. *Résistance aux antibiotiques*. Immunologie, inflammation, infectiologie et microbiologie. France : INSERM. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.inserm.fr/thematiques/immunologie-inflammation-infectiologie-et-microbiologie/dossiers-d-information/resistance-aux-antibiotiques>>.
- Institut National de santé publique du Québec et Institut de la statistique. 2005. *L'excès de poids dans la population québécoise de 1987 à 2003*. Québec. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.cqpp.qc.ca/fr/epidemie-d-obesite/statistiques>>.
- Institut Pasteur. 2008. « Une épopée - Regards sur l'histoire pasteurienne ». *Pasteur Le Mag' numéro 4* (France), janvier 2008.
- INAF (Institut sur la nutrition et les aliments fonctionnels) et CRIUCPQ. 2014. « Création d'une Chaire d'excellence en recherche du Canada sur le microbiote intestinal dysmétabolique ». Officiel. *INAF*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.inaf.ulaval.ca/quoi-de-neuf/actualites/details/article/creation-dune-chaire-dexcellence-en-recherche-du-canada-sur-le-microbiote-intestinal-dysmeta/#.VJ1PB8AAA>>.
- IMES (Institute for Medical Engineering and Science). 2015. « Microbiome Center ». *IMES*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://imes.mit.edu/microbiome>>.
- Jasanoff, Sheila et Sang-Hyung Kim. 2009. « Containing the Atom: Sociotechnical Imaginaries and Nuclear Power in the United States and South Korea ». *Minerva*, vol. 47, p. 119-146.
- Jasanoff, Sheila, Sang-Hyung Kim et Stefan Sperling. 2007. *Sociotechnical Imaginaries and Science and Technology Policy: A Cross-National Comparison*. NSF Research Project. Harvard University.
- Jodelet, Denise. 2003. *Les représentations sociales*. Presses Universitaires de France. Coll. « Sociologie d'aujourd'hui ».
- Kerléo, Jean-François. 2015. « L'imaginaire. Un outil méthodologique d'analyse du droit ». *Int J Semiot Law*, vol. 28, p. 359-370.
- Klein, Alexandre. 2012. « Du corps médical au corps du sujet. Étude historique et philosophique du problème de la subjectivité dans la médecine française moderne et contemporaine ». Thèse de Doctorat, Nancy : Université de Lorraine, Nancy 2. École doctorale « Langages, temps, sociétés ».

- Knight, Rob. 2015. « How microbes define, shape - and might even heal us ». *Ideas.TED.com*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://ideas.ted.com/how-microbes-define-shape-and-might-even-heal-us/>>.
- Koch, Erin. 2006. « Beyond suspicion: Evidence, (un)certainly, and tuberculosis in Georgian prisons ». *American Ethnologist*, vol. 33, no 1, p. 50-62.
- Koteyko, Nelya. 2009. « “I am a very happy, lucky lady, and I am full of Vitality!” Analysis of promotional strategies on the websites of probiotic yoghurt producers. » *Critical Discourse Studies*, vol. 62, no 1, p. 111-125.
- Kuhn, Thomas. 1962. « Le savant et les crises de croissance ». Dans *Structure des révolutions scientifiques*, p. 88-98, 106-114. Paris : Flammarion.
- . 1972. *Structure des révolutions scientifiques*. Paris : Flammarion.
- Lapointe, François-Joseph. 2015. « De la transformation du microbiome humain comme pratique expérimentale du bioart ». Institutionnel. *FRQCS*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.frqsc.gouv.qc.ca/fr/la-recherche/la-recherche-financee-par-le-frqsc/projets-de-recherche/projet/de-la-transformation-du-microbiome-humain-comme-pratique-experimentale-du-bioart-oz2sfrjw1434113021204>>.
- Larivière, Vincent. 2014. « Introduction à la bibliométrie ». Formation CIRST et programmes STS. (UQAM, 22 septembre 2014).
- Latour, Bruno. 1983. « Give me a Laboratory and I will raise the world ». Dans *Science Observed. Perspectives on the social study of science*, sous la dir. de Karin Knorr-Cetina et Michael Mulkay, p. 141-169. London — Beverly Hills — New Delhi : Sage Publications.
- . 1984. *Pasteur : guerre et paix des microbes*. Réédition 2001. Paris : La Découverte.
- . 1989. « Pasteur et Pouchet : hétérogénéité de l’histoire des sciences ». Dans *Éléments d’histoire des sciences*, sous la dir. de Michel Serres, p. 423-445. Paris : Bordas. Récupéré le 4 mars 2015 de <<http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/38-POUCHET-FR.pdf>>.
- . 1991. *Nous n’avons jamais été modernes. Essai d’anthropologie symétrique*. Coll. « Poche - Sciences humaines et sociales ». Paris : La Découverte.
- Lavigne, Élodie. 2013. « Bactéries. Nos meilleures ennemies ? » *Planète Santé*, no 1, p. 1-36.
- Leblanc, Patrice. 1994. « L’imaginaire social. Note sur un concept flou ». *Cahiers internationaux de Sociologie*, vol. 97, p. 415-443.
- Legros, Patrick, Frédéric Monneyron, Jean-Bruno Renard et Patrick Tacussel. 2006. *Sociologie de l’imaginaire*. Coll. « Les classiques du fonds ». Paris : Armand Colin.
- Levy, David L et André Spicer. 2013. « Contested imaginaries and the cultural political economy of climate change ». *Organization*, vol. 20, no 5, p. 659-678.
- LMicrobiome. 2015. « London Microbiome Meeting ». *London Microbiome Meeting*.

- Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://londonmicrobiome.org/>>.
- Lorimer, Jamie. 2016. « Ch.2 : Probiotic legalities de-domestication and rewilding before the law ». Dans *Animals, biopolitics, laws : lively legalities*, sous la dir. de Irus Braverman. New York : Routledge.
- Magnone, Sophia Booth. 2016. « Microbial zoopoetics in Octavia Butler's Clay's Ark ». *Humanimalia*, vol. 7, no 2, p. 1-15.
- Mallet, D, S Soyeux, A Herbaut et H Chekroud. 2005. « Imaginaire social, science et croyance ». *Revue Francophone Psycho-Oncologie*, no 4. Coll. « Anthropologie », p. 253-260.
- Margulis, Lynn et Dorion Sagan. 2002. *Acquiring genomes: a theory of the origins of species*. New York : Basic books.
- Mathias, Paul. 2009. « Imaginaire et imagination à l'épreuve de l'Internet ». Dans *Imaginaire(s) des technologies d'information et de communication*. Coll. « PrATICs ». Paris : Maison des sciences de l'homme.
- Mayer, Jonathan D. 2000. « Geography, ecology and emerging infectious diseases ». *Social Science and Medicine*, vol. 50, p. 937-952.
- Mazliak, Paul. 2015. « Louis Pasteur ». *Encyclopaedia Universalis*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.universalis-edu.com.proxy.bibliotheques.uqam.ca:2048/encyclopedia/louis-pasteur/>>.
- Mc Master University. 2015. « Canada Research Chair in Interdisciplinary Microbiome Research ». *Mc Master University*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <http://fhs.mcmaster.ca/main/canada_chairs/interdisciplinary_microbiome_research_chair.html>.
- McGill Publications. 2014. « McGill inaugure le Centre microbiome et tolérance aux maladies ». *Le Bullel de la Faculté de médecine*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://publications.mcgill.ca/lebullel/2014/02/07/mcgill-inaugure-le-centre-microbiome-et-tolerance-aux-maladies/>>.
- Metacardis. 2012. « Metacardis Project Overview ». *Metacardis*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.metacardis.net/The-Project/project-overview.html>>.
- MetaHIT. 2010. « Welcome to MetaHIT website ». *Metagenomics of the Human Intestinal Tract*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.megahit.eu/>>.
- Michaud, Valérie. 2010. « Lorsque l'imaginaire migratoire rencontre les réalités de la migration : parcours de migrants volontaires et qualifiés de l'Afrique de l'Ouest au Québec ». Mémoire, Montréal : Université de Montréal.
- Micropia. 2015. « Welcome to Micropia ». *Micropia, Shows the invisible*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.micropia.nl/en/plan-your-visit/what-is-micropia/welcome-micropia/>>.
- Millette, Mélanie. 2015. « L'usage des médias sociaux dans les luttes pour la visibilité : le cas des minorités francophones au Canada anglais ». Thèse de doctorat. Montréal : Université du Québec à Montréal.
- Moulin, Pierre. 2005. « Imaginaire social et Cancer ». *Revue Francophone Psycho-*

- Oncologie*, no 5, p. 261-267.
- Moutot, Anaïs. 2016. « Les mille et une promesses du microbiote ». *Les Echos* (France), 22 novembre 2016. P.14
- Morin, Edgard. 1956. *Le cinéma ou l'homme imaginaire*. Essai d'Anthropologie Sociologique. Paris: Les Éditions de minuit.
- Mullard, Asher. 2008. « Microbiology: the inside story ». *Nature*, vol. 453, p. 578-580.
- Münch, Ragnhild. 2003. « Robert Koch ». *Microbes and Infection*, vol. 5, p. 60-74.
- Musée National de l'Éducation. 2016. « Suivez ces Conseils, vous vivrez longtemps ». *Les collections du Musée national de l'Éducation*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<https://www.reseau-canope.fr/musee/collections/fr/museum/mne/suivez-ces-conseils-vous-vivrez-longtemps/58784ead-10c0-41b5-8fb9-33ee650db1a3>>.
- My New Gut. 2013. « Amout My New Gut ». *My new Gut*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.mynewgut.eu/home>>.
- National Institutes of Health. 2012. « NIH Human Microbiome Project defines normal bacterial makeup of the body ». *U.S. Department of Health ans Human Services- NIH News*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<https://www.genome.gov/27549144>>.
- . 2014. « Overview HMP ». *National Institutes of Health. Office of Strategic Coordination - The Common Fund*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://commonfund.nih.gov/hmp/overview>>.
- Nerlich, Brigitte et Iina Hellsten. 2004. « Genomics: shifts in metaphorical landscape between 2000 and 2003 ». *New Genetics and Society*, vol. 23, no 3, p. 1-15.
- . 2009. « Beyond the human genome: microbes, metaphors and what it means to be human in a interconnected post-genomic world ». *New Genetics and Society*, vol. 28, no 1, p. 19-36.
- Neves Gameiro, Denise. 2016. « BioArt: Joana Ricou shows the Beatiful Similarities of the Microbiome ». *La biotech.eu*, avril 2016, Édition en ligne. Récupéré le 30 décembre 2016 de <<http://labiotech.eu/bioart-joana-ricou-shows-the-beautiful-similarities-of-the-microbiome/>>.
- Office québécois de la langue française. 2016. Adjectif avec nous de majesté et de modestie dans *Banque de dépannage linguistique*. Récupéré le 5 janvier 2017 de <http://bdl.oqlf.gouv.qc.ca/bdl/gabarit_bdl.asp?id=1706>.
- Organisation des Nations Unies. 2001. *Le Millénaire Urbain*. Session extraordinaire de l'Assemblée générale des Nations Unies consacrée à l'examen et à l'évaluation d'ensemble de l'application du Programme pour l'habitat. New-York : ONU. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.un.org/french/ga/istanbul5/kit2.pdf>>.
- Organisation Mondiale de la Santé. 2003. *Régime alimentaire, nutrition et prévention des maladies chroniques*. Rapport technique. Coll. « Rapport d'une consultation OMS/FAO d'experts ». Genève : OMS. Récupéré le 5 janvier 2016 de

- <http://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_916_fre.pdf>.
- . 2014. *Statistiques sanitaires mondiales 2014*. Genève : OMS. Récupéré le 5 janvier 2016 de <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112816/1/WHO_HIS_HSI_14.1_fre.pdf>.
- . 2015a. « Maladies chroniques ». *Thèmes de santé*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <http://www.who.int/topics/chronic_diseases/fr/>.
- . 2015b. « Thèmes de santé (liste) ». Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.who.int/topics/fr/>>.
- . 2016. *Résistance aux antimicrobiens*. Centre des médias. OMS. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/fr/>>.
- Parayre, Séverine. 2008. « L'hygiène à l'école aux XVIII^e et XIX^e siècles : vers la création d'une éducation à la santé ». *Recherches & Éductions*, vol. 1, p. 177-193.
- Pasteur, Louis. 1888. « Discours d'inauguration de l'Institut Pasteur ».
- Paxson, Heather. 2008. « Post-pasteurian cultures: the microbiopolitics of raw-milk cheese in the US ». *Cultural Anthropology*, vol. 23, no 1.
- Paxson, Heather et Stefan Helmreich. 2013. « The perils and promises of microbial abundance: novel natures and model ecosystems, from artisanal cheese to alien seas ». *Social Studies of Science*, vol. 42, no 2, p. 165-193.
- Perrot, Annick et Maxime Schwartz. 2014. *Pasteur et Koch, un duel de géants dans le monde des microbes*. Paris : Odile Jacob.
- Petrini, Carlo. 2005. *Slow Food, manifeste pour le goût et la biodiversité*. Réédition 2001. Paris: Yves Michel.
- Pinson, Guillaume. 2014. « Imaginaire social ». *Le lexique socius. Chaire de recherche du Canada sur l'histoire de l'édition et la sociologie du littéraire*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://ressources-socius.info/index.php/lexique/21-lexique/156-imaginaire-social>>.
- Pires, Alvaro. 1997. *Échantillonnage et recherche qualitative : essai théorique et méthodologique*. Coll. « Les classiques des sciences sociales ». Université d'Ottawa.
- Polère, Cédric. 2007. « Lyon dans l'histoire mondiale de la santé - Une approche par les conceptions et les systèmes de santé ». *Millénaire. Centre Ressource Prospective du Grand Lyon*, p. 37.
- Popovic, Pierre. 2008. *Imaginaire social et folie littéraire : Le Second Empire de Paulin Gagne*. Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.
- . 2013. *La mélancolie des Misérables. Essai de sociocritique*. Coll. « Errers essais ». Montréal : Le Quartanier.
- Porter, JR. 1976. « Antony Van Leewenhoek : Tercentenary of his discovery of bacteria ». *Bacteriological reviews*, vol. 40, no 2, p. 260-269.
- Pouchet, Félix-Archimède. 1859. *Hétérogénie ou traité de la génération spontanée*.
- Poulain, Cécile. 2013. « Microbiote intestinal, nouvel organe au potentiel

- extraordinaire ». *INRA Science & Impact*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.inra.fr/Grand-public/Alimentation-et-sante/Tous-les-dossiers/Metagenome-intestinal>>.
- Probiotiques-sante.fr. 2016. « Ces bactéries qui vous veulent du bien ! » *Microbiotes & Probiotiques*. Récupéré le 30 décembre 2016 de <<http://www.probiotiques-sante.fr/infographie/ces-bacteries-qui-vous-veulent-du-bien/>>.
- Program on STS at Harvard University. 2015. « STS Research platform: Sociotechnical Imaginaries Project ». *Program on Science, Technology & Society Harvard*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://sts.hks.harvard.edu/research/platforms/imaginaries/>>.
- Proulx, Michel et Kate Black. 2014. « Faculty welcomes new Campus Alberta Innovation Program Chair for Nutrition, Microbes and gastrointestinal Health ». *University of Alberta*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.ales.ualberta.ca/ALESNews/2014/April/FacultywelcomesnewCAIPchair.aspx>>.
- Prusiner, Stanley. 2015. *La mémoire et la folie : La découverte des prions. Un nouveau paradigme biologique*. Trad. par Pierre Kaldy. Coll. « Sciences ». Paris : Odile Jacob.
- QRS International. 1999. *NVivo*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://www.qsrinternational.com/nvivo-french>>.
- Ricœur, Paul. 1986. *Du texte à l'action. Essais d'herméneutique II*. Paris : Seuil.
- Ricou, Joana. 2013. « Multitudes ». *Portfolio*. Récupéré le 30 décembre 2016 de <<http://www.joanaricou.com/multitudes>>.
- Rocher, Guy. 1992. « Ch. 4: Culture, civilisation et idéologie ». Dans *Introduction à la sociologie générale*, p. 101-127. 3e édition. Montréal : Éditions Hurubise HMH Itée.
- Rook, G.A.W. 2010. « 99th Dahlem Conference on infection, inflammation and Chronic inflammatory disorders: Darwinian medicine and the “hygiene” or “old friends” hypothesis ». *Clinical and Experimental Immunology*, vol. 160. Coll. « British Society for Immunology », p. 70-79.
- Salomon-Bayet, Claire, Bernard Lécuyer, Jacques Léonard, Viviane Thévenin, Robert Carvais et Bruno Latour. 1986. *Pasteur et la Révolution pastoriennne*. Sous la dir. de. Claire Salomon-Bayet. Coll. « Médecine et sociétés ». Paris : Payot.
- Sansonetti, Philippe. 2009. *Des microbes et des hommes. Guerre et paix aux surfaces muqueuses*. Coll. « Leçons inaugurales 200 ». Paris. Récupéré le 15 novembre 2013 de <<http://books.openedition.org.proxy.bibliotheques.uqam.ca:2048/cdf/197>>.
- Santé et Services sociaux Québec. 2006. *Plan d'action sur la prévention et le contrôle des infections nosocomiales 2006-2009*. Gouvernement du Québec : Direction générale de la santé publique du ministère de la Santé et des Services sociaux. Récupéré le 5 janvier 2016 de

- <<http://publications.msss.gouv.qc.ca/acrobat/f/documentation/2006/06-209-01.pdf>>.
- Seguin, Eve (dir.). 2004. *Infectious processes. Knowledge, discourse and the politics of prions*. Coll. « Science, Technology & Medicine in Modern History ». Grande Bretagne : Palgrave Macmillan.
- Sheikh, A et DP Strachan. 2004. « The hygiene theory: fact or fiction ? » *Otolaryngol Head Neck Surg*, vol. 12, no 3, p. 232-236.
- Simard-Houde, Mélodie. 2015. « Le reporter, médiateur, écrivain et héros. Un répertoire culturel (1870-1939) ». Thèse de doctorat en cotutelle, Canada - France : Université Laval et Université Paul-Valéry (Montpellier III).
- Strachan, David P. 1989. « Hay fever, hygiene, and household size ». *British Medical Journal*, vol. 299, p. 1259-1260.
- Taylor, Charles. 2004. *Modern Social Imaginaries*. Durham and London : Duke University Press.
- Théberge, Delphine. 2012. « Rencontre des acteurs et des imaginaires à travers un processus de dialogue - Le cas du Projet pilote d'aménagement écosystémique de la Réserve faunique des Laurentides ». Mémoire, Canada : Université Laval Québec.
- Théodoridès, Jean. 1977. *Histoire de la biologie*. Coll. « Que sais-je ? ». Paris : Presses Universitaires de France.
- Thomas, Joël (dir.). 1998. *Introduction aux méthodologies de l'Imaginaire*. Paris : Ellipses.
- Thomson Reuters. 2015. « ISI Web of Knowledge ». *Journal Citation Reports*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<http://admin-apps.webofknowledge.com.proxy.bibliotheques.uqam.ca:2048/JCR/JCR?PointOfEntry=Home&SID=4DTMUOYfnj2WFXoAAhb>>.
- Thuillier, Pierre. 1980. *Le petit savant illustré*. Coll. « Science ouverte ». Paris : Éditions du Seuil.
- Tomes, Nancy. 1998. *The Gospel of Germs. Men, Women, and the Microbe in American Life*. Cambridge : Harvard University Press.
- . 2000. « Public health then and now. The making of germ panic then and now ». *American Journal of Public Health*, vol. 90, no 2, p. 191-198.
- Trémolères, François. 2011. « Quel avenir pour l'antibiothérapie ? Les résistances augmentent, l'innovation est en panne ! » *Revue francophone des laboratoires*, vol. 429 bis, p. 10-12.
- Tresch, John. 2005. « Cosmogram ». Dans *Cosmograms*, sous la dir. de Melik O'Hanian et Jean-Christophe Royoux. New York : Lukas & Sternberg.
- Université Paris Diderot. 2012. « Procès-verbal du Conseil des études et de la vie universitaire ».
- Université Paris-Saclay. 2015. « M2 Microbiologie - Microbiote, agents pathogènes et thérapeutiques anti infectieuses (MBVP) ». *Université Paris-Saclay*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <<https://www.universite-paris->

- saclay.fr/fr/formation/master/m2-microbiologie-microbiote-agents-pathogenes-et-therapeutiques-anti-infectieuses>.
- University of Colorado. 2014. « Gut Check: Exploring your microbiome ». *Coursera*. Récupéré le 8 mars 2016 de <<https://www.coursera.org/course/microbiome>>.
- Vademecum philosophique.com. 2013. « 3.3 La finalité ». Dans *La souffrance et la maladie*. Récupéré le 6 février 2014 de <<http://vademecum-philosophique.fr/wp-content/uploads/2013/06/Le-Vademecum-philosophique.-La-souffrance-et-la-maladie.pdf>>.
- Védrine, Hélène. 1990. *Les grandes conceptions de l'imaginaire. De Platon à Sartre et Lacan*. Coll. « biblio essais ». Paris : Le Livre de Poche.
- Wellcome Trust. 2012. « Exploring Human Host-Microbiome Interactions in Health and Disease ». *Wellcome Trust*. Récupéré le 5 janvier 2016 de <https://registration.hinxton.wellcome.ac.uk/display_info.asp?id=271>.
- Worboys, Michael. 2007. « Was there a Bacteriological Revolution in late nineteenth-century medicine? » *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, vol. 38, p. 20-42.
- Wunenburger, Jean-Jacques. 2001. *Imaginaires du politique*. Coll. « Philo ». Paris : Ellipses Éditions Marketing.
- . 2003. *L'imaginaire*. 1re éd. Coll. « Philosophie Que Sais-Je ? ». Paris : Presses Universitaires de France.
- Wynne, Brian. 1992. « Misunderstood Misunderstanding: social identities and public uptake of science ». *Public Understanding of Science*, vol. 1, p. 281-304.