



HAL
open science

Intérêt de l'outil numérique dans la prise en charge parodontale : exemple des patients diabétiques

Claire Bigot

► **To cite this version:**

Claire Bigot. Intérêt de l'outil numérique dans la prise en charge parodontale : exemple des patients diabétiques. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-04161270

HAL Id: dumas-04161270

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04161270v1>

Submitted on 13 Jul 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

UNIVERSITÉ DE PARIS
FACULTÉ DE SANTÉ
UFR D'ODONTOLOGIE

Année 2021

N° D026

THÈSE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE
Présentée et soutenue publiquement le : 8 décembre 2021

Par

Claire BIGOT

Intérêt de l'outil numérique dans la prise en charge parodontale :
exemple des patients diabétiques

Dirigée par Mme le Docteur Pamela Passerat de Silans

JURY

Mme le Professeur Catherine Chaussain
M. le Professeur Martin Biosse Duplan
M. le Docteur Adrian Brun
Mme le Docteur Pamela Passerat de Silans
M. le Docteur Sébastien Jungo

Président
Assesseur
Assesseur
Assesseur
Invité



L'auteur s'engage à respecter les droits des tiers, et notamment les droits de propriété intellectuelle. Dans l'hypothèse où la thèse d'exercice comporterait des éléments protégés par un droit quelconque, l'auteur doit solliciter les autorisations nécessaires à leur utilisation, leur reproduction et leur représentation, auprès du ou des titulaires des droits. Le droit de citations doit s'exercer avec rigueur et discernement. Certaines citations peuvent comporter un extrait textuel de la source. Cet extrait textuel doit être relativement court (une quinzaine de lignes tout au plus), mis entre guillemets ou clairement séparé du corps du texte et bien évidemment référencé en citation. En ce qui concerne la citation sans extrait textuel (mention d'idées ou concepts originaux, données chiffrées, figures, etc.), il faut également en citer la source. Toute figure, tableau, graphique reproduit doit également être accompagné de la citation de la source. L'auteur est responsable du contenu de sa thèse d'exercice. Il garantit l'Université contre tout recours. Elle ne pourra en aucun cas être tenue responsable de l'atteinte aux droits d'un tiers.

Claire BIGOT

Tableau des enseignants de l'UFR d'Odontologie

| DÉPARTEMENTS | DISCIPLINES | PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS | MAÎTRES DE CONFÉRENCES |
|--|---|--|---|
| 1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION | ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE | Mme M. AUJAY DE LA DURE-MOLLA Mme É. DURSUN Mme S. VITAL | Mme A.-L. BONNET M. F. COURSON Mme A. VANDERZWALM |
| | ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE | Mme E. LE NORCY | Mme M. BENAHMED M. C. DUNGLAS M. P. GARREC Mme A. KAMOOUN Mme B. VI-FANE |
| | PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE | Mme S. AZOGUI-LEVY M. P. PIRNAY | Mme A.-C. BAS Mme A. GERMA Mme V. SMAIL-FAUGERON Mme A. TENENBAUM |
| 2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE | PARODONTOLOGIE | Mme F. ANAGNOSTOU M. M. BIOSSE DUPLAN Mme M.-C. CARRA Mme M.-L. COLOMBIER Mme M. GOSSET Mme H. RANGÉ | M. A. BRUN M. D. GUEZ M. S. KERNER M. F. MORA |
| | CHIRURGIE ORALE | Mme G. LESCAILLE M. L. MAMAN Mme L. RADOÏ M. Y. ROCHE | Mme V. BAAROUN M. B. COURRIER Mme A.-L. EJEIL M. F. GAULTIER M. A. HADIDA M. N. MOREAU M. T. NGUYEN Mme J. ROCHEFORT Mme I. TAÏHI |
| | BIOLOGIE ORALE | Mme A. C. AZEVEDO (PU associée) Mme C. BARDET (PR) Mme A. BERDAL Mme C. CHAUSSAIN M. V. DESCROIX M. B. FOURNIER M. B. GOGLY Mme R. KOZYRAKI Mme S. SÉGUIER | Mme C. ANDRIQUE (MCU associée) M. C.-D. ARRETO M. J. BOUCHET (MCF) Mme H. CHARDIN M. P. COLLIN Mme M.-H. COTTET Mme A. COUDERT (MCF) M. F. FERRÉ Mme C. GORIN Mme S. HOUARI-MEJRI Mme J. ISAAC (MCF) M. O. LE MAY M. G. LIGNON (MCU associé) Mme N NOWWAROTE (MCU associé) |
| 3. RÉHABILITATION ORALE (DÉBUT) | DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE | Mme T. BOUKPESSI Mme F. CHEMLA M. P. COLON Mme C. GAUCHER | Mme F. BERÈS Mme C. BESNAULT M. É. BONTE Mme A.-M. COLLIGNON M. F. DECUP Mme A. HARTMANN M. G. KUHN Mme C. MESGOUÉZ-MENEZ Mme C. MOCQUOT Mme N. PRADELLE PLASSE Mme M. ZANINI |

| DÉPARTEMENTS | DISCIPLINES | PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS | MAÎTRES DE CONFÉRENCES |
|------------------------------------|--|--|---|
| 3. RÉHABILITATION ORALE (SUITE) | PROTHÈSES | Mme M.-V. BERTERETCHE Mme A. BRAUD M. O. FROMENTIN M. C. RIGNON-BRET M. B. TAVERNIER Mme C. WULFMAN | M. J.-M. CHEYLAN M. M. DAAS M. D. DOT Mme L. FRIEDLANDER M. L. DUPAGNE (MCU associé) M. N. EID M. S. ESCURE Mme I. FOUILLOUX M. P. GATEAU M. D. MAURICE M. P. MOULIN M. P. RENAULT Mme É. SARFATI M. J.-E. SOFFER M. P. TRAMBA |
| | FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX | Mme S. DOUBLIER (PR associée) Mme L. JORDAN M. J.-F. NGUYEN M. B. SALMON | M. J.-P. ATTAL M. C. AZEVEDO Mme R. BENBELAÏD Mme A. BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) Mme J. BOSCO M. D. BOUTER M. J.-L. CHARRIER M. M. CHERRUAU M. R. FELIZARDO M. B. FLEITER M. P. FRANÇOIS Mme H. FRON CHABOUIS Mme F. MANGIONE M. A. PORPORATI (MCU associé) Mme F. TILOTTA |
| PROFESSEURS ÉMÉRITES | | M. C. BÉRENHOLC M. A. LAUTROU M. P. BOUCHARD Mme M.-L. BOY-LEFÈVRE Mme M. FOLLIGUET M. J.-L. SAFFAR | M. R. GARCIA M. G. LEVY M. B. PELLAT Mme A. POLIARD Mme M. WOLIKOW |

Liste mise à jour le 28 octobre 2021

Remerciements

À Mme le Professeur Catherine Chaussain ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Docteur de l'Université de Paris ; Habilité à Diriger des Recherches ; Professeur des Universités, UFR d'Odontologie – Université de Paris ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Qui m'a permis dès le début de mes études en médecine bucco-dentaire de poursuivre une activité de recherche, et de conforter mon tropisme pour les sciences biomédicales. De plus, dans le cadre de votre consultation à l'hôpital Bretonneau consacrée aux maladies rares, j'ai beaucoup apprécié travailler à vos côtés. C'est à cette occasion que vous m'avez encouragé à rejoindre la plateforme Covidom, qui a constitué l'un des éléments déclencheurs de cette thèse. A présent, c'est un privilège de vous avoir en tant que présidente de jury et de clore ce chapitre universitaire avec vous. Soyez assuré de ma sincère gratitude et de mon profond respect.

À M. le Professeur Martin Biosse Duplan ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Docteur de l'Université Paris Descartes ; Habilité à Diriger des Recherches ; Professeur des Universités, UFR d'Odontologie – Université de Paris ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Que j'ai eu la chance d'avoir en tant qu'enseignant en parodontologie. Ça a été un plaisir de travailler à vos côtés, aussi bien à l'hôpital lors de mon externat, qu'à l'université lors des missions de prévention organisées dans le cadre de votre Unité d'Enseignement. J'ai également apprécié vous suivre au sein de votre équipe en tant qu'attachée, et espère pouvoir poursuivre dans ce sens. Naturellement, je me suis orientée vers vous pour clore ce premier chapitre en parodontologie. J'espère que ce travail vous plaira, et serai ravie de bénéficier de vos remarques. Veuillez trouver ici l'expression de ma gratitude et de mon plus grand respect.

À M. le Docteur Adrian Brun ; Docteur en Chirurgie Dentaire ; Docteur d'Université de Paris ; Maître de Conférences des Universités, UFR d'Odontologie – Université de Paris ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Avec qui j'ai eu la chance de découvrir la parodontie clinique lors de mon premier semestre d'externat à l'hôpital Bretonneau, et d'échanger sur la recherche en biologie orale. N'ayant ensuite pas pu davantage travailler avec vous, c'est un plaisir de vous retrouver et de vous compter parmi les membres de mon jury. J'espère que ce travail vous plaira, et serai ravie de bénéficier de vos remarques. Veuillez trouver ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

À Mme Docteur Pamela Passerat de Silans ; Docteur en Chirurgie Dentaire ; Assistant Hospitalo-Universitaire, UFR d'Odontologie - Université de Paris ; Lauréat de l'Académie Nationale de Chirurgie dentaire

Pour votre vision de la parodontologie et votre rigueur, qui m'auront éclairé tout au long de mon parcours jusqu'à la rédaction de cette thèse. J'ai pris plaisir à travailler avec vous lors de mon externat à l'hôpital Bretonneau, et me suis naturellement orientée vers vous pour clore ce chapitre. Merci de m'avoir fait l'honneur de diriger ce travail plutôt singulier. Trouvez ici l'expression de mes plus sincères remerciements.

À M. le Docteur Sébastien Jungo ; Docteur en Chirurgie Dentaire ; Assistant Hospitalo-Universitaire ; UFR d'Odontologie - Université de Paris

Avec qui j'ai eu la chance de travailler en parodontologie lors de mon externat à l'hôpital Bretonneau. Votre approche me plaît beaucoup, et m'a éclairé dans de nombreuses situations. Je suis ravie de vous compter parmi les membres de mon jury et de pouvoir bénéficier de vos remarques, qui m'aideront encore grandement dans ma pratique en devenir. Veuillez trouver ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

Résumé et indexation en français et anglais

Résumé :

Les maladies parodontales représentent un problème de santé publique majeur. Elles sont reconnues comme étant la sixième complication du diabète (1), autre pathologie chronique affectant un nombre de plus en plus important d'individus à travers le monde. Selon l'OMS, depuis 1980, le nombre de patients atteints de diabète a quadruplé pour s'établir à 422 millions en 2014, soit une personne sur onze (2). Dorénavant, l'OMS prévoit 642 millions de personnes diabétiques d'ici 2040, qualifiant ainsi le phénomène de véritable pandémie. Jusqu'à présent, ces patients n'étaient que très peu sensibilisés aux maladies parodontales et aux interactions de ces dernières avec leur pathologie, alors qu'ils le sont pour d'autres maladies. Bien que des efforts soient menés pour essayer de sensibiliser et d'éduquer davantage cette population, cela ne semble pas suffisant au vu des dernières données. Dans ce sens, cette thèse a pour objectif de montrer l'intérêt de l'outil numérique dans la prise en charge des maladies parodontales chez les patients diabétiques. Tout d'abord, l'association ainsi que le lien bi-directionnel entre les maladies parodontales et le diabète seront remis en lumière. Puis la prévention des maladies parodontales axée sur les facteurs de risque du patient, avec le diabète comme exemple, sera développée. Enfin, à travers une analyse des tendances de l'e-santé, l'intérêt d'une application pour la prise en charge parodontale sera discuté chez les patients diabétiques, afin d'être appliquée au plus grand nombre sur le long terme.

Discipline ou spécialité :

Parodontologie

Mots clés français (fMeSH et Rameau) :

fMeSH : Maladies parodontales ; Technologie numérique

Rameau : Diabètes -- Complications (médecine) ; Prise en charge personnalisée du patient

Forme ou Genre :

fMeSH : Dissertation universitaire

Rameau : Thèses et écrits académiques

Abstract :

Periodontal diseases represent a major public health issue. They are considered as the 6th diabetes' complication (1). Diabetes is a chronic disease that affects more and more people throughout the world. According to World Health Organization (WHO), the number of cases have dramatically evolved since 1980 to reach 422 millions victims in 2014 (2). Recently, WHO estimated the number of diabetics to be 642 millions by 2040 and considered the event to be a pandemic. Up to now those patients have been poorly informed on periodontal diseases and on the latter's interaction with diabetes, whereas they are for other complications. Although efforts are being made to improve the situation, it is not enough given the overall data. In that context, this thesis intends to prove the need of a digital tool to optimize the periodontal diseases' care especially for diabetics. First, we will deeply introduce the association as well as the bi-directional link between periodontal diseases and diabetes. Second, we will develop the prevention of periodontal diseases according to risk factors, using diabetes as an example. Then, throughout an analysis of e-health trends, we will demonstrate the relevance of using an application to improve the treatment of periodontal diseases particularly for diabetics. The final goal is to use that tool for all kinds of patients.

Branch or specialty :

Periodontics

English keywords (MeSH) :

Periodontal Diseases ; Digital Technology

Publication type (MeSH) :

Academic Dissertation

Liste des abréviations

- ADF : Association Dentaire Française
- ADSL : Asymmetric Digital Subscriber Liner
- AGE/RAGE : Advanced Glycation End products / Receptor of AGE
- AP-HP : Assistance Publique Hôpitaux de Paris
- FID : Fédération Internationale du Diabète
- HbA1c : Hémoglobine glyquée
- IL : Inter Leukine
- LPS : Lipo Poly Saccharide
- MMPs : Matrix Metallo Protéinases
- NHANES : National Health And Nutrition Examination Survey
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé
- OPG : Ostéo Proté Gérine
- PCR : Polymerase Chain Reaction
- PGE2 : Prosta Glandine E2
- PMN : Poly Morpho Nuclear
- PRA : Periodontal Risk Assessment
- PRC : Periodontal Risk Calculator
- RANKL : Receptor Activator of Nuclear factor- KB Ligand
- SHARE : Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe
- TLR : Toll Like Receptor
- TNF : Tumor Necrosis Factor
- WHO : World Health Organization

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION | 3 |
| 1 : LES MALADIES PARODONTALES CHEZ LE PATIENT DIABETIQUE | 4 |
| 1.1 DEFINITIONS ET PREVALENCES..... | 4 |
| 1.1.1 <i>Maladies parodontales</i> | 4 |
| 1.1.2 <i>Diabète</i> | 7 |
| 1.2 ASSOCIATION DES MALADIES PARODONTALES ET DU DIABETE..... | 10 |
| 1.2.1 <i>Preuves épidémiologiques de l'association</i> | 10 |
| 1.2.2 <i>Impact du diabète sur les maladies parodontales</i> | 10 |
| 1.2.3 <i>Impact des maladies parodontales sur le diabète</i> | 15 |
| 1.3 RELATION BIDIRECTIONNELLE..... | 18 |
| 1.3.1 <i>Lien : inflammation</i> | 18 |
| 1.3.2 <i>Implications cliniques</i> | 19 |
| 2 : PREVENTION DES MALADIES PARODONTALES CHEZ LE PATIENT DIABETIQUE | 22 |
| 2.1 LA PREVENTION DES MALADIES PARODONTALES..... | 22 |
| 2.1.1 <i>Définitions et principes de la prévention</i> | 22 |
| 2.1.2 <i>Les trois différents types de prévention et leurs applications en parodontologie</i> | 23 |
| 2.1.3 <i>Impacts médico-économiques de la prise en charge des maladies parodontales</i> | 26 |
| 2.2 LA PREVENTION BASEE SUR LES FACTEURS DE RISQUE : EXEMPLE DU DIABETE..... | 28 |
| 2.2.1 <i>Changement de paradigme de la prise en charge parodontale</i> | 28 |
| 2.2.2 <i>Retour d'expérience auprès de patients diabétiques</i> | 30 |
| 3 : INTERET DE L'OUTIL NUMERIQUE | 31 |
| 3.1 L'E-SANTE..... | 31 |
| 3.1.1 <i>Définitions et principes</i> | 31 |
| 3.1.2 <i>État des lieux des usages et des attentes des patients</i> | 33 |
| 3.1.3 <i>État des lieux des usages et des attentes des professionnels de santé</i> | 37 |
| 3.2 LE FORMAT..... | 39 |
| 3.2.1 <i>État des lieux</i> | 39 |
| 3.2.2 <i>Analyse des outils numériques dans le secteur médical</i> | 40 |
| 3.2.3 <i>L'Application</i> | 44 |
| CONCLUSION | 46 |
| BIBLIOGRAPHIE | 48 |

| | |
|--------------------------------|-----------|
| TABLE DES FIGURES..... | 53 |
| TABLE DES TABLEAUX..... | 54 |
| ANNEXES..... | 55 |

Introduction

Les maladies parodontales sont des affections des tissus de soutien de la dent (gencive, cément, ligament parodontal et os alvéolaire) d'origine microbienne, et constituées de lésions inflammatoires modulées par le système de défense de l'hôte (3). À ce jour, elles constituent un réel problème de santé publique avec un nombre croissant de cas. En 2010 la parodontite sévère représentait la sixième maladie la plus fréquente, affectant 10,8 % de la population soit 743 millions d'individus à travers le monde (4). Par ailleurs, des associations avec d'autres maladies chroniques ont été mises en évidence, notamment avec le diabète qui est un des facteurs de risque des maladies parodontales.

Aujourd'hui, si la prise en charge thérapeutique des maladies parodontales est connue, les enjeux résident dans la prévention, tant dans son apparition que dans sa récurrence. Initialement, le modèle de prise en charge parodontale reposait uniquement sur le diagnostic et la réparation des lésions. Depuis quelques années, il a évolué vers un concept de prise en charge de l'état de santé plus général du patient fondé sur les facteurs de risque, le traitement et les interrelations avec d'autres pathologies. C'est la raison pour laquelle, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a intégré la prise en charge des maladies parodontales dans ses objectifs de santé orale à l'horizon 2020 (3).

De nombreuses interactions ont été décrites entre les maladies parodontales et le diabète. Cette relation s'avère être bidirectionnelle. En d'autres termes, la sévérité des atteintes parodontales est plus importante chez les patients diabétiques mal contrôlés par rapport aux sujets sains (ou dont la glycémie est contrôlée), et le traitement parodontal tend à améliorer le contrôle de la glycémie (5). Les associations décrites à ce jour avec d'autres maladies chroniques systémiques ne sont pas aussi significatives. Néanmoins, il fait actuellement consensus que la prévention et le traitement des maladies parodontales chez ces patients pourraient contribuer à diminuer les comorbidités (3). C'est pourquoi les démarches doivent davantage se focaliser sur la prévention, particulièrement chez les patients diabétiques, et ce dès le plus jeune âge pour une efficacité optimale.

Dans ce contexte, l'objet de cette thèse est de démontrer l'intérêt de l'outil numérique dans la prévention, et finalement la prise en charge, des maladies parodontales chez les patients diabétiques.

1 : Les maladies parodontales chez le patient diabétique

1.1 Définitions et prévalences

1.1.1 Maladies parodontales

1.1.1.1 Définitions et principes

Les maladies parodontales sont des processus pathologiques d'origine microbienne, constitués de lésions inflammatoires, entraînant une atteinte réversible ou irréversible des tissus de soutien de la dent. Lorsque l'atteinte affecte uniquement le parodonte superficiel, elle est réversible et entraîne les gingivites. Lorsque l'atteinte affecte à la fois le parodonte superficiel et le parodonte profond, la perte d'attache est irréversible, et entraîne les parodontites (3).

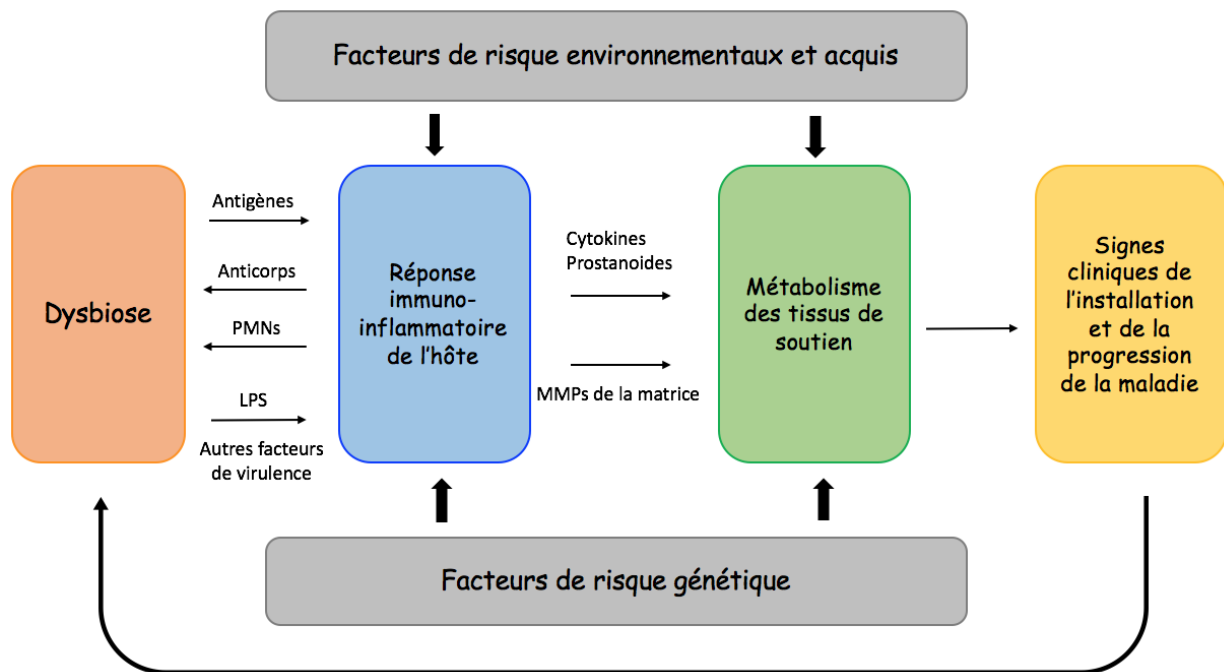
Le facteur étiologique de ces maladies est le biofilm bactérien. Son lien avec la gingivite a été montré depuis les années 1960. En l'absence de brossage, une gingivite se développe chez des personnes ayant un parodonte sain en deux à trois semaines, et la reprise d'un contrôle de plaque adéquat permet le retour à la santé gingivale en une semaine (6). Gingivites et parodontites sont le continuum d'un même processus inflammatoire, toutes deux résultant de la réaction de l'hôte face à l'invasion bactérienne (7). Néanmoins seuls certains pathogènes sont associés à la parodontite, et en présence de souches particulièrement virulentes, un contrôle de plaque efficace pourrait n'avoir qu'un impact limité sur le développement de la maladie (8). Le passage de la gingivite à la parodontite est encore mal compris, et la plupart des gingivites n'aboutissent pas nécessairement à une perte d'attache irréversible. La première conférence de consensus européenne en parodontologie a conclu toutefois que la parodontite était toujours précédée par la gingivite (9).

Plus précisément, la rupture de l'équilibre du microbiote oral génère une dysbiose qui, en fonction de la réponse immuno-inflammatoire de l'hôte, produit des lésions plus ou moins sévères. Autrement dit, la quantité et la virulence des bactéries par rapport à la réponse de l'hôte semblent déterminantes dans le passage de la gingivite à la parodontite (3). Sur la figure ci-dessous, la dysbiose est représentée dans un premier temps car elle est indispensable au déclenchement de la maladie. Puis dans un second temps, la réponse immuno-inflammatoire de l'hôte face à ce déséquilibre impacte le métabolisme des tissus de soutien de la dent. Ceci se traduit alors progressivement par plusieurs signes cliniques de l'installation et de la progression de la maladie. Il est important de souligner que c'est la réaction de

défense de l'hôte au processus infectieux qui est responsable de l'expression de la maladie, et que celle-ci est modulée par différents facteurs de risque : génétiques, environnementaux et acquis (10).

Figure 1 : La pathogénèse des maladies parodontales. PMNs : lymphocytes polymorphonucéaires.

LPS : lipopolysaccharides. MMPs : métalloprotéinases.



Source : Page et Kornman, « The pathogenesis of human periodontitis », 1997.

Les maladies parodontales sont plurifactorielles. Comme évoqué précédemment, il existe des facteurs généraux (diabète, maladies cardio-vasculaires...), locaux, génétiques, acquis, environnementaux, et psychosociaux. Parmi eux, trois sont identifiés comme des facteurs de risque vrais : les pathogènes parodontaux, le tabac, et le diabète (3). Genco et al. en 2013 propose une classification de ces facteurs (11). Concernant les pathogènes parodontaux, *P. gingivalis*, *T. forsythia* et *T. denticola* sont les plus souvent associés à la destruction parodontale (« complexe rouge » de Socransky (12)), et sont classés d'aggravants et de modifiables. Même classification pour le tabac. Quant au diabète, il est classé de général, d'aggravant et de modifiable. C'est l'action synergique de ces différents facteurs de risque qui influence l'expression et l'évolution de la parodontite.

Plusieurs classifications des maladies parodontales ont vu le jour depuis l'avènement de la parodontologie, et celle de Chicago de 2017 est la plus récente (13). Elle a été élaborée afin d'intégrer davantage de paramètres en rapport avec la santé du patient, tels que les facteurs de risque généraux

de la maladie parodontale. Dans cette classification, la parodontite est caractérisée par un stade et un grade. Le stade traduit la sévérité et la complexité de la pathologie en fonction de son étendue. Le grade définit la rapidité de progression de la maladie selon différents paramètres, parmi lesquels le tabac et le diabète. La classification de Chicago de 2017 se concentre ainsi davantage sur le profil à risques du patient, ce qui ouvre des perspectives pour des programmes de prévention, et *in fine* pour des prises en charge plus structurées et personnalisées (14).

1.1.1.2 Prévalence

La prévalence d'une maladie représente le nombre de cas de cette maladie dans une population à un moment donné, englobant aussi bien les cas nouveaux que les cas anciens (à différencier de l'incidence, qui est le nombre de nouveaux malades sur une période donnée). Sa connaissance est de la plus haute importance en termes de politique de santé. En effet, la proportion de sujets atteints ainsi que la gravité et les conséquences de la maladie, permettent d'évaluer les besoins, l'intérêt, et la nature de la prise en charge financière. C'est ainsi une référence afin de mettre en place une politique de prévention (3). Néanmoins, l'établissement de la prévalence des maladies parodontales se révèle être difficile étant donné l'hétérogénéité de la définition des cas (15). Dans ce sens, la classification de Chicago de 2017 tend à faciliter ces réflexions et études. Nous utiliserons ici pour l'analyse de la prévalence l'ancienne classification d'Armitage de 1999 (16).

Aux Etats-Unis, au début des années 1990, 63,9 % de la population présente au moins une poche parodontale de 3 mm, et seulement 5 % des Américains ne nécessitent aucun traitement parodontal (17). À partir des données de la NHANES (National Health And Nutrition Examination Survey), en 2009-2010, Eke et al. observent que près de 41 % des adultes américains de plus de 20 ans ont au moins un site avec une profondeur de poche de 4 mm ou plus (18). Quant à la France, une étude nationale menée en 2002-2003 par Bourgeois et al., démontre que près de 52 % des sujets âgés de 35 à 64 ans ont au moins un site avec une profondeur de poche supérieure à 3 mm (19).

Dans cette même étude française, Bourgeois et al. s'intéressent à la gingivite. Ils montrent que sa prévalence, sa sévérité, et son étendue augmentent avec l'âge. La gingivite commence sur les dents temporaires pour atteindre un pic à la puberté, suivi d'un déclin limité à l'adolescence. Ces dernières années, du fait de l'amélioration des comportements d'hygiène dentaire, les gingivites semblent avoir régressé dans un certain nombre de pays industrialisés. Néanmoins, la France présente encore une prévalence élevée à l'échelle internationale en 2003 (19).

Concernant les parodontites chroniques (selon la classification d'Armitage), Bourgeois et al montrent toujours dans leur étude menée en France chez des adultes dentés, que 26,8 % présentent une parodontite généralisée légère, 25,1 % une parodontite généralisée modérée, et 18,7 % une parodontite généralisée sévère. Quant à la parodontite agressive (selon la classification d'Armitage), elle représente une prévalence d'environ 0,1 à 3,4 % parmi les jeunes adultes, avec la forme localisée quatre fois plus fréquente que la forme généralisée (19). Par ailleurs, l'étude de Kassebaum et al. montre que la prévalence de la parodontite sévère (selon la classification d'Armitage) augmente avec l'âge, particulièrement entre les troisièmes et quatrièmes décennies de la vie, et avec un pic d'incidence aux alentours de 38 ans. Enfin, cette même étude montre qu'en 2010 la parodontite sévère était la sixième maladie la plus répandue dans le monde, affectant 10,8 % de la population soit 743 millions d'individus (4).

Les maladies parodontales constituent donc un enjeu de santé publique, et une action globale s'avère nécessaire afin d'éviter davantage de conséquences socio-économiques lourdes dans un contexte déjà affaibli par la crise sanitaire de la Covid-19 (20).

1.1.2 Diabète

1.1.2.1 Définitions et principes (3)

Le diabète est un groupe de troubles métaboliques hétérogènes caractérisé par la présence d'une hyperglycémie chronique. Ceci peut résulter : d'une déficience de la sécrétion d'insuline, d'anomalies d'action de l'insuline sur les tissus cibles, ou de l'association des deux. La classification et le diagnostic du diabète sont complexes et ont fait l'objet de nombreux débats. Il est aujourd'hui admis qu'il existe trois grands types de diabète : le diabète de type 1, le diabète de type 2, et le diabète gestationnel. Les critères de diagnostic sont définis par l'OMS, et préconisent d'observer l'élévation des taux de glucose dans le sang. En médecine bucco-dentaire, le paramètre le plus utilisé est l'hémoglobine glyquée (HbA1c). Elle permet d'évaluer la glycémie moyenne des trois mois précédents son dosage sanguin (le globule rouge vivant trois mois). Ce paramètre sert de référence avant toute prise en charge du patient diabétique, car il contribue à déterminer l'équilibre du diabète. Chez une personne non diabétique, son dosage doit être compris entre 4 et 6 %. Chez un patient diabétique, selon la Haute Autorité de Santé, si l'HbA1c est inférieur ou égal à 7 %, le diabète est considéré comme étant équilibré. À l'inverse, s'il est strictement supérieur à 7 %, le diabète est dit non équilibré et le risque infectieux est accru. Des mesures et des précautions sont alors à prendre afin de gérer le risque infectieux associé.

Les deux types de diabète les plus connus et les plus rencontrés sont le diabète de type 1 et le diabète de type 2, anciennement dénommés respectivement insulino-dépendant ou diabète sucré, et non insulino-dépendant ou diabète gras (situation clinique la plus fréquente). Ces deux formes sont caractérisées par une hyperglycémie souvent associée à une hyperlipidémie, avec l'insuline comme principal responsable. L'insuline est une hormone sécrétée par les cellules bêta du pancréas qui active l'utilisation du glucose par l'organisme. Chez le sujet sain, après le repas, la transformation des glucides entraîne une augmentation de la glycémie. Le pancréas, informé de cette augmentation, stimule sa fabrication d'insuline, qui est déversée dans la circulation sanguine. Celle-ci se fixe ensuite sur les récepteurs des cellules de stockage afin de faciliter l'entrée des transporteurs du glucose. Chez le sujet diabétique, il y a un dysfonctionnement de ce système de régulation de la glycémie. En fonction du type de diabète, 1 ou 2, les mécanismes physiopathologiques sont différents :

- Diabète de type 1 : la destruction auto-immune ou idiopathique des cellules bêta du pancréas entraîne une carence absolue d'insuline. Il est plus fréquent chez l'enfant, survient en général avant 30 ans, bien qu'il puisse se manifester de plus en plus à tout âge.
- Diabète de type 2 : se caractérise par une résistance à l'insuline, qui peut évoluer en une déficience de sa production par atteinte secondaire des cellules bêta du pancréas. La production réduite d'insuline entraîne une pénétration cellulaire du glucose moins efficace, et progressivement une hyperglycémie. Il est lié à une consommation excessive de graisses saturées et de sucres rapides, ainsi qu'à la sédentarité. La population affectée est en majorité âgée de plus de 40 ans, et les facteurs génétiques et environnementaux entrent aussi en jeu.

L'hyperglycémie liée au diabète a de multiples conséquences au niveau de l'organisme, dont :

- La formation de substances glycosylées, AGE (Advanced Glycation End products : produits terminaux de la glycation), présentes sur les protéines plasmatiques et les protéines des parois vasculaires. Leur accumulation entraîne entre autres un épaississement et une altération de la perméabilité des vaisseaux (micro et macro-angiopathies)
- La dysfonction des polynucléaires neutrophiles (chimiotactisme limité)
- La production élevée de cytokines médiateurs de l'inflammation (IL-1, TNF- α , MMPs)
- L'altération du métabolisme du collagène, liée à la fois à une augmentation de l'activité collagénolytique et à une diminution de sa synthèse
- La diminution de la sécrétion de facteurs de croissance entraînant des destructions tissulaires et des défauts de réparation.

Ces conséquences ainsi que les mécanismes entrant en jeu seront développés dans la partie suivante. Nous pouvons d'ores et déjà relever que l'hyperglycémie liée au diabète entraîne des phénomènes d'altération de la réponse immuno-inflammatoire et de destruction tissulaire assez semblables à ceux retrouvés dans le cadre des maladies parodontales.

1.1.2.2 Prévalence

Le diabète est une maladie systémique touchant aussi bien les pays développés que ceux en voie de développement. L'augmentation actuelle de la prévalence du diabète s'accélère. L'OMS estimait à 30 millions le nombre de personnes ayant le diabète à travers le monde en 1985. Ce chiffre a augmenté à 135 millions en 1995, et a atteint 217 millions en 2005. En France, en 2000, le taux de prévalence du diabète était de 2,6 %. En 2009, il atteint 4,4 % de la population soit 3,5 millions d'individus. Le taux de prévalence a augmenté plus vite que prévu en France (tous types de diabètes confondus), mais également à travers le monde. En 2006, l'OMS prévoyait une hausse qui franchirait au moins les 366 millions en 2030. À ce jour, 425 millions de personnes sont atteintes de diabète dans le monde d'après la Fédération Internationale du Diabète (FID). Le phénomène est qualifié de véritable pandémie, liée à nos modes de vie de plus en plus sédentaires, à la malnutrition, et à l'obésité. L'OMS prévoit 642 millions de personnes diabétiques d'ici 2040 (2,21).

Les individus atteints de diabète avec un déséquilibre chronique métabolique peuvent développer diverses complications pesant lourdement sur les individus et la société. Cela inclut des coûts directs de soins médicaux ainsi que des coûts indirects tels que la perte de productivité. La FID estime que les coûts liés à la prise en charge du diabète représentent au minimum 10 % du budget total des soins médicaux dans plusieurs pays. À titre d'exemple, en France, en 2015, les dépenses relatives au diabète s'élevaient à 19 milliards de dollars (21). Une somme conséquente, qui ne tient pas compte de l'ensemble des coûts indirects, notamment ceux liés aux soins des complications du diabète comme les maladies parodontales. Ces dernières sont associées au diabète, et la partie suivante remet en lumière cette association afin de saisir son importance dans notre prise en charge parodontale.

1.2 Association des maladies parodontales et du diabète

1.2.1 Preuves épidémiologiques de l'association

Dans la littérature scientifique, cinq complications associées au diabète sont classiquement décrites : les rétinopathies, les neuropathies, les néphropathies, les complications cardiovasculaires et le retard de cicatrisation. Depuis 1993 les parodontites sont considérées quant à elles comme la sixième complication du diabète (1). En 1996, une méta-analyse de quatre études incluant 3 524 patients majeurs, réalisée par Papapanou et al., montre que les patients diabétiques présentent deux fois plus de risque d'avoir une maladie parodontale que les non-diabétiques (22). Depuis, un certain nombre de méta-analyses et de revues systématiques confirment ces données. Plusieurs études ont montré que les deux types de diabète, tant le 1 que le 2, avec un faible équilibre glycémique, sont associés à d'importantes gingivites (23,24). Il est aussi démontré en 2002 que le risque de parodontite est multiplié jusqu'à près de trois fois en cas de diabète non équilibré (25). Puis en 2007, une étude menée par Kapp et al. montre un risque supérieur de perte dentaire chez les patients diabétiques par rapport aux non diabétiques, avec une association plus forte chez les patients jeunes (26).

La NHANES III, étude princeps réalisée aux Etats-Unis, incluant 4 343 adultes âgés de 45 à 90 ans atteints de diabète de type 2, met en évidence deux aspects importants. D'une part, une prévalence de la parodontite chez les patients diabétiques de 17,3 % et chez les patients non-diabétiques de 9 %. D'autre part, une prévalence du diabète chez les patients atteints de parodontite de 12,4 % et chez les patients non-atteints de 6,3% (27). Ainsi, à l'inverse, comme le montre d'autres études sur le sujet, la présence d'une parodontite est associée à un état diabétique. À partir de la poche parodontale, des produits bactériens et des cytokines inflammatoires diffusent dans la circulation sanguine jusqu'aux organes à distance. Or ces cytokines sont des antagonistes de l'insuline et augmentent ainsi le risque de déréguler le contrôle de la glycémie (les mécanismes entrant en jeu seront développés ultérieurement). L'association entre diabète et maladie parodontale est donc reconnue, mais leurs impacts sont encore en cours d'exploration.

1.2.2 Impact du diabète sur les maladies parodontales

1.2.2.1 Études observationnelles

Dès les années 1980, des études observationnelles prouvent que les individus diabétiques expriment avec une haute prévalence les parodontites, et ce de manière plus précoce et plus sévère par rapport

aux individus non diabétiques (28). Une étude longitudinale menée chez les Pima et publiée en 1998 montre deux points. D'une part que le risque de développer une parodontite sévère est multiplié par 2,2 chez le diabétique adulte mal équilibré, et d'autre part que le risque d'alvéolyse progresse en fonction du degré de contrôle de la glycémie (multiplié par 11 chez le sujet diabétique mal contrôlé). Ces résultats permettent de déterminer le diabète non équilibré comme un facteur de risque des maladies parodontales (29).

Des études transversales plus récentes soulignent l'impact du diabète de type 2 non équilibré sur les maladies parodontales (25). En 2008, Taylor et Borgnakke identifient dans une revue systématique de la littérature, que treize sur dix-sept études (parues entre 2000 et 2007) concordent sur le fait que la prévalence mais également la sévérité et la progression de la parodontite sont plus importantes chez les patients diabétiques par rapport aux patients contrôles (30). D'autres études effectuées avec des individus diabétiques de type 1 non contrôlés montrent aussi un impact significatif, avec une perte osseuse plus importante (31). De plus en plus de résultats mettent en évidence une susceptibilité accrue aux maladies parodontales chez les sujets diabétiques de type 1, particulièrement ceux présentant un faible contrôle métabolique ou des complications secondaires (32). Il semblerait également que la durée du diabète ait un impact significatif sur la progression de la maladie parodontale (33). Parmi les principales études menées sur le sujet, Lalla et al. soulignent que la destruction parodontale peut commencer très tôt chez le jeune diabétique et que celle-ci s'aggrave à mesure que l'enfant grandit. La situation pouvant rapidement évoluer et aboutir à la perte des dents à l'adolescence. Plus précisément, la présence d'un diabète de type 1 non équilibré augmente le risque de parodontite de 3,44 entre 6 et 11 ans, et de 20,3 entre 12 et 18 ans (34,35).

D'autres études se sont intéressées aux effets aussi bien du diabète de type 1 que du type 2 sur les maladies parodontales. Par exemple, une étude longitudinale en Pomerania incluant des individus sains ainsi que des individus diabétiques de type 1 et de type 2, montre que les progressions de la perte d'attache et de la perte osseuse sont associées au contrôle de la glycémie et non à l'étiologie du diabète (36).

À la lumière de ces différentes études, il est dorénavant admis que les patients atteints de diabète non contrôlé (type 1 et type 2, enfants et adultes) doivent être considérés comme des patients à risque de développer une parodontite. Ce qui est corroboré par la nouvelle classification de Chicago de 2017. Dans ce sens, les patients diabétiques doivent être informés du risque d'être atteints ou de développer une maladie parodontale. Nos efforts doivent ainsi davantage s'axer sur la sensibilisation et l'éducation de ces patients de plus en plus nombreux à travers le monde.

1.2.2.2 Mécanismes physiopathologiques

Les diabètes de type 1 et de type 2 sont associés à des niveaux élevés des marqueurs de l'inflammation. L'effet de cette situation inflammatoire exacerbée sur les maladies parodontales a été très étudié. Les dernières données sur les mécanismes biologiques impliqués dans l'augmentation de la sévérité des maladies parodontales chez les patients diabétiques concernent : les facteurs microbiens, les cytokines et adipokines, les cellules immunitaires, les AGE et leur récepteur RAGE, et enfin le métabolisme osseux (37).

Les facteurs microbiens

Des études récentes qui explorent le lien entre la composition de la flore bactérienne parodontale et le diabète montrent une possible association. La composition de la flore d'individus diabétiques a été identifiée comme étant différente de celle d'individus contrôle. D'autres études récentes basées sur des techniques de PCR (Polymerase Chain Reaction) montrent aussi un changement dans la composition microbienne chez les individus diabétiques, et trois d'entre elles soulignent que cela a lieu uniquement chez les non équilibrés. Néanmoins davantage d'études (cohortes d'hommes, modèles animaux et modèles in vitro) sont nécessaires pour conforter cette corrélation (37).

Cytokines et adipokines

Une étude menée par Taylor et al. en 2013 conclut : d'une part sur l'existence d'un lien entre les niveaux élevés d'IL-1B, d'IL-6, du ratio RANKL/OPG, et l'état diabétique avec maladie parodontale ; et d'autre part sur la relation quantitative entre ces cytokines et le contrôle glycémique (38). Ces marqueurs ont été retrouvés en grande quantité dans le fluide gingival de patients diabétiques non équilibrés chez qui la destruction tissulaire parodontale était importante. *Idem* pour les adipokines (37). À la lumière de ces résultats, les niveaux élevés des facteurs pro-inflammatoires liés au diabète non équilibré dans les tissus parodontaux peuvent expliquer leur destruction plus importante.

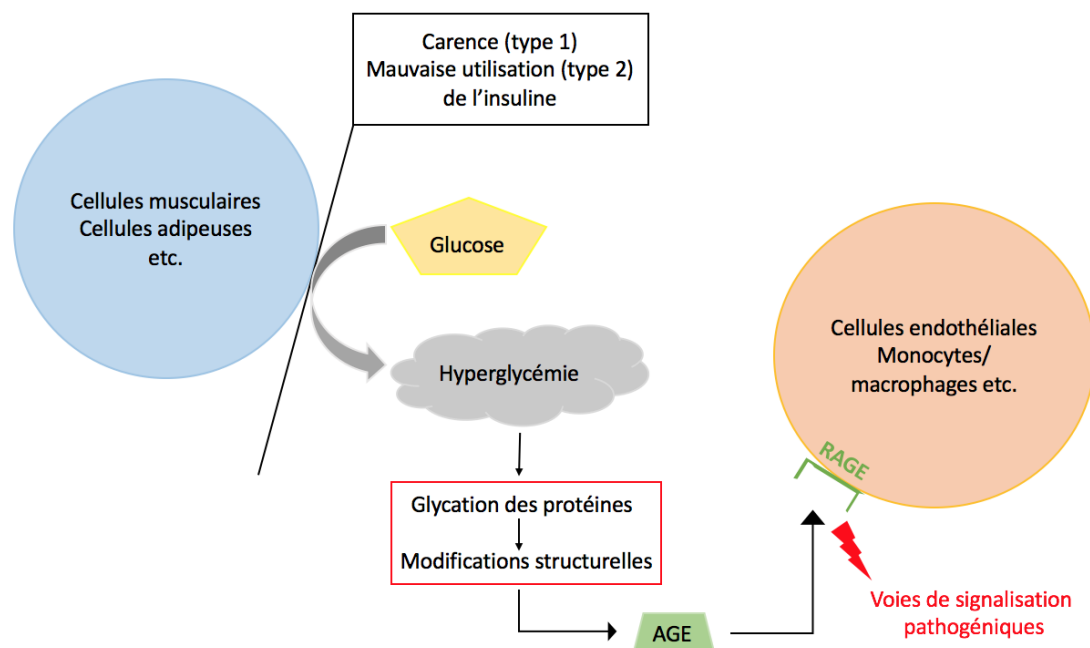
Les cellules immunitaires

Le système immunitaire inné est connu pour jouer un rôle majeur dans la progression des maladies parodontales, *via* entre autres la production de médiateurs pro-inflammatoires. Les fonctions des cellules inflammatoires (neutrophiles, monocytes/macrophages...) sont altérées chez les patients diabétiques tels que le chimiotactisme et la phagocytose, ainsi que l'ensemble des mécanismes de mort intracellulaire. Il a été également prouvé que les monocytes des diabétiques de type 1 produisent de grande quantité de TNF- α , d'IL-1b, et de PGE2 suite à la stimulation par les lipopolysaccharides (LPS), comparé à ceux des individus contrôles (24).

Hyperglycémie, les AGE et leur récepteur RAGE

Comme figuré ci-dessous, s'il y a une carence ou une mauvaise utilisation de l'insuline (diabète de type 1 *versus* diabète de type 2), le glucose ne peut pas pénétrer dans les cellules de stockage. Lorsque les protéines et les lipides de l'organisme sont exposés pendant longtemps à une haute concentration de glucose (hyperglycémie chronique), ils deviennent glyqués et subissent une modification structurale entraînant la formation ainsi que l'accumulation d'AGE dans les tissus. Dans le cadre d'études menées chez des sujets diabétiques présentant des maladies parodontales, des AGE ainsi que des marqueurs du stress oxydatif ont été retrouvés en quantité importante dans leurs gencives (37). Le récepteur des AGE (RAGE), principal transducteur de ce ligand, a été identifié sur les surfaces de différents types cellulaires impliqués dans les réponses pro-inflammatoires en lien, entre autres, avec les complications du diabète. Ces cellules sont : les phagocytes mononucléés, les cellules endothéliales, les fibroblastes, les lymphocytes, les cellules musculaires, les podocytes et les neurones (5). Suite à l'interaction AGE-RAGE, des voies de signalisation pathogéniques liées au diabète sont activées.

Figure 2 : Modèle pathogénique du diabète (types 1 et 2) : son impact sur les maladies parodontales

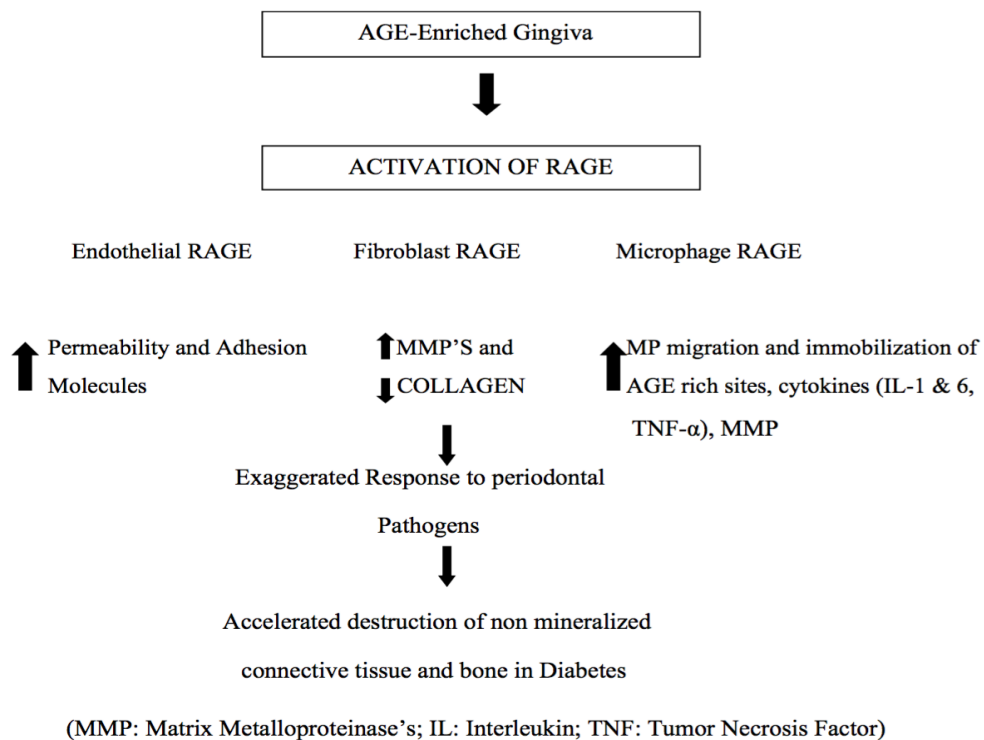


Source : Auteur, d'après Bouchard, *Parodontologie et dentisterie implantaire. Vol 1, Médecine parodontale*, 2014.

En effet, les cellules citées précédemment peuvent produire des radicaux libres oxygénés et des cytokines pro-inflammatoires en quantité plus importante que la normale, générant ainsi une destruction parodontale accélérée. Sur des modèles animaux, il a été montré que l'interaction AGE-

RAGE conduit à l'augmentation de la réponse inflammatoire et à la destruction des tissus parodontaux chez les diabétiques *via* la production de cytokines, dont particulièrement le TNF- α et les MMPs (37). Il a été également démontré que l'activation de RAGE affecte le fonctionnement des fibroblastes du ligament parodontal en entraînant une production de médiateurs pro-inflammatoires (39). L'action synergique de ces différentes populations cellulaires chez un sujet diabétique avec une maladie parodontale conduit à une réponse exacerbée de l'organisme aux pathogènes, et indirectement à une destruction importante des tissus de soutien de la dent comme schématisé dans la figure ci-dessous.

Figure 3 : Principaux mécanismes physiopathologiques et populations cellulaires impliqués dans le développement de la maladie parodontale suite à l'activation de RAGE chez un sujet diabétique



Source : Kumar et al. « Diabetes and gum disease : the diabolic duo », 2014.

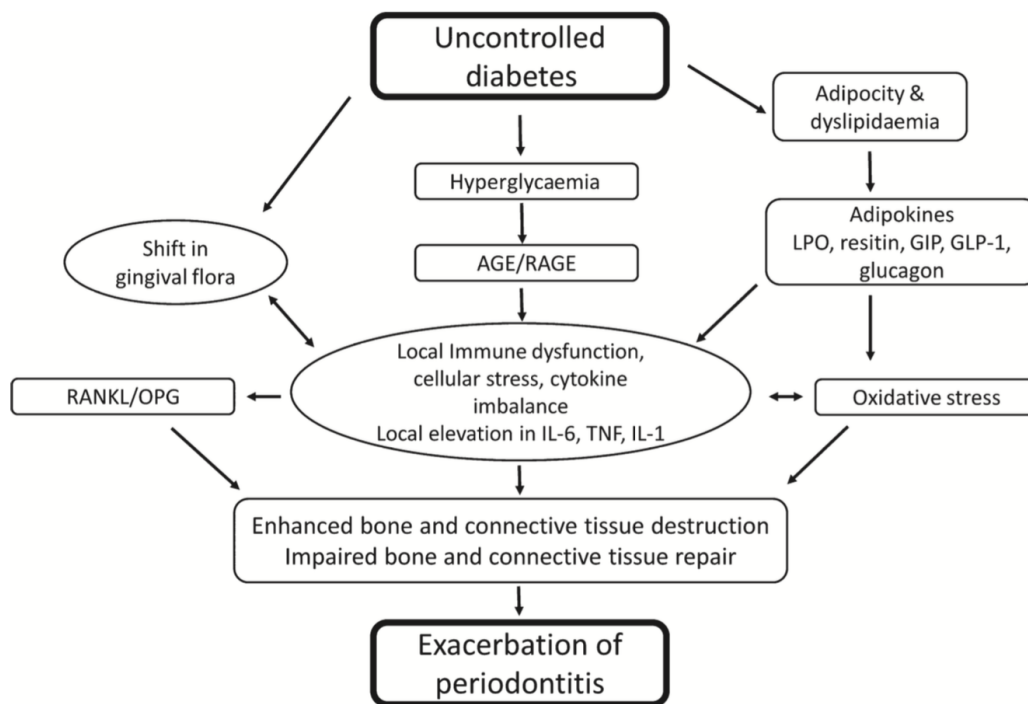
Hyperglycémie et homéostasie de l'os alvéolaire

Ces dernières années, le lien entre le profil hyperglycémique et l'homéostasie osseuse altérée a été remis en évidence. D'après la synthèse d'études cliniques menées sur les principaux médiateurs du métabolisme osseux (RANKL/OPG), les mécanismes physiopathologiques de l'homéostasie de l'os alvéolaire chez les diabétiques de type 1 et de type 2 semblent cruciaux dans le développement des maladies parodontales. Des études montrent que les cytokines TNF- α entraînent l'augmentation de l'activité ostéoclastique chez les patients diabétiques *via* des niveaux élevés d'acide gras.

Dans l'ensemble, les données montrent que les perturbations de l'équilibre RANKL/OPG liées à l'état inflammatoire du diabète contribuent à la perte de l'os alvéolaire propre aux maladies parodontales (37).

Pour conclure, la figure ci-dessous résume les différents mécanismes évoqués précédemment et leurs interactions possibles.

Figure 4 : Les mécanismes potentiels impliqués dans l'effet du diabète (type 1 et type 2) non contrôlé sur le développement et l'exacerbation des maladies parodontales



Source : Polak et Shapira, « An update on the evidence for pathogenic mechanisms that may link periodontitis and diabetes », 2018.

1.2.3 Impact des maladies parodontales sur le diabète

La présence d'une parodontite contribue à la résistance à l'insuline. Récemment, la littérature scientifique montre que les maladies parodontales ont différents impacts sur le diabète. D'une part sur l'équilibre de la glycémie, d'autre part sur le développement du diabète de type 2, et enfin sur les complications du diabète (40).

1.2.3.1 Études observationnelles

Plusieurs études observationnelles concernant l'effet des maladies parodontales sur le contrôle glycémique ont été menées auprès de patients diabétiques de type 2. À titre d'exemple, Taylor et al. en 1996 ont effectué une étude longitudinale sur une population de Pima atteinte de diabète de type 2. Ils constatent que les sujets diabétiques atteints d'une parodontite sévère ont un contrôle de la glycémie significativement inférieur à celui des sujets diabétiques atteints d'une parodontite superficielle (selon la classification d'Armitage), et présentent même six fois plus de risque de ne pas contrôler leur glycémie par rapport aux individus diabétiques au parodonte sain (41). Bien que d'autres études ne montrent pas les mêmes résultats, il est admis que la parodontite est associée à un contrôle glycémique plus faible. Davantage de recherches sont attendues pour conforter ces observations. Quant au diabète de type 1, il existe peu d'études disponibles. Par ailleurs, des études observationnelles ont aussi été menées auprès de sujets sains. Graziani et al. *via* une revue systématique de 2013 à 2018, montrent que les sujets atteints d'une parodontite comparés aux sujets non atteints présentent des taux élevés d'HbA1c, ainsi que des augmentations de la glycémie à jeun et de la prévalence à l'hypertension ou au pré-diabète. Cette analyse met en évidence l'association entre la parodontite et l'aggravation de l'état glycémique chez des sujets en bonne santé (40).

Toujours selon la même revue systématique, Graziani et al. se sont aussi intéressés à l'impact des maladies parodontales sur le développement du diabète de type 2. Ils montrent que les personnes atteintes de parodontite présentent un risque plus élevé de développer un diabète de type 2 par rapport à des sujets sains (40).

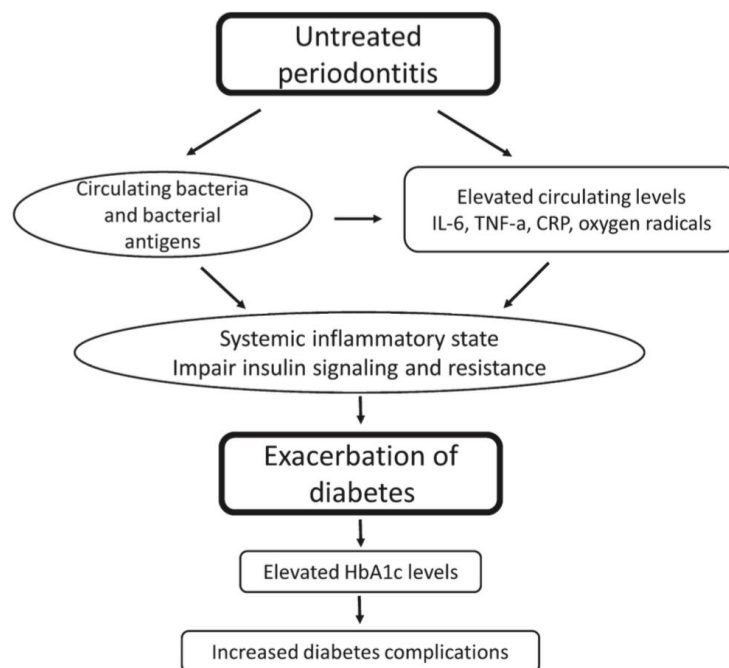
Enfin, dans les années 1990, des études se sont penchées sur les complications du diabète exacerbées par les maladies parodontales. Une étude cas-témoin comprenant des patients diabétiques de type 1 et de type 2, montre que ceux atteints d'une parodontite sévère (selon la classification d'Armitage) présentent un risque accru pour la protéinurie et pour les complications cardio-vasculaires (infarctus, accident vasculaire cérébral, hypertension artérielle) (42). Plus récemment, selon la revue systématique de Graziani et al., les parodontites aggravent significativement les complications du diabète chez des patients diabétiques de type 1 et de type 2 (40).

Pour conclure, et pour reprendre les résultats démontrés par Graziani et al., les maladies parodontales affectent le contrôle glycémique des diabétiques mais aussi des individus sains, augmentent le risque de développer le diabète de type 2, et aggravent les complications du diabète. Néanmoins des études longitudinales sont nécessaires (différents groupes ethniques, pays...) afin de conforter ces résultats.

1.2.3.2 Mécanismes physiopathologiques

Les effets des maladies parodontales décrits ci-dessus proviennent de la libération de molécules inflammatoires dans le sérum à partir du sulcus, générant ainsi un état inflammatoire systémique de bas grade. Les facteurs clés potentiels considérés comme médiateurs entre l'inflammation parodontale et l'homéostasie du glucose incluent l'IL-6, le TNF- α et la CRP, ainsi que des radicaux d'oxygène. Ils sont impliqués dans le dysfonctionnement de la signalisation cellulaire et *in fine* dans le développement de l'insulino-résistance (37).

Figure 5 : Les mécanismes potentiels impliqués dans l'effet des maladies parodontales non traitées sur l'exacerbation de l'état diabétique et de ses complications



Source : Polak et Shapira, « An update on the evidence for pathogenic mechanisms that may link periodontitis and diabetes », 2018.

Plusieurs études montrent des niveaux plus élevés des marqueurs pro-inflammatoires (IL-6, TNF- α , CRP et radicaux d'oxygène principalement) chez les sujets diabétiques dont les maladies parodontales ne sont pas traitées. Allant dans ce sens, certaines d'entre elles suggèrent que l'augmentation du stress oxydatif due à l'infection parodontale pourrait influencer l'équilibre du diabète *via* l'activation des voies de signalisation pro-inflammatoires. Néanmoins, il existe encore des études contradictoires, et quelques-unes ne parviennent pas à démontrer ces mécanismes (37).

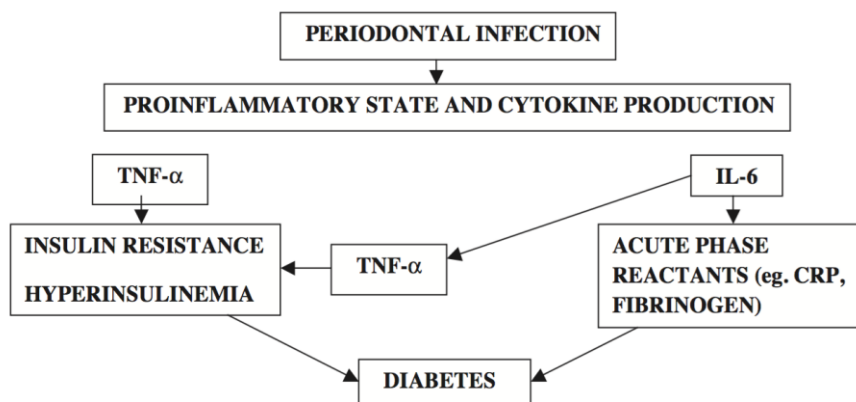
En conclusion, l'ensemble de ces données tend vers un impact des maladies parodontales non traitées sur l'équilibre du diabète. Cependant, dans les études sur modèles animaux il n'y a pas de consensus quant aux mécanismes précis par lesquels l'inflammation parodontale affecte l'homéostasie du glucose chez les sujets diabétiques. Davantage de recherches sont nécessaires afin d'éclaircir ce point.

1.3 Relation bidirectionnelle

1.3.1 Lien : inflammation

De fortes indications de relation bidirectionnelle entre les maladies parodontales et le diabète sont présentes dans la littérature. Kumar et al. confirment l'existence d'une relation à double sens entre les perturbations métaboliques et les maladies parodontales (5), notamment chez l'adolescent et le jeune adulte (32). Les deux pathologies peuvent s'influencer l'une l'autre, et le rôle de l'inflammation comme médiateur commun les liant a été très étudié, avec entre autres les TNF- α qui joueraient un rôle prépondérant. Comme évoqué précédemment, la concentration sérique de TNF- α est augmentée chez les patients diabétiques. Elle contribuerait à exacerber la maladie parodontale pré-existante *via* notamment la stimulation des ostéoclastes et la production des MMPs par les fibroblastes. À l'inverse, la réponse immuno-inflammatoire face à l'aggravation de la maladie parodontale libère davantage de TNF- α dans la circulation sanguine et contribue au développement de l'insulino-résistance (5), comme figuré ci-dessous. Un cercle vicieux s'installe et ne fait qu'accroître l'expression des deux maladies.

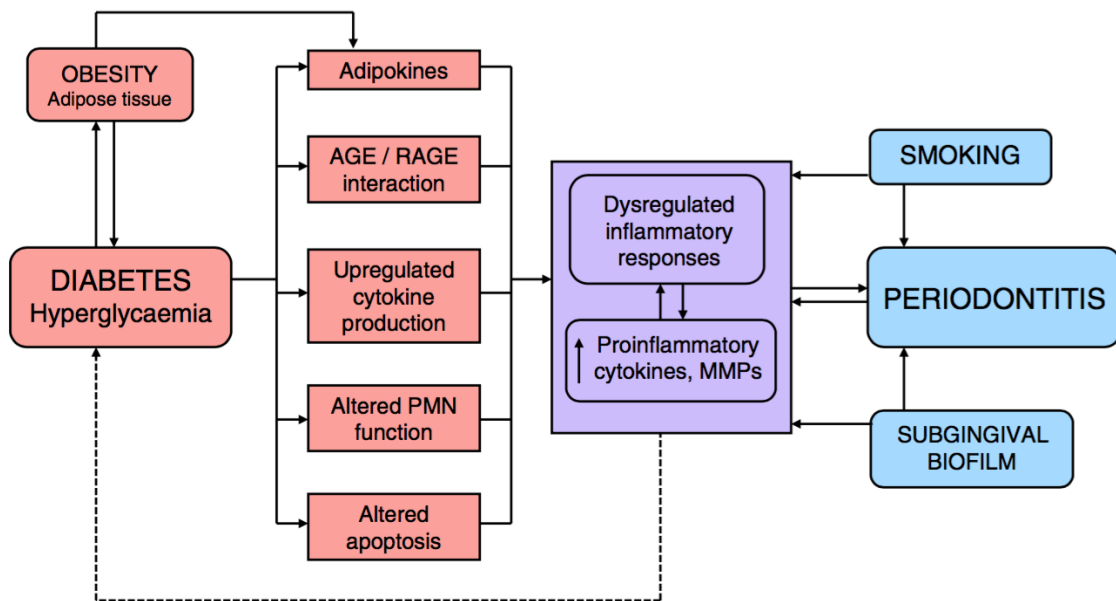
Figure 6 : Le rôle central des TNF- α dans l'interaction entre les maladies parodontales et le diabète



Source : Kumar et al., « Diabetes and gum disease : the diabolic duo », 2014.

Les deux maladies partagent d'autres voies et molécules de signalisation, et cette exacerbation synergique de l'inflammation engendrerait les conséquences délétères connues de ces pathologies. L'ensemble des grandes interactions sont présentées et résumées dans la figure 8 ci-dessous, avec le diabète/l'obésité, le tabac, et le biofilm comme facteurs de risque.

Figure 7 : Relation bidirectionnelle entre diabète et maladies parodontales



Source : Preshaw et al., « Periodontitis and diabetes : a two-way relationship », 2012.

Par ailleurs, d'autres pathologies systémiques sont également connectées aux maladies parodontales *via* des mécanismes relativement similaires, dont les maladies cardiovasculaires. Il existe un fort niveau de preuve montrant une association entre parodontite et maladies cardiovasculaires (3).

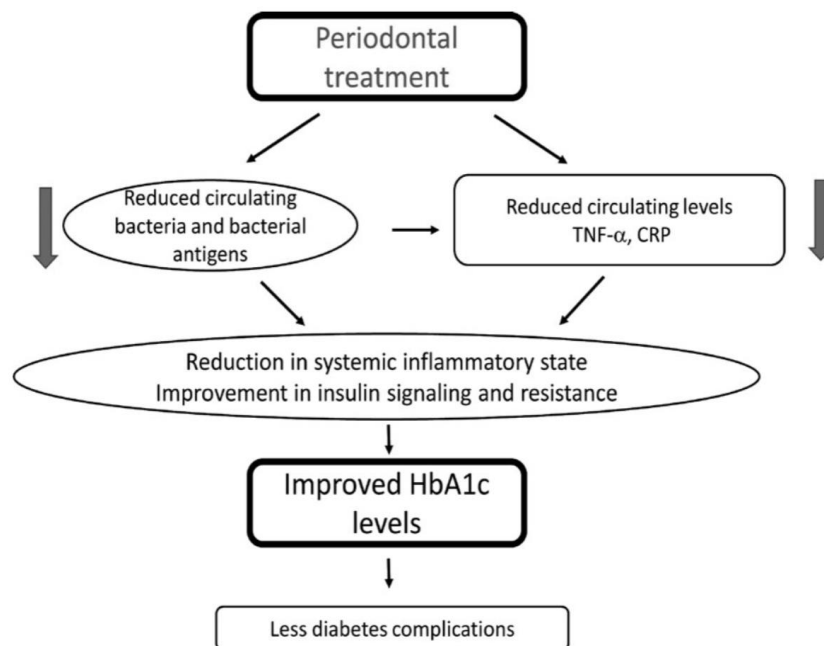
1.3.2 Implications cliniques

1.3.2.1 Effet des thérapeutiques parodontales sur le profil glycémique des diabétiques

Le traitement parodontal est connu pour entraîner une baisse des taux sériques des médiateurs de l'inflammation (IL6, TNF- α et CRP) (43). Dans ce sens, le traitement parodontal pourrait avoir un effet sur l'insulinorésistance et donc sur le contrôle de la glycémie. Plusieurs méta-analyses publiées entre 2014 et 2017 montrent qu'un traitement parodontal efficace réduit de manière significative le taux

d'HbA1c. Cette réduction est estimée entre 0,27 % et 0,48 % les 3-4 mois suivant le traitement. De plus, il a été démontré une amélioration du contrôle métabolique chez les individus diabétiques après traitement parodontal, similaire à celle constatée suite à la prescription d'un second médicament hypoglycémiant (44). Ci-dessous, la figure 8 résume les mécanismes potentiellement impliqués.

Figure 8 : Les mécanismes potentiels expliquant l'effet des traitements parodontaux sur l'équilibre du diabète et sur ses complications



Source : Polak et Shapira, « An update on the evidence for pathogenic mechanisms that may link periodontitis and diabetes », 2018.

Cependant, un essai clinique randomisé à 6 mois montre chez 514 patients atteints de diabète de type 2 et de parodontite modérée à sévère, qu'un traitement parodontal non chirurgical comparé à une absence de traitement, ne pouvait améliorer significativement le contrôle de la glycémie (45). C'est une piste qui mérite davantage d'études afin de confirmer ou d'infirmer l'efficacité du traitement parodontal sur le contrôle glycémique, ainsi que sur les complications du diabète sur le long terme.

1.3.2.2 Prise en charge des patients diabétiques avec une maladie parodontale

À la lumière de ces données, la prise en charge parodontale s'avère essentielle chez les patients diabétiques, aussi bien de type 1 que de type 2.

Actuellement les modalités de prise en charge curative se déterminent en fonction de l'équilibre ou non du diabète, à savoir en fonction du taux d'HbA1c comme détaillé précédemment. Les patients ayant un taux de glycémie équilibré dans le temps sont considérés comme des patients sains. Pour les traitements parodontaux non chirurgicaux (détartrage et débridement) ou chirurgicaux, différentes études ont montré que les taux de succès sont les mêmes pour les patients diabétiques équilibrés et les patients sans affection systémique. Cela est aussi le cas pour la thérapeutique parodontale de soutien (46). La relation bi-directionnelle existante entre les maladies conforte ainsi ce cercle vertueux.

Depuis 2019, les patients diabétiques bénéficient d'un bilan parodontal et des soins associés pris en charge par l'Assurance Maladie. « Les partenaires conventionnels s'accordent sur la nécessité de prévoir la prise en charge d'un bilan parodontal, suivi le cas échéant de soins parodontaux, au profit des patients diabétiques ayant réalisé leur visite annuelle et au cours de laquelle une pathologie parodontale a été détectée » indique l'arrêté gouvernemental publié le 20 août 2018.

Cependant la prise en charge de ces patients se fait souvent lorsque la maladie parodontale est déjà bien avancée. Des auteurs suggèrent de développer des programmes de prévention destinés : à sensibiliser les jeunes patients diabétiques aux maladies parodontales et aux relations qu'elles présentent avec leur santé générale, à l'éducation thérapeutique, ainsi qu'au suivi (36). Pour Lalla et al., la destruction parodontale peut commencer très tôt dans l'enfance et s'accroître avec l'adolescence. Dans ce sens, le développement de la prévention auprès des patients diabétiques doit être encouragé dès le plus jeune âge (34).

Néanmoins cela nécessite que dentistes et médecins soient au courant de l'existence de la relation bi-directionnelle entre diabète et maladies parodontales, ainsi que des répercussions possibles sur d'autres maladies, en vue d'assurer une prévention globale optimale. La prise en charge des maladies chroniques que sont la parodontite et le diabète nécessite aussi une constante implication du patient et des professionnels de santé. Ce point est essentiel pour la réussite du traitement sur le long terme. Enfin, de telles démarches préventives pourraient présenter un important enjeu de santé publique étant donné d'une part la forte prévalence de la parodontite, et d'autre part au regard des mortalité, morbidité, et coût du diabète qui ne cessent d'augmenter.

2 : Prévention des maladies parodontales chez le patient diabétique

2.1 La prévention des maladies parodontales

2.1.1 Définitions et principes de la prévention

2.1.1.1 Définitions

La définition la plus répandue est celle de l'OMS datant de 1948. La prévention y est définie comme étant l'ensemble des mesures visant à éviter ou à réduire le nombre et la gravité des maladies, des accidents, ou des handicaps. Elle distingue trois formes différentes qu'elle qualifie de primaire, secondaire, et tertiaire. Ces dernières correspondent aux états successifs de la maladie (notions développées ultérieurement) (3).

Ce concept de prévention s'inscrit aujourd'hui dans le concept plus large de promotion de la santé. Au cours du XX^{ème} siècle les causes de mortalité ont changé, surtout dans les pays favorisés, et il est de plus en plus question de comportements de santé. Matarazzo et al. en 1984 en définit deux types : les comportements à risques (ou pathogènes), qui accroissent la probabilité d'être malade, et les comportements sains (ou protecteurs) (47). Des chercheurs en psychologie de la santé ont alors proposé différents modèles socio-cognitifs, considérant les croyances en matière de santé comme le principal prédateur des styles comportementaux.

Ainsi, en promotion de la santé, tout individu prend des décisions rationnelles, et leurs cognitions sont à l'origine de leurs actions. Dans ce sens, les interventions comportementales ont pour but de permettre une gestion active et responsabilisée par la personne de son capital santé dans tous les aspects de la vie. Cette promotion fait intervenir à la fois les pouvoirs publics, les professionnels de santé, et les individus. Les objectifs principaux étant la création d'environnements sains, un accès aux soins pour tous, l'information ainsi que l'acquisition d'aptitudes individuelles (3).

2.1.1.2 Principes

Parmi les différents modèles socio-cognitifs évoqués précédemment, l'un des plus connus se nomme le Health Belief Model (modèle des croyances relatives à la santé, Rosenstock, 1960). Son postulat est qu'un individu adopte un comportement de prévention ou observe un comportement de soin s'il est conscient de la gravité du problème, s'il se sent concerné, si le comportement à adopter présente pour lui plus d'avantages que d'inconvénients, et s'il croit être capable de le réaliser. Ainsi, les grands principes actuels de la prévention consistent à informer les individus sur leurs pathologies, sur les facteurs de risque modifiables, et à les accompagner dans le changement de leurs habitudes nocives. Cette démarche inclut des processus éducatifs, qui consistent à mettre à disposition des personnes des informations appropriables et acceptables afin qu'elles puissent changer leurs comportements au bénéfice de leur propre santé, en l'acceptant librement et sans aucune contrainte. Finalement, c'est un accompagnement du patient vers une participation active à son état de santé de façon générale, et à son état de santé parodontale en particulier (3). Ces différents principes nécessitent de respecter plusieurs étapes que nous allons développer dans la partie suivante.

2.1.2 Les trois différents types de prévention et leurs applications en parodontologie

2.1.2.1 La prévention primaire

Selon l'OMS, la prévention primaire a pour objectif de diminuer l'incidence (nombre de nouveaux cas) de la maladie, et donc à supprimer ou réduire les facteurs favorisant son apparition. Il s'agit de la prévention des conduites individuelles à risque. Elle consiste à informer les sujets « sains » de la maladie ainsi que des facteurs de risque, et à corriger les comportements nocifs. Dans le cadre de la prise en charge parodontale, il s'agit de les informer des caractéristiques de la santé parodontale, de l'existence des maladies et de leurs symptômes, ainsi que de leurs conséquences (locales et générales) (3). A ce stade, les expressions cliniques sont les gingivites aux stades superficiel et modéré. Dans le cas d'un patient diabétique, le chirurgien-dentiste sensibilise le patient aux maladies parodontales et à leurs implications sur le diabète. Ensuite, il procède à la correction des techniques de brossage et à l'éducation thérapeutique. L'objectif est alors de permettre au patient d'obtenir un contrôle de plaque qui soit compatible avec la santé parodontale. Enfin, le patient étant acteur de son traitement, il faut qu'il soit conscient des signes prodromiques de la maladie parodontale, identifiables par lui-même et résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Signes d'appels susceptibles d'être perçus par le patient

| | |
|--------------------|--|
| Gingivite | <ul style="list-style-type: none"> 1) Saignements provoqués (hygiène, mastication) / spontanés 2) Gencive rouge/gonflée 3) Agacement/douleurs 4) Mauvaise haleine |
| Parodontite | <p>Mêmes signes que la gingivite avec en plus :</p> <ul style="list-style-type: none"> 5) Récessions gingivales (traduit par un « déchaussement » des dents) 6) Mobilités dentaires 7) Migration de dents |

Source : Bouchard, *Parodontologie et dentisterie implantaire. Volume 1, Médecine parodontale*, 2014.

Ainsi dans le cadre de la prévention primaire, le patient est d'ores et déjà éclairé sur les pathologies parodontales et acteur de sa prise en charge. À savoir, à ce niveau, le maintien de sa santé parodontale.

2.1.2.2 La prévention secondaire

La prévention secondaire vise à diminuer la prévalence (nombre de sujets atteints) de la maladie, et regroupe la détection ainsi que les actions de prise en charge précoce du trouble. En parodontologie, le chirurgien-dentiste est un acteur fondamental à ce stade, à la fois en effectuant un dépistage dès l'apparition des premiers symptômes mais également par la réalisation de soins de prophylaxie (3). Concernant le dépistage des maladies parodontales, les principaux points suivis par le praticien sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Dépistage des maladies parodontales en pratique

| | |
|--------------------------------------|--|
| Anamnèse | Interrogatoire médical : évaluation du risque |
| Examen visuel | <ul style="list-style-type: none"> Plaque/tartre Gencive : couleur/consistance/contour |
| Sondage | <ul style="list-style-type: none"> Saignement Niveau d'attache |
| Radiographies rétrocoronaires | Perte osseuse alvéolaire |

Source : Bouchard, *Parodontologie et dentisterie implantaire. Volume 1, Médecine parodontale*, 2014.

À ce niveau, il s'agit plutôt de gingivites modérées à sévères et des mucosites (lésions réversibles). Les premières étapes de prise en charge consistent toujours en la sensibilisation aux maladies parodontales et à leurs signes d'appels, ainsi qu'à la correction des techniques de brossage et à l'éducation thérapeutique. Puis, les traitements précoces reposent sur la désorganisation professionnelle régulière du biofilm (détartrage supra-gingival), dont la fréquence est à déterminer en fonction du profil à risque du patient et de son type de maladie parodontale. À ce stade la thérapeutique est non chirurgicale, et est suivie d'une thérapeutique de soutien (décrite ci-dessous).

2.1.2.3 La prévention tertiaire

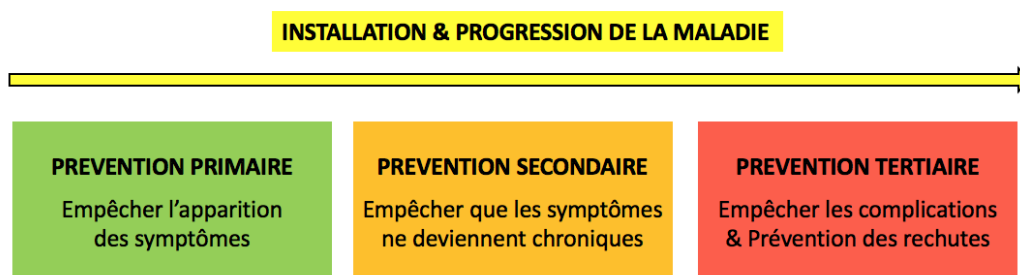
La prévention tertiaire consiste à diminuer la prévalence des séquelles et des récives de la pathologie. Elle correspond donc à l'ensemble des actes visant à réduire les complications, invalidités, ou rechutes consécutives à la maladie. Il s'agit des traitements des parodontites et des péri-implantites (lésions irréversibles). Initialement, la thérapeutique consiste toujours en la sensibilisation aux maladies parodontales et à l'enseignement à l'hygiène orale. Les soins regroupent des thérapeutiques non chirurgicales (détartrage et débridement), chirurgicales, et de soutien. Dans le cas de la prise en charge d'une parodontite, celle-ci pourrait inclure une thérapeutique initiale non chirurgicale suivie de chirurgies parodontales réparatrices, puis d'un calendrier de maintenance. Ce dernier est à adapter en fonction du profil du patient (facteurs de risques...), et est crucial afin d'assurer le succès de la prise en charge parodontale sur le long terme (pour *in fine* diminuer l'incidence de la perte dentaire) (3).

Les objectifs de la thérapeutique parodontale de soutien, appelée aussi maintenance ou suivi, sont définis par l'American Academy of Periodontology, comme visant à prévenir ou maîtriser la récive et la progression de la maladie parodontale chez des patients ayant été traités pour une gingivite, une parodontite, ou une péri-implantite. Dans les années 1960-90, de nombreuses études se sont intéressées au rôle de cette thérapeutique pour souligner son importance dans le maintien de la santé parodontale, et ce quelque soit la thérapeutique initiale menée (chirurgicale ou non) (48). L'une d'entre elles est une étude clé prospective entreprise par Axelsson et al. concernant l'effet des mesures d'hygiène bucco-dentaire et de la maintenance sur les maladies parodontales mais aussi carieuses. Ils analysent sur deux groupes, dont un sans maintenance, les évolutions des indices de plaque et de saignement gingival (ainsi que les faces dentaires présentant des lésions carieuses) après 6 ans. Ils mettent alors en évidence l'importance de la maintenance dans la prise en charge bucco-dentaire. Puis concluent qu'un programme de prévention qui stimule l'individu pour adopter des habitudes d'hygiène orale satisfaisantes, permet de diminuer la progression des maladies parodontales ainsi que

celle des lésions carieuses (49). De plus, Taylor a formulé en 1999 l'impact de la thérapeutique parodontale de soutien sur le contrôle de la glycémie (50). Il a considéré qu'elle participait à l'amélioration du contrôle de la glycémie, au ralentissement ou à la réduction de la gravité des complications liées au diabète, et même à la prévention de l'apparition du diabète chez les malades non déclarés. Chez les patients diabétiques, la maintenance est recommandée tous les 2 à 3 mois (3). Cependant elle est à adapter selon le tableau clinique et l'évolution des risques individuels du patient.

En résumé et simplifié, les différents types de prévention sont représentés dans la figure ci-dessous.

Figure 9 : Schéma bilan des préventions primaire, secondaire et tertiaire



Source : Auteur, 2021.

Ces processus de prévention ont donc bien été étudiés dans la littérature. Cependant dans la pratique ils sont souvent opérateurs-dépendant, et varient en fonction des informations délivrées par le praticien tout au long de la prise en charge. S'ajoute à cela des différences entre les pays, avec des politiques de santé en matière de prévention plus ou moins importantes.

2.1.3 Impacts médico-économiques de la prise en charge des maladies parodontales

Il existe encore peu de données sur l'évaluation des coûts liés à la prévention et au traitement des maladies parodontales. Les comparaisons évaluant l'impact économique des maladies parodontales sont difficiles pour plusieurs raisons. D'une part, les acteurs impliqués dans le traitement de ces maladies diffèrent selon les pays. À titre d'exemple, la profession d'hygiéniste dentaire n'est pas reconnue dans certains pays comme en France et en Belgique, alors qu'aux Etats-Unis et dans les pays Scandinaves elle l'est. D'autre part, les sources impliquées dans le financement des coûts liés à la prévention et au traitement des maladies parodontales (couverture publique, assurances privées et frais restant à charge du patient) diffèrent aussi entre les pays (3).

2.1.3.1 Impacts liés à la prévention des maladies parodontales

Une revue systématique de la littérature a montré que la réalisation de détartrages fréquents par rapport à des détartrages occasionnels était associée à une meilleure santé parodontale (51). Néanmoins, il n'existe pas d'essais cliniques de qualité suffisante pour conclure avec certitude. Quant aux messages de sensibilisation et d'éducation thérapeutique, ils dépendent beaucoup du praticien (dont son degré de paro-conscience) et sont difficilement analysables.

Par ailleurs, des études rétrospectives ont montré que la stabilité à long terme des résultats cliniques obtenus lors de la phase active du traitement, dépend de l'implication et de l'observance du patient lors de la phase de suivi. Il est très compliqué d'évaluer les coûts engendrés lors de cette phase, étant donné leurs fluctuations selon les pays, et selon le professionnel qui en a la charge (omnipraticien, parodontiste ou hygiéniste). Les coûts plus élevés d'un suivi rigoureux réalisé par un parodontiste s'accompagnent d'une meilleure stabilité de l'attache clinique, et restent inférieurs aux coûts prothétiques pouvant être engendrés en cas de survenue d'une perte dentaire (3).

2.1.3.2 Impacts liés aux traitements des maladies parodontales

Une étude en Angleterre a montré que les frais engagés dans des traitements parodontaux par les patients avaient augmenté de 8,9 % entre 1999-2000, et que le nombre d'actes avaient augmenté de 12,6 % entre 2004-2005 (26,7 % chez les 85-99 ans). Les coûts associés aux traitements parodontaux augmentent, particulièrement chez les personnes âgées, tandis que la prise en charge financière des maladies parodontales n'évolue pas et que l'espérance de vie s'allonge. De plus, une autre étude nationale anglaise a montré que 26 % des adultes ayant consulté un dentiste ont dû préférer un traitement à un autre (souvent parodontal) pour des raisons financières, et que 19 % avaient retardé des soins pour les mêmes raisons (3).

Le programme européen SHARE (Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe) incluant 26 525 adultes de 50 ans et plus, issus de 13 pays européens, montre que des inégalités socioéconomiques d'accès aux soins buccodentaires démarrent le plus souvent dans l'enfance et se poursuivent tout au long de la vie (3). Ce faible accès aux traitements s'accroît progressivement, puisque la maladie parodontale évolue et que la prise en charge curative est d'autant plus coûteuse. Sachant que, comme mentionné précédemment, les maladies parodontales interagissent avec d'autres maladies

systemiques telles que le diabète, les conséquences sont encore plus délétères et nécessitent alors à la fois des coûts directs et indirects. Un cercle vicieux s'installe, alors qu'une prise en charge préventive pluridisciplinaire axée sur les facteurs de risque pourrait le ralentir voire le stopper.

Plus récemment, Jeffcoat et al. ont mesuré l'impact de la prise en charge parodontale sur les dépenses médicales durant cinq années suivant la thérapeutique. Ils ont étudié les réductions de coûts générées pour différents types de maladies, telles que le diabète de type 2, l'accident vasculaire cérébral, et les troubles de la grossesse. Les résultats montrent dans l'ensemble que la prise en charge parodontale réduit les dépenses médicales durant 5 ans suivant le traitement, avec un pourcentage de réduction des coûts de 40,2 % pour le diabète de type 2 (52).

Pour conclure, la prise en charge parodontale a des impacts médico-économiques à la fois directs et indirects significatifs. Dans ce sens, la démarche préventive est à considérer sérieusement.

2.2 La prévention basée sur les facteurs de risque : exemple du diabète

2.2.1 Changement de paradigme de la prise en charge parodontale

Les maladies parodontales sont des maladies plurifactorielles. Elles sont sous l'influence de différents facteurs, modifiables et non modifiables, acquis et innés, appelés facteurs ou indicateurs de risque en fonction de l'intensité du niveau de preuve qui les caractérise. Comme expliqué initialement, le facteur étiologique est le biofilm bactérien. D'autres facteurs ont été associés aux maladies parodontales, mais en l'état actuel des connaissances, seuls le diabète et le tabac réunissent les conditions permettant de les identifier comme les deux autres facteurs de risque vrais (3).

Depuis plusieurs années, un changement de paradigme s'opère au niveau de la prise en charge parodontale, se focalisant davantage sur les facteurs de risque (11). Une étude menée en 2009 par Martin et al., montre que la combinaison du degré de sévérité de la maladie avec les facteurs de risque constitue une évaluation de la prédictibilité de la perte dentaire plus efficace. D'après leur conclusion, une réflexion portée davantage sur les facteurs de risque optimiserait la prise en charge parodontale avec un plan de traitement plus adapté, une réduction des coûts, ainsi qu'une amélioration de la productivité du praticien et de son revenu (53). De plus, des études menées sur le long terme par Axelsson et al., indiquent que la qualité des soins bucco-dentaires peut être améliorée d'au moins 50%

dès lors que le traitement est adapté aux besoins de chaque individu, à savoir axé sur son profil à risque et sur son type de maladie parodontale (49,54). Dans ce sens, la littérature scientifique s'est penchée ces deux dernières décennies sur les différents facteurs de risque, et propose des outils afin de guider le praticien dans sa prise en charge parodontale. En 2015, une revue systématique analyse plusieurs outils d'évaluation du risque parodontal. Le but étant d'identifier ces outils et de valider leur fonctionnement. Finalement 5 sont identifiés et 3 sont validés (55). Deux sont assez connus : le PRC, Periodontal Risk Calculator, testé dans deux études menées aux Etats-Unis, et le PRA, Periodontal Risk Assessment, testé dans sept études. Le PRA, avec son diagramme, est le plus utilisé. Il inclut les facteurs de risque vrais que sont le tabac et le diabète (types 1 et 2), mais pas les pathogènes parodontaux. Selon les conclusions de cette revue, il est possible de prédire la progression des maladies parodontales et la perte dentaire à l'aide de ces outils. Toutefois, aucune donnée n'est encore disponible concernant l'impact qu'une telle évaluation du risque parodontal pourrait avoir sur la prise en charge du patient. Ces outils permettent essentiellement d'aider à déterminer la fréquence des rendez-vous de maintenance et à éclairer le praticien, mais n'offrent que très peu de perspectives pour le patient.

Pour conclure, l'étude de ces facteurs présente un double intérêt, clinique et épidémiologique. D'une part, à l'échelle du patient, l'identification des risques permet leur suppression ou leur contrôle, contribuant ainsi au traitement individualisé de la maladie et à la prévention de cette dernière. D'autre part, à l'échelle épidémiologique, l'identification des patients et des groupes exposés aux risques permet d'agir sur cette exposition (3). Un double intérêt qui trouve d'autant plus sa place dans la situation de crise sanitaire actuelle. Soigner autrement est devenu un impératif de santé publique dans un contexte de vieillissement de la population, d'augmentation des maladies chroniques, d'hyper spécialisation de la médecine, de désertification médicale et d'exigence accrue des patients. C'est aussi un impératif économique, compte tenu de la difficulté à financer des dépenses de santé qui croissent aujourd'hui plus fortement que le PIB.

La France fait partie des pays occidentaux clairement touchés par ces problématiques, et ce sont des défis qui appellent à trouver de nouvelles solutions (56). Ainsi la désignation de cibles stratégiques permet d'orienter les politiques de santé publique, afin de potentialiser leurs résultats tout en contrôlant les budgets engagés, et de participer *in fine* à l'économie de santé (3). C'est pourquoi nos actions en tant que praticiens doivent davantage se focaliser sur les spécificités du patient, aussi bien sur son type de maladie que sur son profil à risque.

2.2.2 Retour d'expérience auprès de patients diabétiques

De 2017 à 2019, j'ai participé aux côtés du Professeur Biosse Duplan et d'autres étudiants (dans le cadre d'une Unité d'Enseignement), à des missions consistant en la prévention des maladies parodontales chez des patients « à risque ». Ce travail a été mené essentiellement auprès de jeunes patients diabétiques de l'hôpital Kremlin Bicêtre, et s'articulait autour de présentations orales, de prospectus et d'activités pratiques. Nous avons constaté un intérêt important des patients pour les messages de sensibilisation et d'éducation que nous leur avons partagés. Néanmoins il y avait quelques défauts en rapport avec le format, notamment concernant la ponctualité de l'action et le support papier facilement égarable. Par la suite, nous n'avons malheureusement pas pu poursuivre nos actions à cause de difficultés liées à l'organisation de tels ateliers, et en raison de la crise sanitaire. Aussi, j'ai eu l'opportunité d'effectuer un stage hospitalier en Norvège dans le cadre d'un Erasmus fin 2019, qui m'a permis de me familiariser avec leur système de prévention et de constater son efficacité.

Alors que les patients diabétiques sont de plus en plus nombreux, et qu'ils présentent un fort risque de développer les maladies parodontales (multiplié par 3), aucun outil n'est encore développé pour les guider et les aider à prévenir l'évolution de ces pathologies chroniques. Ils sont néanmoins déjà sensibilisés à d'autres complications liées au diabète, et ont accès à des outils numériques leur permettant d'apprendre à vivre avec leur maladie. Par exemple, les applications Diabeo et Insulia permettent aux médecins de suivre et de conseiller leurs patients à distance. Il s'agit d'un véritable dispositif médical, bénéficiant d'un marquage CE et remboursé par la Sécurité Sociale. Plus récemment CoviDIAB a été développé, pour informer et accompagner les patients confinés souffrant de diabète (57).

À la lumière de ces exemples, notre profession pourrait également se mobiliser dans cette voie, afin d'assurer une prévention efficace des maladies parodontales chez les sujets diabétiques dans un premier temps, et *in fine* pour une optimisation de la prise en charge parodontale chez tous les patients en fonction de leurs profils de risques individuels. De plus, si l'on considère les modèles socio-cognitifs (intégratifs et multifactoriels) en psychologie de la santé évoqués précédemment, ils pourraient permettre de réelles prises en charge « sur mesure » (58), particulièrement avec l'aide du numérique.

3 : Intérêt de l'outil numérique

3.1 L'e-santé

3.1.1 Définitions et principes

Le terme d'e-santé désigne tous les aspects numériques en rapport avec la santé. Appelé également santé numérique ou information numérique sur la santé, l'e-santé englobe aujourd'hui les innovations d'usage des technologies de l'information et de la communication, à l'ensemble des activités en rapport avec la santé (56). Le Conseil National de l'Ordre des Médecins la divise en plusieurs catégories : la télésanté, la télémédecine, la m-santé (m pour « mobile », comprend l'ensemble des objets connectés et des applications mobiles), et la robotique. Le terme de « mobile-santé » est apparu en 2005 sous la signature du Professeur Istepanian, universitaire londonien, pour désigner « l'utilisation des communications mobiles émergentes en santé publique ». Phénomène mondial, la santé mobile n'a ensuite pas tardé à être définie par l'OMS en 2009 comme « les pratiques médicales et de santé publique reposant sur des dispositifs mobiles tels que téléphones portables, systèmes de surveillance des patients, assistants numériques personnels et autres appareils sans fil ». Les dispositifs de m-santé apparaissent comme des outils complémentaires utiles à la prise en charge des patients. Ils peuvent soutenir et renforcer la relation patient-praticien en contribuant à améliorer l'adhésion des patients aux conseils de prévention et d'hygiène de vie, ainsi qu'aux protocoles de soins. Finalement l'e-santé, et désormais la m-santé, doivent être considérées non comme une fin mais comme un ensemble de moyens permettant d'améliorer l'accès aux soins, la qualité de la prise en charge, et l'autonomie des patients (59).

Le système de santé français s'est jusqu'à présent bâti autour du soin, à savoir le traitement des épisodes aigus de la maladie, et a délaissé la prévention et l'accompagnement. Le développement des maladies chroniques nécessitant un suivi au long cours, ainsi que le vieillissement de la population, viennent bousculer ce paradigme. En effet le barycentre s'étant surtout situé sur le soin, il bascule progressivement vers la prévention et l'accompagnement. Dans ce sens, l'e-santé représente une belle opportunité pour améliorer l'efficacité du système de santé, tout en préservant ses fondamentaux et en augmentant sa valeur ajoutée pour les soignants comme pour les patients (56).

L'e-santé peut contribuer au « parcours santé » sur cinq activités :

- 1) Renforcer la prévention et favoriser la médecine prédictive *via* le développement de nouvelles technologies au service de l'éducation thérapeutique, de l'assistance au patient, de la prise en charge par le patient de sa santé, et ainsi par la mise en place d'une médecine personnalisée.
- 2) Développer le « bien vivre » *via* l'utilisation d'outils d'automesure (auto-tests, balances et montres connectées) permettant aux citoyens de devenir acteurs de leur maintien en bonne santé, et *in fine* de rendre plus efficient le recours au système de soins.
- 3) Soigner en garantissant un accès aux soins de qualité pour tous, en améliorant la sécurité du patient et l'accès à des traitements adaptés *via* la fluidification de l'information médicale entre professionnels de santé, et enfin en optimisant les coûts grâce au partage de données qui évite la redondance des actes et des examens.
- 4) Accompagner et favoriser l'autonomie ainsi que l'insertion sociale des patients par le partage d'informations et de constantes entre autres, afin d'assurer leurs suivis et leurs compliances tout au long de la prise en charge.
- 5) Informer afin que le patient développe une plus grande autonomie et une meilleure proactivité à chaque étape de son parcours. L'idéal serait de constituer des parcours d'informations personnalisés en fonction des besoins du patient.

L'e-santé constitue donc un atout majeur pour aider citoyens et patients à mieux se prendre en charge, aussi bien pour le bien-être que pour la prévention. Elle permet également de faciliter l'appui aux patients en dehors des phases aiguës de la maladie grâce à un meilleur suivi et à une prise en charge personnalisée. Il s'agit finalement de soigner de manière plus efficiente en sollicitant moins les ressources du système de santé, particulièrement celles de l'hôpital. Son recours sera plus adapté et moins susceptible de surconsommation inutile. La France a un système de santé assurant très bien la qualité des soins. L'objectif n'est pas une incitation à substituer une organisation traditionnelle curative par des solutions e-santé, mais de l'optimiser (56).

Dans ce sens, il convient de se pencher sur les tendances actuelles de l'e-santé par une analyse des usages et des attentes des patients d'une part, puis des praticiens d'autre part.

3.1.2 État des lieux des usages et des attentes des patients

3.1.2.1 État des lieux des usages

Actuellement le « parcours santé » du patient sur le Web se résume en quatre étapes, présentées lors d'une conférence du congrès 2019 de l'ADF et remises à jour dans la figure ci-dessous.

Figure 10 : Parcours santé du patient sur le Web



Source : Auteur, d'après une conférence du congrès de l'ADF, 2021.

Ce schéma montre l'importance croissante du digital dans le milieu médical, ainsi que la richesse des canaux de communication utilisés tout le long du parcours du patient. Si certains d'entre eux ont quasi le monopole, comme Doctolib pour la prise de rendez-vous, peu font l'unanimité en termes de prévention et de suivi, et encore moins de personnalisation des services.

En effet, depuis plusieurs années le numérique se développe dans le secteur médical, et de nombreux sites fleurissent sur Internet apportant conseils et bonnes pratiques. Néanmoins ces derniers ne sont pas toujours fiables. D'après une enquête IPSOS online réalisée en France en 2016 auprès d'un échantillon de 1 100 individus âgés de 16 à 75 ans, il apparaît que 68 % des français ont déjà recherché des informations relatives à la santé sur le Web, mais que 4 français sur 10 restent insatisfaits de ces dernières. Il semblerait aussi que 78 % des français fassent davantage confiance à des informations provenant d'un canal spécialisé sur la santé et validées par un ou plusieurs médecins. Toujours selon la même enquête, la majorité des informations recherchées concerne : à 47 % les professionnels et les structures de santé, à 60 % les conseils préventifs de bien-être et de santé, et enfin à 84 % les maladies ou les médicaments. Nous notons que la plus grande partie des recherches concerne les maladies et

les conseils préventifs. De plus, il a été constaté que c'est plus de 70 % des 25-34 ans qui mènent une recherche en rapport avec la santé sur Internet (60).

Une étude intitulée « A la recherche du e-patient » s'intéressant aussi à la consommation du Web par les patients, montre que 73 % d'entre eux trouvent les informations sur le Web utiles, mais que 75 % ne les trouvent pas toujours fiables. Selon la même étude, 58 % pensent qu'elles permettent un échange plus riche avec le praticien, et de mieux prendre en charge leur santé (61). Allant dans ce sens, le Docteur Meisels a rédigé sa thèse d'exercice en 2017 à ce sujet : « La dentisterie au travers des Youtubers et son influence sur l'internaute-patient ». Dans le cadre de ce travail, elle analyse la pertinence des informations diffusées dans les vidéos YouTube à l'aide d'une grille d'évaluation, afin d'en déterminer l'impact sur la santé bucco-dentaire des internautes. Les résultats montrent que sur 100 vidéos francophones et anglophones étudiées, la part de vidéos néfastes s'élève à 58 %, contre 42 % de vidéos de meilleure qualité ou ne représentant pas de risque pour la santé bucco-dentaire des utilisateurs. De plus, elle met en lumière l'intérêt de certaines vidéos pour la prévention. Elle suggère que YouTube, utilisé et cadré par des professionnels de santé, pourrait constituer un nouveau moyen de communication et d'éducation pour les patients (62). Il est intéressant de mentionner que le Docteur Meisels a par la suite elle-même élaboré des vidéos YouTube pour faire de la vulgarisation médicale, puis a développé en parallèle un compte Instagram. Ce dernier est un des réseaux sociaux les plus visités à ce jour, et est utilisé par d'autres dentistes ayant aussi vocation à sensibiliser les internautes à la santé bucco-dentaire (nous pouvons citer comme exemples les comptes *le.monde.dr.m*, *les.maux.de.la.bouche* et *lapetitedent*). Ces aspects mettent en évidence l'évolution rapide des canaux de communication, associée à une consommation différente et grandissante de l'information médicale sur le Web.

Dans ce sens, les patients ne recherchent plus uniquement de l'information ou des conseils. En 2015, près de trois malades sur dix échangent autour de la santé sur le Web avec d'autres internautes, et au moins deux à trois fois par semaine. Ils cherchent du soutien, et souhaitent connaître l'expérience d'autres personnes atteintes de la même maladie. Cela permet de briser l'isolement du malade qui doit apprendre à vivre avec sa pathologie chronique. De plus, parmi les français, 28 % des internautes-santé (dont 32 % de malades chroniques) sont également des mobinautes santé, c'est-à-dire qu'ils ont aussi recherché de l'information en santé sur leurs mobiles (portables ou tablettes). Un mobinaute santé sur cinq a déjà téléchargé au moins une application mobile relative à la santé en 2015 (56).

3.1.2.2 États des lieux des attentes

Dans l'ensemble les Français sont plutôt favorables à l'e-santé, notamment pour améliorer la coordination des soignants et de leurs soins, suivre les indicateurs biologiques de leur santé, lutter contre les déserts médicaux etc. Néanmoins les outils sont peu nombreux, et en 2015 la population considère que la France est en retard sur ce sujet, excepté pour les objets connectés. Ces derniers répondent principalement à une logique de prévention primaire, puisqu'il s'agit de solutions d'e-santé en amont d'une prise en charge curative, qui s'adressent aux patients chez qui la maladie ne s'est pas encore exprimée. En ce qui concerne les applications mobiles, déjà en 2015, plus de la moitié des Français souhaitaient les voir se développer (56). Récemment, plus de 73 % des Français estiment que les outils numériques contribuent à la prévention des risques de santé publique et à la réduction des dépenses de santé (63).

Par ailleurs, l'accès au conseil médical en dehors d'une consultation se révèle être une demande très importante, émanant aussi bien du citoyen utilisateur du système de santé que du patient atteint d'une maladie chronique. À titre d'exemple, en 2013, 63 % de la population française souhaitaient pouvoir échanger par email de manière sécurisée avec un professionnel de santé, et 32 % déclaraient accepter de faire une téléconsultation (56). Ainsi, ces dernières années la télémédecine s'est beaucoup développée, et plus particulièrement depuis la crise sanitaire.

Les patients sont majoritairement convaincus de l'utilité d'être impliqués dans leur traitement et dans le suivi de leur maladie. D'après les associations de patients, la co construction réduit les risques de malentendu, de conflit, ou encore de décrochage du patient. On assiste de plus en plus à l'émergence d'un « actient » (patient actif), qui recherche majoritairement des informations sur les maladies chroniques ou graves. Concernant les malades chroniques, en 2015, 70 % souhaitaient avoir des informations sur la gestion de leur pathologie numériquement, et ils étaient même 63 % à trouver plus pertinent que les informations trouvées sur Internet en matière de santé soient garanties par des professionnels de santé (56).

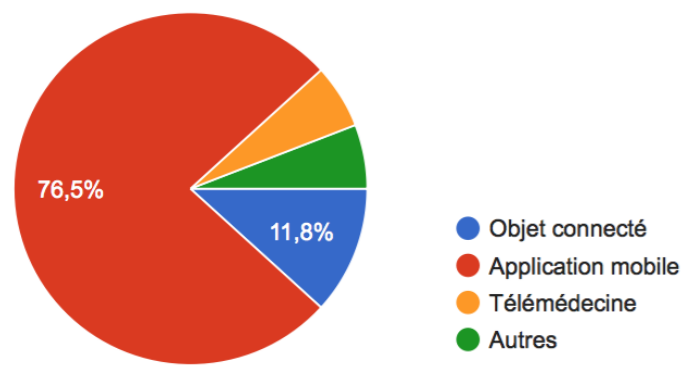
3.1.2.3 Enquête

Afin de compléter ces analyses, une enquête reposant sur sept questions a été menée auprès d'une vingtaine de patients de tout âge (cf. annexes). Les questions posées étaient les suivantes :

- Utilisez-vous des outils numériques en rapport avec la santé ?
- De quels types sont-ils ? Objet connecté / Application mobile / Télémédecine / Autres
- Connaissez-vous les maladies parodontales ?
- Vous a-t-on déjà expliqué clairement l'hygiène bucco-dentaire (type de brosse à dent, diamètre des brossettes inter-dentaires, quel dentifrice utiliser, quel mouvement effectuer...) ?
- Souhaiteriez-vous pouvoir bénéficier davantage de conseils et d'informations d'experts dans le cadre de votre prise en charge bucco-dentaire (disponibles en continu) ?
- Souhaiteriez-vous pouvoir bénéficier d'une prise en charge bucco-dentaire plus personnalisée ?
- Si un outil numérique regroupait les fonctions mentionnées précédemment, seriez-vous disposé à le télécharger et à l'utiliser ?

Les résultats montrent que 77,3 % des patients interrogés utilisent des outils numériques relatifs à la santé. Ils sont de différents types, avec une majorité pour l'application comme figuré ci-dessous :

Figure 11 : Pourcentages des différents types d'outils numériques utilisés pour la santé



Source : Auteur, 2021.

Concernant la sensibilisation et l'éducation thérapeutique : environ 82 % d'entre eux ne connaissent pas les maladies parodontales, et les techniques d'hygiène bucco-dentaire n'ont été clairement expliquées qu'à 32 %. Dans ce sens, 86,4 % souhaiteraient bénéficier davantage de conseils ainsi que d'informations provenant d'experts, et 77,3 % avec un service plus personnalisé. Enfin, 86,4 % d'entre eux seraient disposés à utiliser un outil numérique afin d'optimiser leur prise en charge bucco-dentaire.

Pour conclure, ces résultats corroborent l'analyse menée sur les usages et les attentes des patients. Ils sont de plus en plus connectés et adeptes d'outils numériques. Ils souhaitent davantage d'informations et de suivi au cours de leur prise en charge, adaptés à leurs besoins, délivrés par des professionnels de santé, et avec comme vecteurs possibles les nouveaux canaux de communication digitaux.

3.1.3 État des lieux des usages et des attentes des professionnels de santé

3.1.3.1 État des lieux des usages

Les médecins sous-estiment largement le degré d'acceptation des patients vis-à-vis des objets connectés médicaux. En 2015, ils étaient 55 % à considérer que moins de la moitié des patients accepteraient d'être équipés. Pourtant, 70 % d'entre eux l'auraient accepté dans le cadre du suivi de leur maladie, et ne les considèrent pas comme des substituts à l'analyse médicale. Ces dernières années, la proportion de médecins qui déclarent prescrire des applications mobiles à leurs patients ne cesse d'augmenter. À titre d'exemple, entre 2013 et 2014 ils ont été 8 puis 17 % respectivement à en prescrire, notamment des outils concernant le suivi de la glycémie et les conseils nutritionnels (56). Une augmentation qui s'est accentuée depuis la crise sanitaire liée à la Covid-19, en particulier avec le développement des téléconsultations médicales.

3.1.3.2 État des lieux des attentes

Une compréhension fine des besoins et des attentes des professionnels de santé est indispensable au développement de l'e-santé, dans la mesure où ces derniers sont prescripteurs et ont un pouvoir de conviction auprès des patients. Récemment, plus de 90 % des professionnels de santé considèrent que la santé connectée est une opportunité pour améliorer la prévention, car ils ont souvent peu de temps à consacrer à cela en consultation. Toutefois, ils font entendre un besoin d'accompagnement à l'utilisation de ces nouveaux outils, redoutés pour leur effet disruptif dans la pratique quotidienne. Le changement de logiciel ou l'introduction d'un nouvel outil demande un temps d'adaptation, souvent vécu comme une contrainte supplémentaire à intégrer dans un quotidien déjà chargé et stressant (56). Ces outils, correctement utilisés, pourraient constituer de vrais leviers d'efficience sur le long terme pour les acteurs. Dans ce sens, un accompagnement et/ou une formation à ces outils pourrait permettre de sécuriser la transition et de développer les usages, afin qu'ils s'intègrent pleinement dans les pratiques quotidiennes. De plus, les praticiens souhaitent que soit mis en place un processus de validation des informations sur Internet et également des applications en santé. Ainsi ils pourront conseiller et orienter leurs patients en toute sécurité. C'est pourquoi, la Haute Autorité de Santé tend à dresser un cahier des charges d'évaluation des outils numériques de l'e-santé, pour formuler des recommandations à destination des médecins et des utilisateurs. De telles mesures permettraient une plus grande fluidité de l'information hôpital-ville, et feraient de ces outils des vecteurs d'efficience aussi bien pour le praticien que pour le patient (57).

Néanmoins certaines craintes sont exprimées par les professionnels de santé, et sont communes à celles des patients. Il s'agit notamment de la sécurisation des données sensibles et de la qualité de ces outils. Un quart des patients non utilisateurs en 2015 cite comme frein la crainte d'une exploitation inadéquate de leurs données (56). Finalement, la question qui se pose est : quel type d'outil numérique répondrait au mieux à la demande des utilisateurs, à la fois celle des patients et celle des praticiens ?

3.1.3.3 Enquête

Afin de compléter ces analyses, une enquête reposant sur six questions a été menée auprès d'une vingtaine de praticiens de tout âge, omni et parodontistes (cf. annexes). Voici les questions posées :

- Utilisez-vous un logiciel pour l'organisation de votre pratique quotidienne (Julie, Logos...) ?
- Disposez-vous d'un outil numérique pour vous aider dans votre pratique parodontale (Periotools, PerioSystem & PerioLine, Florida Probe...) ?
- Utilisez-vous d'autres types d'outils numériques (télémédecine, application...) ? Si oui, lesquels ?
- Disposez-vous de suffisamment de temps pour effectuer de la prévention (sensibilisation, éducation thérapeutique...) ?
- Voyez-vous un intérêt pour un outil numérique d'aide à la prévention et au suivi dans le cadre de vos prises en charge parodontales (à la fois pour vous et pour le patient) ?
- Seriez-vous disposés à en utiliser un s'il existait ?

Concernant les outils numériques, les résultats montrent que 76,2 % des praticiens interrogés utilisent un logiciel pour l'organisation de leur pratique, mais que seuls 28,6 % utilisent les outils disponibles en rapport avec la parodontologie (essentiellement d'aide à la réalisation du charting). D'autres types d'outils numériques sont employés, avec Doctolib en majorité. Par ailleurs, ils sont 52,4 % à estimer avoir du temps pour effectuer les grandes lignes de la prévention, mais 95,2 % voient un intérêt pour un outil numérique afin de les aider dans ces démarches. Enfin, 100 % d'entre eux seraient disposés à utiliser et prescrire un tel outil s'il existait.

Pour conclure, ces résultats concordent avec l'analyse menée sur les usages et les attentes des praticiens. Ces derniers sont déjà habitués à consommer des outils numériques dans leur exercice, particulièrement pour l'organisation de leur pratique, et semblent prêts à exploiter d'autres canaux de communication digitaux pour optimiser leurs démarches préventives. Ainsi, la question posée à la fin de l'analyse précédente reste la même à ce stade : quel outil serait le plus performant dans ce sens ?

3.2 Le format

3.2.1 État des lieux

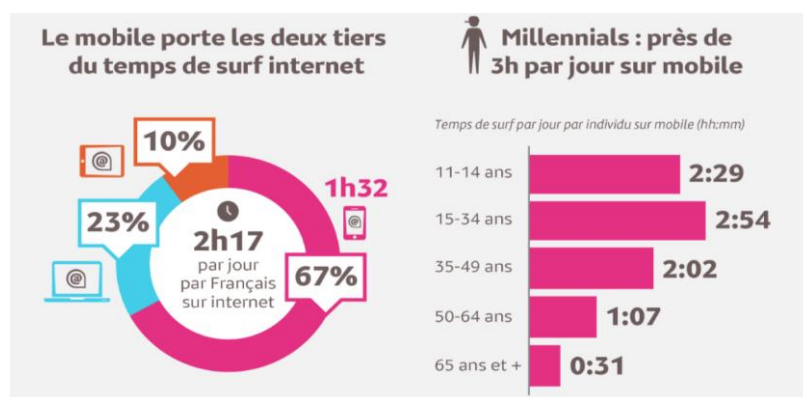
De nos jours, la communication digitale occupe une place prépondérante. Historiquement c'est à partir des années 60 qu'Internet fut créé à des fins militaires, puis fut utilisé par des universités américaines pour échanger des données scientifiques. Les premiers services dits connectés apparaissent alors, permettant principalement les transferts de fichiers et le courriel. Ce n'est que trente ans plus tard, dans les années 90, que l'aspect contemporain d'Internet apparaît : c'est le « World Wide Web ». Au cours des décennies suivantes l'évolution s'accélère, notamment avec l'ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Liner) et sa connexion de plus en plus rapide, qui ouvre la porte des foyers au monde numérique. C'est le développement de l'Internet fixe. Entre 2006 et 2010, la part des foyers français connectés croît de 41 à 74 % selon Eurostat (Office statistique de l'Union Européenne) (64).

Des chiffres qui n'ont fait qu'augmenter avec l'arrivée de la fibre optique et des solutions sans-fil. De plus, les réseaux téléphoniques mobiles se développent avec la possibilité d'un contenu multimédia. C'est la première ébauche de l'Internet mobile. Par la suite, la troisième génération (3G) de téléphone mobile permet aux opérateurs de proposer de plus grandes vitesses de connexion aux abonnés. On assiste alors à l'apparition du véritable Internet mobile et des premiers terminaux à large écran pour améliorer l'ergonomie des nouveaux services multimédia, comme la visiophonie. Dès lors apparaît le concept de « mobinaute », comme évoqué précédemment. Il s'agit alors d'un individu disposant d'un Smartphone capable de se connecter à peu près partout à Internet en 3G ou en Wi-Fi (64). Le réseau 4G fait suite, et depuis ce début d'année 2021 la 5G s'impose en France progressivement pour un accès à encore plus de contenu multimédia en un temps réduit, et ce quelque soit la localisation. Par ailleurs, le contexte inédit lié à la crise sanitaire de la Covid-19 a accéléré la digitalisation de notre quotidien, intensifiant encore nos usages d'Internet. Fin 2020, on dénombre près de 92 % de foyers connectés en France. La population n'a jamais passé autant de temps sur Internet cette année-là. C'est environ 2h de surf par jour et par personne (dont les 2/3 sur Smartphone), soit 15 % de plus qu'en 2019. Une progression qui touche tout le monde, mais qui est essentiellement portée par les jeunes de 15 à 24 ans, dont le temps de surf quotidien bondit de 24 % et s'établit à 4h23 par jour (65).

Cette révolution numérique que nous connaissons maintenant depuis plusieurs années, a évolué avec une utilisation grandissante du mobile en première intention : « mobile first ». Déjà, de 2017 à 2018, une augmentation de 30 % des utilisateurs sur mobile avait été constatée par Médiamétrie. Plus récemment, en avril 2020, une hausse particulièrement visible sur le téléphone mobile a été relevée.

Chaque jour, selon la mesure d'Audience Internet Global effectuée par Médiamétrie, plus d'un internaute sur trois se connecte à Internet exclusivement depuis son mobile. Cela représente 17,4 millions de personnes en France. Le Smartphone occupe donc une place croissante dans nos usages, et est aujourd'hui considéré comme le premier écran pour accéder à Internet. Cette place est encore plus essentielle auprès des jeunes, comme le montre la figure 12. Nous tendons vers une ère digitale dite « mobile only » (66).

Figure 12 : Schéma des temps de surf sur Internet en 2020



Source : Sensio, « 1 internaute sur 3 se connecte à internet exclusivement sur smartphone », 2020.

Par ailleurs, d'après le top vingt des activités en ligne lors de la première vague de la crise sanitaire, la catégorie Santé/Bien-être/Nutrition est classée en quinzième position avec un nombre de visiteurs moyen de 10 775 000 (67). Ces données soulignent l'importance du numérique dans notre quotidien, et de plus en plus en rapport avec le domaine médical. De nombreux canaux de communication existent dans ce secteur. Comme mentionné précédemment, il existe des : sites Web, Blog, Newsletter, réseaux sociaux, applications etc. Néanmoins tous n'ont pas encore été pleinement exploités. Une analyse des différents outils numériques développés à ce jour dans le domaine médical s'impose, de manière à identifier le format le plus adapté à la fois pour le patient et pour le praticien.

3.2.2 Analyse des outils numériques dans le secteur médical

3.2.2.1 En médecine

Depuis quelques années le secteur médical s'est particulièrement penché sur le numérique afin d'optimiser le « parcours santé », et finalement améliorer la prise en charge globale du patient. La crise sanitaire liée à la Covid-19 n'a fait qu'accélérer cette réflexion autour du digital.

À titre d'exemple, la start-up Nouveal e-santé s'est lancée dans la digitalisation du parcours du patient et a créé plusieurs applications en partenariat avec des acteurs de la santé. Léa Santé pour l'hématologie, Onco'nect pour la cancérologie, et plus récemment Covidom pour les patients atteints de la Covid. Ces outils reposent sur une plateforme de télésurveillance médicalisée avec des fonctionnalités propres à chaque secteur. Lors de la première vague de la crise sanitaire, je me suis impliquée en tant que télésurveillante au sein de la plateforme Covidom. Il s'agit d'un dispositif de suivi automatisé des patients suspects ou confirmés d'une affection Covid-19 après une prise en charge médicale initiale. Plus précisément, suite à une consultation pour suspicion d'atteinte au Coronavirus, le médecin (ville ou hôpital) inclut le patient dans le logiciel. Par un système d'identification, ce dernier peut se connecter à l'application mobile *via* son profil créé par le soignant. Un questionnaire numérique quotidien lui est envoyé, avec une fréquence définie en fonction de la stratification du risque (pathologies associées), et ses réponses sont traitées afin de générer différents types d'alertes. Celles-ci sont ensuite gérées par les télésurveillants qui se mettent en relation avec le patient, et appliquent des mesures en fonction d'un algorithme précis. En définitive, cet outil connecte le patient et les professionnels de santé afin d'assurer un télésuivi au cas par cas, et *in fine* pour désengorger les établissements de santé sous tension (68). Courant mai 2020, le « Covid enchaîné » faisait état de 6 000 suivis actifs et de 700 à 800 alertes par jour. Ce logiciel a fait ses preuves, et de nombreux patients, aussi bien directement au téléphone que d'après d'autres retours, ont été reconnaissants de ce nouvel outil de prise en charge.

Un autre exemple est celui de l'application My MICI, destinée aux patients atteints de Maladie de Crohn ou de Rectocolite Hémorragique (maladies inflammatoires chroniques du tube digestif). Il s'agit essentiellement d'une application de suivi. Elle permet la visualisation de l'évolution de la maladie, la consultation du dossier médical, et délivre informations et conseils pour guider et impliquer le patient dans sa prise en charge. Récemment, de nombreux outils de ce type se sont encore développés tels que Follow Health ou Follow Patient, qui permettent d'optimiser le suivi de maladies chroniques comme l'obésité morbide (Follow Surg) et l'endométriose (Follow Metrios) principalement.

Enfin il est intéressant de mentionner Doctolib, qui s'est imposé comme leader de l'agenda en ligne pour faciliter la prise ainsi que la gestion des rendez-vous, et qui depuis peu élargit son champ d'actions à d'autres domaines comme la téléconsultation.

Force est de constater que le numérique a pleinement sa place dans le monde médical. Néanmoins, qu'en est-il pour le secteur de la médecine bucco-dentaire spécifiquement ?

3.2.2.2 En médecine bucco-dentaire

Concernant la médecine bucco-dentaire au sens large, nous assistons depuis quelques années à un foisonnement des sites sur Internet correspondant à des stratégies d'information et de sensibilisation à l'état de santé bucco-dentaire. Comme mentionné précédemment, YouTube a beaucoup été utilisé dans ce sens, notamment par le Docteur Meisels. Des Blogs ont aussi été constitués, et plus récemment les réseaux Instagram et TikTok sont de plus en plus exploités, car de plus en plus consommés par les internautes. Quelques exemples de comptes ont déjà été cités précédemment, et d'autres se développent encore actuellement. Par ailleurs, des industries comme Oral B ont développé des tutoriels avec un système d'application connectée à la brosse à dent, afin de guider le patient lors de son hygiène bucco-dentaire. Aussi, une étude avait été publiée dans ce sens (69). Enfin, en 2019, l'application mobile Preventeeth a été produite et proposée aux patients. Cet outil offre une éducation à l'hygiène bucco-dentaire de manière personnalisée et ludique.

La télémédecine s'est également beaucoup développée ces dernières années. A titre d'exemple, Lovis (start-up créée il y a environ un an) propose un service de télémédecine bucco-dentaire destiné aux cabinets et aux établissements médico-sociaux. La crise sanitaire liée à la Covid-19 n'a fait qu'accélérer le développement des outils de gestion à distance des patients, notamment avec COVIDent mis en place dans les services de l'AP-HP. Co-construite avec Oraalgo, l'objectif de cette téléplateforme est de répondre aux besoins des patients en situation d'urgence bucco-dentaire depuis leur domicile.

Un panel d'outils numériques se sont ainsi développés pour optimiser la prise en charge des patients, et aider les dentistes dans le suivi de leurs traitements. Voici d'autres exemples d'application : ToothSOS pour la gestion des traumatismes dentaires, Dental Monitoring pour assurer le suivi des traitements orthodontiques, et Vidal qui est une plateforme d'information sur le médicament pour l'ensemble des professionnels de santé (concurrencé récemment par l'application Posos).

Concernant la médecine parodontale, différents types d'outils numériques se sont aussi développés. Pour les patients, il existe des sites orientés « grand public » qui sensibilisent à la santé parodontale tel que Parosphère, créé par une équipe de parodontistes. Sur le site, les maladies parodontales et péri-implantaires sont expliquées à travers leurs causes et leurs symptômes. Les facteurs de risque associés et les traitements, ainsi que le matériel et les techniques de brossage sont détaillés. Plus récemment, en janvier 2021, l'application Paro App (développée par un dentiste) a été mise à disposition des mobinautes. Elle offre principalement des informations pour sensibiliser aux maladies parodontales. Ces types d'outils sont donc plutôt orientés vers de la vulgarisation parodontale.

Pour le chirurgien-dentiste, des supports existent également tels que PerioTools. Ce site internet a été développé par le Docteur Ramseier afin d'aider le praticien dans sa pratique parodontale. Différentes fonctionnalités sont proposées : la réalisation d'un charting, l'évaluation du risque parodontal du patient avec le PRA (mentionné précédemment), et une estimation d'un calendrier de maintenance parodontale. Il est intéressant de noter que depuis peu, des informations sur la santé parodontale ainsi que sur l'hygiène bucco-dentaire sont également disponibles pour les patients. Par ailleurs, Parosphère a aussi élargi son offre à la formation des praticiens, et exploite d'autres canaux de communication tels que Facebook et Instagram. L'équipe propose des programmes sur différentes thématiques, et publie l'actualité sur la parodontologie (particulièrement *via* Instagram). En 2015, les logiciels informatiques PerioSystem & PerioLine ont été développés pour aider le praticien dans la gestion de son activité, et plus spécifiquement lors de la réalisation du sondage parodontal. Enfin, en 2019, trois parodontistes ont développé ParoClap dans l'optique d'éclairer les praticiens dans leur pratique. Ils proposent d'aborder « la parodontie autrement : sans analgésie, sans produit chimique, accessible à tous ». Différents canaux de communications sont utilisés. ParoClap dispose d'un site ainsi que d'un compte Facebook et d'un compte Instagram.

Nous constatons donc une augmentation importante du numérique dans le secteur bucco-dentaire, notamment en parodontologie. Néanmoins, aucun outil n'a encore été développé afin d'impliquer pleinement le patient dans sa prise en charge, alors que les maladies parodontales sont des pathologies chroniques avec lesquelles le malade doit apprendre à vivre pour optimiser son traitement.

À travers son livre « Health Behavior Change in Dental Practice » (co-écrit par Jean E. Suvan), le Docteur Ramseier insiste sur le changement vers des comportements de santé, avec la délivrance d'une information personnalisée au patient en fonction de ses facteurs de risques. Il y explique que la recherche d'un environnement favorable à l'écoute d'un discours de prévention est plus significative que le discours en lui-même. Cela sous-entend que le changement de comportement ne se réalise pas uniquement dans la salle de soin, mais quotidiennement dans la vie de nos patients. Dans ce sens, le Smartphone, omniprésent dans notre quotidien, pourrait constituer un support adapté (64).

Aujourd'hui, il est donc nécessaire de considérer les nouveaux usages technologiques comme de nouveaux vecteurs de sensibilisation et d'éducation. La délivrance d'une information personnalisée en exploitant les téléphones mobiles *via* une application, semble constituer une démarche plus positive qu'un discours standardisé. Cela constituerait une prévention innovante pour une population qui n'a pas encore l'habitude de consulter en l'absence de symptomatologie.

3.2.3 L'Application

3.2.3.1 Définitions et principes (70)

Après l'arrivée des premiers terminaux mobiles grand public compatibles avec Internet, le Web mobile a véritablement décollé avec la notion d'application qui s'est popularisée. Cette dernière est aussi nommée applicatif, ou encore appli ou app. Il s'agit d'un programme (ou un ensemble logiciel) directement utilisé pour réaliser une tâche, ou un ensemble de tâches élémentaires d'un même domaine. Téléchargeable sur Smartphone ou tablette, il comporte un fichier qui est installé puis exécuté par le système d'exploitation du mobile.

Apparues dans les années 1990, les applications sont liées aux développements d'Internet et des télécommunications, des réseaux sans fils, ainsi qu'à la démocratisation des terminaux mobiles comme évoqué. Le nombre d'applications mobiles augmente à partir de 2007, date du lancement de l'iPhone. Initialement, elles avaient pour objectif d'améliorer la productivité et de faciliter la récupération d'informations comme : « courrier électronique », « calendrier », « contacts » etc. Elles gagnent ensuite les entreprises, puis la demande du public et la disponibilité d'outils de développement ont conduit à une expansion rapide dans d'autres domaines. Les plus connus sont les jeux mobiles, ainsi que les services permettant la localisation, l'écoute de musique, la visualisation de vidéos ou de chaînes de télévision, les opérations bancaires, et progressivement l'optimisation médicale.

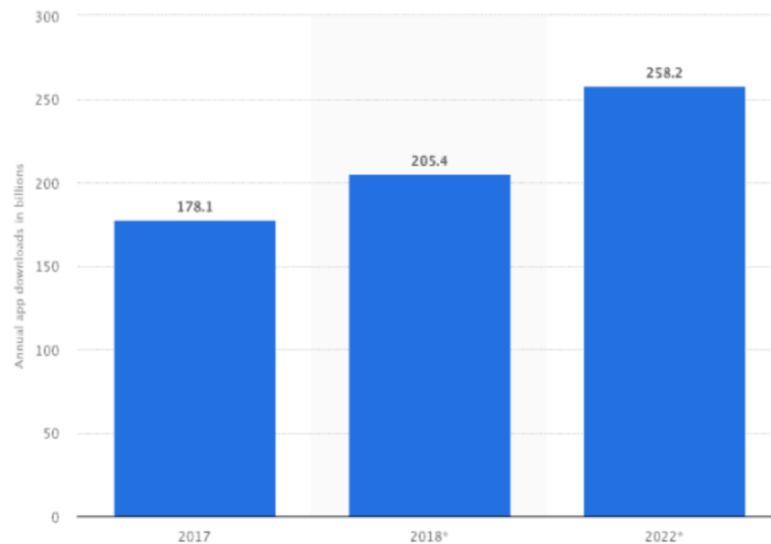
3.2.2.2 Intérêt

Depuis plusieurs années il est donc possible d'accéder sur son mobile à de nombreux services que l'on avait l'habitude de consulter sur son ordinateur, mais également d'avoir accès à l'information où que l'on soit. Les professionnels appellent ce phénomène le morcellement de l'Internet, qui permet aux utilisateurs de choisir le « morceau » qu'ils veulent avoir au quotidien avec eux. Eric Dupin, blogueur français, expliquait déjà en 2009 que l'Internet mobile devenait un univers protéiforme dans lequel chacun picore à sa guise en fonction de ses besoins (64). L'application est finalement un logiciel informatique dont les automatismes sont destinés à assister un utilisateur dans une de ses activités.

Dopé par l'essor des Smartphones et des tablettes, l'e-santé s'est considérablement développée au profit de la santé mobile. En termes de statistiques, le volume mondial des applications mobiles santé est passé de 6 000 en 2010, à 20 000 en 2012, puis 100 000 en 2013. Des chiffres qui tendent encore

à augmenter étant donné la consommation croissante du Web sur mobile. Rien qu'en 2017, toutes thématiques confondues, il y avait 178 milliards téléchargements d'applications. Ce nombre a atteint 205 milliards en 2018 et est estimé à 258 milliards en 2022, soit une augmentation de 45 % sur cinq ans comme figuré ci-dessous (71).

Figure 13 : Nombre d'applications mobiles téléchargées par année à l'échelle mondiale (2017 à 2022)



Source : Axiocode, « 25 statistiques d'utilisation des applications mobiles à connaître en 2019 », 2019.

Le potentiel de ces applications est loin d'avoir été entièrement exploré et exploité. De nombreuses innovations sont attendues, issues de la créativité des entrepreneurs et des développeurs, ainsi que des évolutions technologiques en particulier dans le domaine médical.

Au regard de l'ensemble de ces données, le choix d'une application mobile se justifie clairement, et plus particulièrement pour le patient. En ciblant les Smartphones on ne peut qu'espérer un impact positif sur la prise en charge des maladies parodontales. Cela permettrait une meilleure exposition et une meilleure consommation des informations de prévention, ainsi qu'une meilleure communication au sein de la relation patient-praticien, pour un suivi optimal et de meilleurs résultats sur le long terme.

Conclusion

Les maladies parodontales constituent un vrai problème de santé publique. Au cours du temps, la recherche clinique a ouvert de nouvelles stratégies thérapeutiques, permettant de ralentir la progression de l'affection et de reconstruire les structures parodontales. Avec l'épidémiologie, elles ont permis de mesurer la distribution des maladies parodontales à travers le monde et d'identifier certains facteurs de risque, dont le diabète. À ce jour, les problèmes de santé publique et socio-économiques que nous connaissons, posés entre autres par les maladies parodontales et le diabète, nous oblige à reconsidérer avec plus de vigueur les démarches préventives. Jusqu'à présent, la démarche de prise en charge était principalement curative. Aujourd'hui les différents types de prévention (primaire, secondaire et tertiaire) constituent une stratégie plus efficace de lutte contre le développement de ces maladies chroniques. Ce changement de paradigme est d'autant plus essentiel, que les maladies parodontales ont des liens établis avec certaines pathologies générales dont elles peuvent affecter l'évolution, et constituer des facteurs de risque pour la santé globale du patient, particulièrement pour le sujet diabétique. S'ajoute à cela l'augmentation de l'espérance de vie, ainsi que l'augmentation des comorbidités au sein de la population.

Néanmoins encore bon nombre de maladies parodontales ne sont dépistées que très tardivement, et trop peu d'individus y sont sensibilisés. Le praticien, omni et spécialiste, est en première ligne et doit impérativement assurer la prévention des maladies parodontales pour des résultats positifs à court, moyen et long termes. Ainsi, il serait judicieux de développer les axes préventifs des maladies parodontales en exploitant les nouvelles technologies sur lesquelles d'autres secteurs médicaux s'appuient déjà. L'application mobile, de par son accessibilité et son aspect ludique, pourrait profiter au plus grand nombre et améliorer la prise en charge parodontale des patients. Elle pourrait regrouper plusieurs fonctions, de la sensibilisation et de l'éducation thérapeutique jusqu'au suivi, tout en intégrant les divers facteurs et indicateurs de risque tel que le diabète. Utilisée en grande majorité par une population jeune, l'application pourrait dans ce sens s'avérer particulièrement utile pour les sujets diabétiques de type 1, et *in fine* l'être aussi pour l'ensemble des patients. Il s'agit finalement d'optimiser la prise en charge parodontale dès la première consultation de soins, en accompagnant dentistes et patients tout le long des différentes étapes *via* une toile de communication efficace.

C'est dans ce but, et à l'aide du Statut National Étudiant Entrepreneur, que je voudrais proposer une application. Aux côtés d'un des PEPITE d'Ile de France et de l'incubateur de l'ECE, j'ai développé l'outil numérique My Perio dont l'objectif est d'optimiser la prise en charge des maladies parodontales, et qui sera présenté lors de la soutenance de cette thèse.

Bibliographie

1. Loe H. Periodontal disease. The Sixth complication of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 1993;(16):329-34.
2. Organisation Mondiale de la Santé. Diabète [Internet]. [cité 12 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
3. Bouchard P. Parodontologie & dentisterie implantaire. Vol.1, Médecine parodontale. Paris : Lavoisier Médecine Sciences. 2014.
4. Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJL, Marcenes W. Global burden of severe periodontitis in 1990-2010. *J Dent Res*. 2014;93(11):1045-53.
5. Kumar M, Mishra L, Mohanty R, Nayak R. Diabetes and gum disease : the diabolic duo. *Clin Res Rev*. 2014;8(4):255-8.
6. Löe H, Theilade E, Jensen SB. Experimental gingivitis in man. *J Periodontol*. 1965;36(3):177-87.
7. Kinane DF, Attström R. Advances in the pathogenesis of periodontitis. *J Clin Periodontol*. 2005;32(s6):130-1.
8. Hujoel PP, Cunha-Cruz J, Loesche WJ, Robertson PB. Personal oral hygiene and chronic periodontitis : a systematic review. *Periodontol 2000*. 2005; 37(1):29-34.
9. Lang NP, Karring T. Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology. London : Quintessence; 1994. 478 p.
10. Page RC, Kornman KS. The pathogenesis of human periodontitis : an introduction. *Periodontol 2000*. 1997;14(1):9-11.
11. Genco RJ, Borgnakke WS. Risk factors for periodontal disease. *Periodontol 2000*. 2013;62(1):59-94.
12. Socransky SS, Haffajee AD, Cugini MA, Smith C, Kent RL. Microbial complexes in subgingival plaque. *J Clin Periodontol*. 1998;25(2):134-44.
13. Caton JG, Armitage G, Berglundh T, Chapple ILC, Jepsen S, Kornman KS, et al. A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions – Introduction and key changes from the 1999 classification. *J Clin Periodontol*. 2018;45(S20):S1-8.
14. Page RC, Martin J, Krall EA, Mancl L, Garcia R. Longitudinal validation of a risk calculator for periodontal disease. *J Clin Periodontol*. 2003;30(9):819-27.
15. Costa FO, Guimarães AN, Cota LOM, Pataro AL, Segundo TK, Cortelli SC, et al. Impact of different periodontitis case definitions on periodontal research. *J Oral Sci*. 2009;51(2):199-206.

16. Armitage GC. Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. *Northwest Dent.* 2000;79(6):31-5.
17. Albandar JM, Brunelle JA, Kingman A. Destructive periodontal disease in adults 30 years of age and older in the United States, 1988-1994. *J Periodontol.* 1999;70(1):13-29.
18. Eke PI, Dye BA, Wei L, Slade GD, Thornton-Evans GO, Borgnakke WS, et al. Update on prevalence of periodontitis in adults in the United States : NHANES 2009 to 2012. *J Periodontol.* 2015;86(5):611-22.
19. Bourgeois D, Bouchard P, Mattout C. Epidemiology of periodontal status in dentate adults in France, 2002–2003. *J Periodontal Res.* 2007;42(3):219-27.
20. Tonetti MS, Jepsen S, Jin L, Otomo-Corgel J. Impact of the global burden of periodontal diseases on health, nutrition and wellbeing of mankind : a call for global action. *J Clin Periodontol.* 2017;44(5):456-62.
21. International Diabetes Federation Atlas 9th edition and other resources [Internet]. 2019 [cité 6 oct 2021]. Disponible sur: <https://diabetesatlas.org/atlas/ninth-edition/#>
22. Papapanou PN. Periodontal diseases : epidemiology. *Ann Periodontol.* 1996;1(1):1-36.
23. Cutler CW, Machen RL, Jotwani R, Iacopino AM. Heightened gingival inflammation and attachment loss in type 2 diabetics with hyperlipidemia. *J Periodontol.* 1999;70(11):1313-21.
24. Salvi GE, Kandyaki M, Troendle A, Persson GR, Lang NP. Experimental gingivitis in type 1 diabetics : a controlled clinical and microbiological study. *J Clin Periodontol.* 2005;32(3):310-6.
25. Tsai C, Hayes C, Taylor GW. Glycemic control of type 2 diabetes and severe periodontal disease in the US adult population. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2002;30(3):182-92.
26. Kapp JM, Austin Boren S, Yun S, LeMaster J. Diabetes and tooth loss in a national sample of dentate adults reporting annual dental visits. *Prev Chronic Dis.* 2007;4(3):A59
27. Borrell LN, Burt BA, Taylor GW. Prevalence and Trends in Periodontitis in the USA : from the NHANES III to the NHANES, 1988 to 2000. *J Dent Res.* 2005;84(10):924-30.
28. Cianciola LJ, Park BH, Bruck E, Mosovich L, Genco RJ. Prevalence of periodontal disease in insulin-dependent diabetes mellitus (juvenile diabetes). *J Am Dent Assoc.* 1982;104(5):653-60.
29. Taylor GW, Burt BA, Becker MP, Genco RJ, Shlossman M, Knowler WC, et al. Non-insulin dependent diabetes mellitus and alveolar bone loss progression over 2 years. *J Periodontol.* 1998;69(1):76-83.
30. Taylor GW, Borgnakke WS. Periodontal disease : associations with diabetes, glycemic control and complications. *Oral Dis.* 2008;14(3):191-203.
31. Tervonen T, Karjalainen K, Knuuttila M, Huumonen S. Alveolar bone loss in type 1 diabetic subjects. *J Clin Periodontol.* 2000;27(8):567-71.

32. Silvestre F-J, Miralles L, Llambes F, Bautista D, Solá-Izquierdo E. Type 1 diabetes mellitus and periodontal disease : relationship to different clinical variables. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2009;14(4):E175-179..
33. Al-Khabbaz AK, Al-Shammari KF, Hasan A, Abdul-Rasoul M. Periodontal health of children with type 1 diabetes mellitus in Kuwait : a case-control study. *Med Princ Pract*. 2013;22(2):144-9.
34. Lalla E, Cheng B, Lal S, Tucker S, Greenberg E, Goland R, et al. Periodontal changes in children and adolescents with diabetes : a case-control study. *Diabetes Care*. 2006;29(2):295-9.
35. Lalla E, Cheng B, Lal S, Kaplan S, Softness B, Greenberg E, et al. Diabetes mellitus promotes periodontal destruction in children. *J Clin Periodontol*. 2007;34(4):294-8.
36. Demmer RT, Holtfreter B, Desvarieux M, Jacobs DR, Kerner W, Nauck M, et al. The influence of type 1 and type 2 diabetes on periodontal disease progression. *Diabetes Care*. 2012;35(10):2036-42.
37. Polak D, Shapira L. An update on the evidence for pathogenic mechanisms that may link periodontitis and diabetes. *J Clin Periodontol*. 2018;45(2):150-66.
38. Taylor JJ, Preshaw PM, Lalla E. A review of the evidence for pathogenic mechanisms that may link periodontitis and diabetes. *J Periodontol*. 2013;84(4S):S113-34.
39. Wu Y, Liu F, Zhang X, Shu L. Insulin modulates cytokines expression in human periodontal ligament cells. *Arch Oral Biol*. 2014;59(12):1301-6.
40. Graziani F, Gennai S, Solini A, Petrini M. A systematic review and meta-analysis of epidemiologic observational evidence on the effect of periodontitis on diabetes : An update of the EFP-AAP review. *J Clin Periodontol*. 2017;45(2):167-87.
41. Taylor GW, Burt BA, Becker MP, Genco RJ, Shlossman M, Knowler WC, et al. Severe Periodontitis and Risk for Poor Glycemic Control in Patients with Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus. *J Periodontol*. 1996;67(10S):1085-93.
42. Thorstensson H, Kuylenstiema J, Hugoson A. Medical Status and complications in relation to periodontal disease experience in insulin-dependent diabetics. *J Clin Periodontol*. 1996;23(3):194-202.
43. Janket S-J, Wightman A, Baird AE, Van Dyke TE, Jones JA. Does periodontal treatment improve glycemic control in diabetic patients ? A meta-analysis of intervention studies. *J Dent Res*. 2005;84(12):1154-9.
44. Sanz M, Ceriello A, Buysschaert M, Chapple I, Demmer RT, Graziani F, et al. Scientific evidence on the links between periodontal diseases and diabetes : Consensus report and guidelines of the joint workshop on periodontal diseases and diabetes by the International diabetes Federation and the European Federation of Periodontology. *Diabetes Res Clin Pract*. 2018;137:231-41.
45. Engebretson SP, Hyman LG, Michalowicz BS, Schoenfeld ER, Gelato MC, Hou W, et al. The effect of non-surgical periodontal therapy on hemoglobin A1c levels in persons with type 2 diabetes and chronic periodontitis : a randomized clinical trial. *JAMA*. 2013;310(23):2523-32.

46. Westfelt E, Rylander H, Biohmé G, Jonasson P, Lindhe J. The effect of periodontal therapy in diabetics. *J Clin Periodontol.* 1996;23(2):92-100.
47. Matarazzo JD. Behavioral immunogens and pathogens in health and illness. In: *Psychology and health.* Washington, DC, US: American Psychological Association; 1984. p. 9-43. (Master lecture series, Vol. 3.).
48. Ramfjord SP, Caffesse RG, Morrison EC, Hill RW, Kerry GJ, Appleberry EA, et al. 4 modalities of periodontal treatment compared over 5 years. *J Clin Periodontol.* 1987;14(8):445-52.
49. Axelsson P, Lindhe J. Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. *J Clin Periodontol.* 1981;8(3):239-48.
50. Taylor GW. Periodontal treatment and its effects on glycemic control : a review of the evidence. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 1999;87(3):311-6.
51. Beirne PV, Worthington HV, Clarkson JE. Routine scale and polish for periodontal health in adults. *Cochrane Database Syst Rev [Internet].* 2007 [cité 27 févr 2021];(4). Disponible sur: <https://www-cochranelibrary-com.ezproxy.u-paris.fr/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004625.pub3/full>
52. Jeffcoat MK, Jeffcoat RL, Gladowski PA, Bramson JB, Blum JJ. Impact of periodontal therapy on general health : evidence from insurance data for five systemic conditions. *J Am Prev Med.* 2014;47(2):166-74.
53. Martin JA, Page RC, Kaye EK, Hamed MT, Loeb CF. Periodontitis severity plus risk as a tooth loss predictor. *J Periodontol.* 2009;80(2):202-9.
54. Axelsson. *Diagnosis and risk prediction of periodontal diseases.* Chicago : Quintessence; 2002. VIII-463.
55. Lang NP, Suvan JE, Tonetti MS. Risk factor assessment tools for the prevention of periodontitis progression : a systematic review. *J Clin Periodontol.* 2015;42(S16):S59-70.
56. E-santé : faire émerger l'offre française en répondant aux besoins présents et futurs des acteurs de santé [Internet]. Martine Automme, Nicole Merle-Lamoot; 2016. Disponible sur: <https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/en-pratique/etudes-et-statistiques/dossiers-de-la-DGE/2016-02-pipame-e-sante.pdf>
57. Silber Denise. Le praticien connecté. 2020; Disponible sur: <https://www.information-dentaire.fr/wp-content/uploads/2020/08/unim-livre-blanc-interactif-complet.pdf>
58. Bruchon-Schweitzer M, Siksou M. La psychologie de la santé. *J Psychol.* 2008;260(7):28-32.
59. Bouet P, Lucas J. Santé connectée [Internet]. 2011. Disponible sur: <https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/external-package/edition/lu5yh9/medecins-sante-connectee.pdf>

60. Cassan M. Usages et attentes des Français à l'égard du digital en matière d'information sur leur santé [Internet]. Ipsos ;2016. Disponible sur : https://www.ipsos.com/sites/default/files/files-fr-fr/doc_associe/rapport_ipsos_pour_msd_france_-_digital_et_sante.pdf.
61. Cerisey C, Klein E, Marisco G et Mignon L. A la recherche du e-patient [Internet]. Lauma Communication; 2013.
Disponible sur: <http://www.patientsandweb.com/wp-content/uploads/2013/04/A-la-recherche-du-ePatient-externe.pdf>
62. Meisels I. La dentisterie au travers des vidéos des youtubeurs : influence et conséquences sur l'internaute-patient [Internet] [Thèse d'exercice]. Université de Strasbourg ;2019. Disponible sur: <http://theses.unistra.fr/ori-oai-search/notice.html?id=uds-ori-75979&printable=true>
63. Les Français, la prévention et les outils numériques - PDF Free Download [Internet]. [cité 2 mars 2021]. Disponible sur: <https://docplayer.fr/29423482-Les-francais-la-prevention-et-les-outils-numeriques.html>
64. Chonville É. De la Conception à la réalisation d'un outil multimédia mobile dans la prévention de la maladie parodontale. [Thèse d'exercice]. [Toulouse]: Université Paul Sabatier; 2012.
65. Sensio E. L'Année Internet 2020 [Internet]. [cité 25 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.mediametrie.fr/fr/lannee-internet-2020>
66. Sensio E. 1 internaute sur 3 se connecte à internet exclusivement sur smartphone [Internet]. [cité 24 mars 2021]. Disponible sur: <http://www.mediametrie.fr/fr/1-internaute-sur-3-se-connecte-internet-exclusivement-sur-smartphone>
67. Lellouche Filliau I, Destribats J. Audience Internet Global en France. 2020; Disponible sur: https://www.mediametrie.fr/sites/default/files/2020-06/2020%2006%2004%20-%20CP%20Audience%20Internet%20Global_Avril%202020.pdf
68. Berteretche M-V, Attal J-P. Les externes en odontologie s'engagent. ID inf dent. 2020;102(14/15):14.
69. Brignardello-Petersen R. Smartphone application to improve toothbrushing may have benefits in gingival and papillary bleeding indexes in 5- to 6-year-old children. J Am Dent Assoc. 2019;150(12):e217.
70. Devenez developpers.files.wordpress. Application mobile.. [Internet]. Disponible sur: <https://devenezdeveloppers.files.wordpress.com/2015/05/application-mobile.pdf>
71. Zanetti A. 25 statistiques d'utilisation des applications mobiles à connaître en 2019 [Internet]. AxioCode. 2019 [cité 25 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.axiocode.com/statistiques-application-mobile-2019/>

Table des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : La pathogenèse des maladies parodontales. PMNs : lymphocytes polymorphonulcéaires. LPS : lipopolysaccharides. MMPs : métalloprotéinases. | 5 |
| Figure 2 : Modèle pathogénique du diabète (types 1 et 2) : son impact sur les maladies parodontales | 13 |
| Figure 3 : Principaux mécanismes physiopathologiques et populations cellulaires impliqués dans le développement de la maladie parodontale suite à l'activation de RAGE chez un sujet diabétique | 14 |
| Figure 4 : Les mécanismes potentiels impliqués dans l'effet du diabète (type 1 et type 2) non contrôlé sur le développement et l'exacerbation des maladies parodontales | 15 |
| Figure 5 : Les mécanismes potentiels impliqués dans l'effet des maladies parodontales non traitées sur l'exacerbation de l'état diabétique et de ses complications..... | 17 |
| Figure 6 : Le rôle central des TNF-a dans l'interaction entre les maladies parodontales et le diabète | 18 |
| Figure 7 : Relation bidirectionnelle entre diabète et maladies parodontales | 19 |
| Figure 8 : Les mécanismes potentiels expliquant l'effet des traitements parodontaux sur l'équilibre du diabète et sur ses complications | 20 |
| Figure 9 : Schéma bilan des préventions primaire, secondaire et tertiaire | 26 |
| Figure 10 : Parcours santé du patient sur le Web | 33 |
| Figure 11 : Pourcentages des différents types d'outils numériques utilisés pour la santé..... | 36 |
| Figure 12 : Schéma des temps de surf sur Internet en 2020..... | 40 |
| Figure 13 : Nombre d'applications mobiles téléchargées par année à l'échelle mondiale (2017 à 2022) | 45 |

Table des tableaux

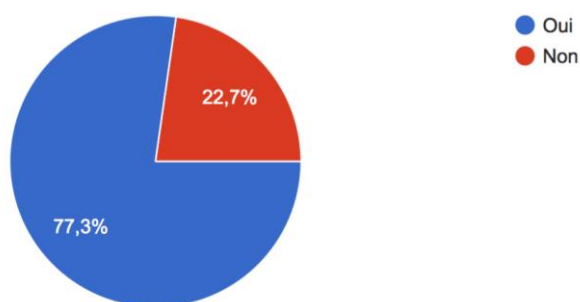
| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Signes d'appels susceptibles d'être perçus par le patient..... | 24 |
| Tableau 2 : Dépistage des maladies parodontales en pratique | 24 |

Annexes

Questionnaire des patients

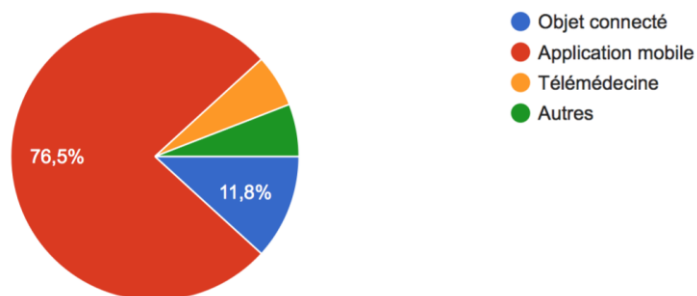
Utilisez-vous des outils numériques en rapport avec la santé ?

22 réponses



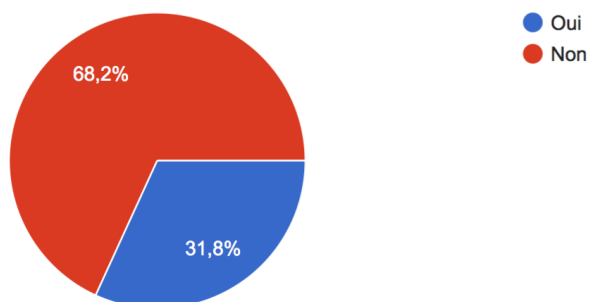
Si oui, de quels types sont-ils ?

17 réponses



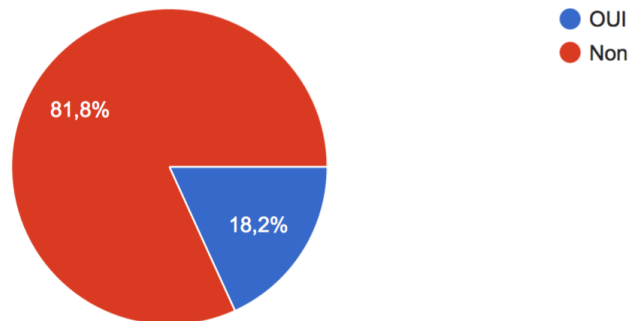
Vous a-t-on déjà expliqué clairement l'hygiène bucco-dentaire (type de brosse à dent, diamètre des bossettes inter-dentaires, quel dentifrice utilisé, quel mouvement effectué...)?

22 réponses



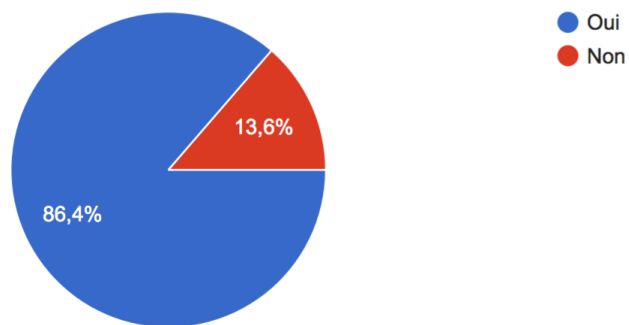
Connaissez-vous les maladies parodontales ?

22 réponses



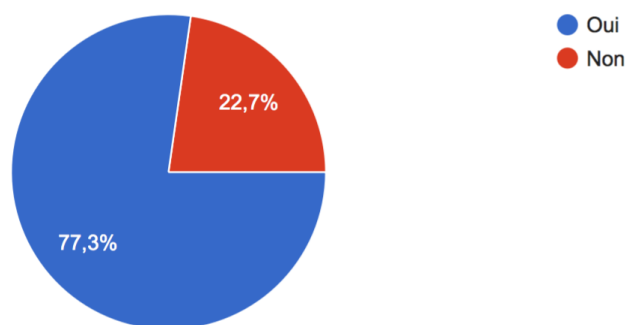
Souhaiteriez-vous pouvoir bénéficier davantage de conseils et d'informations d'experts dans le cadre de votre prise en charge bucco-dentaire (disponibles en continu) ?

22 réponses



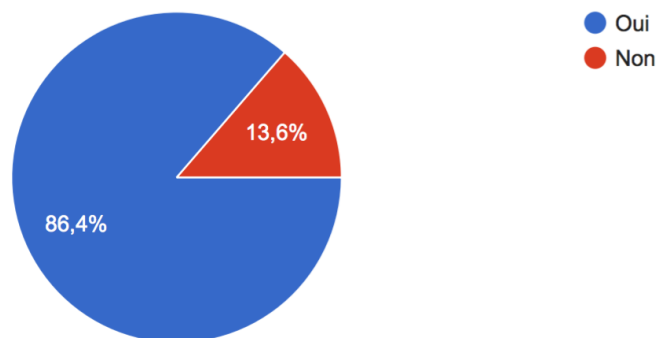
Souhaiteriez-vous pouvoir bénéficier d'une prise en charge bucco-dentaire personnalisée ?

22 réponses



Si un outil numérique regroupait les fonctions mentionnées précédemment, seriez-vous disposé à le télécharger et à l'utiliser ?

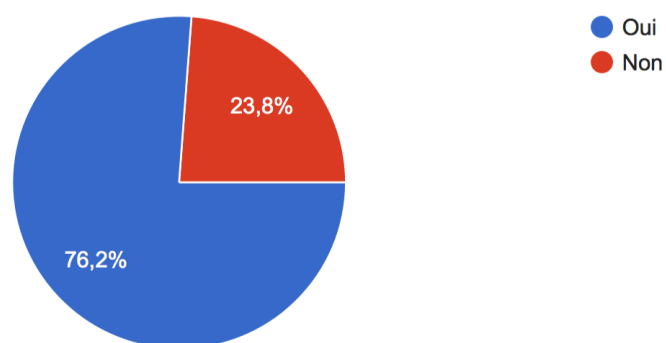
22 réponses



Questionnaire des dentistes

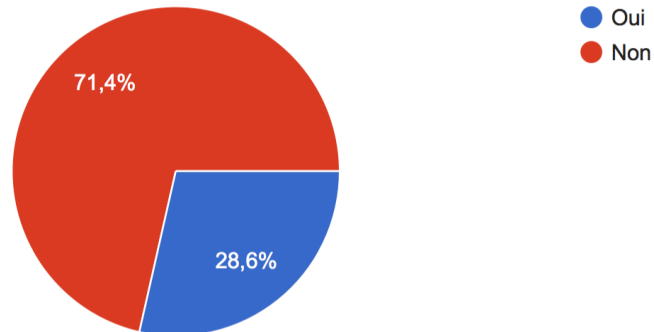
Utilisez-vous un logiciel dans votre pratique quotidienne (Julie, Logos...) ?

21 réponses



Disposez-vous d'un outil numérique pour vous aider dans votre pratique parodontale (Periotools, PerioSystem & PerioLine, Florida Probe...)?

21 réponses



Utilisez-vous d'autres types d'outils numériques (télémédecine, application...)? Si oui lesquels? (Doctolib, Vidal...)

18 réponses

Doctolib

Vidal, Orbis

Non je n'en utilise aucun

Oui, les applications Doctolib et Vidal

Agenda en ligne (ClicRDV), Aide au codage, Thériaque (Banque de données sur les médicaments)

Vidal

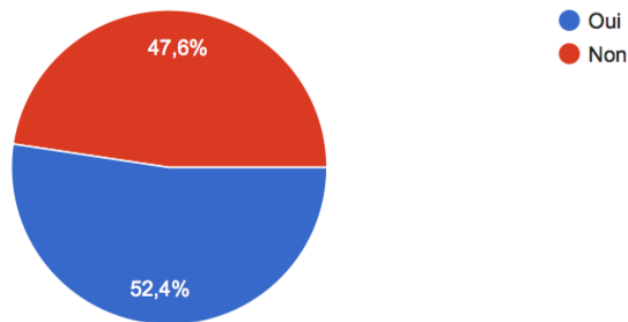
Non

doctolib

Doctolib / simplant (planification implantation) / sirona connect (empreinte numérique)

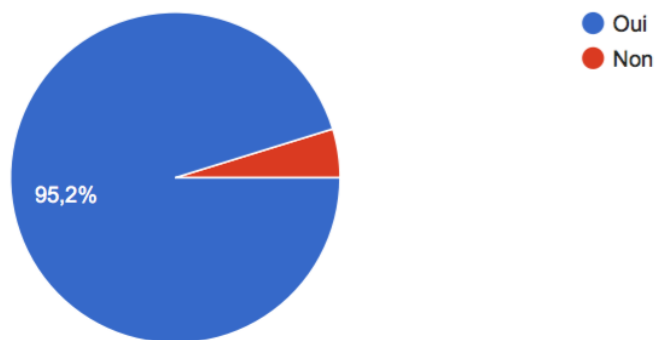
Disposez-vous de suffisamment de temps pour effectuer de la prévention (sensibilisation, éducation thérapeutique...)?

21 réponses



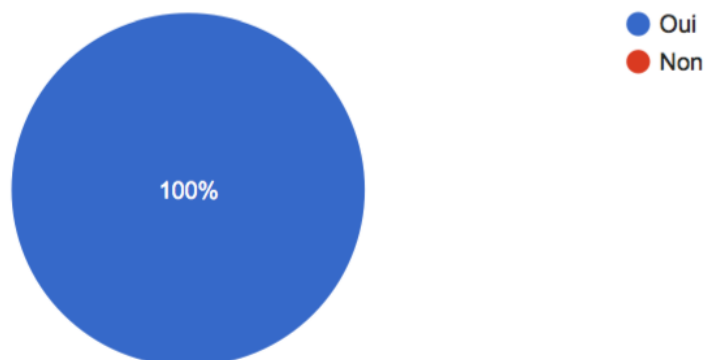
Voyez-vous un intérêt pour un outil numérique d'aide à la prévention et au suivi dans le cadre de vos prises en charge parodontales (à la fois pour vous et pour le patient) ?

21 réponses



Seriez-vous disposés à en utiliser un s'il existait ?

21 réponses



Vu, le Directeur de thèse

Vu, l'Administrateur provisoire de l'UFR d'Odontologie

Docteur Pamela PASSERAT DE SILANS

Professeur Vianney DESCROIX

Vu, le Président d'Université de Paris

Professeur Christine CLERICI

Pour le Président et par délégation,

L'Administrateur provisoire Vianney DESCROIX

**Intérêt de l'outil numérique dans la prise en charge parodontale :
exemple des patients diabétiques**

Claire Bigot. Intérêt de l'outil numérique dans la prise en charge parodontale : exemple des patients diabétiques. 2021. 59 p. : ill., graph., tabl. Réf. bibliographiques p. 48-52

Sous la direction de Mme Docteur Pamela Passerat de Silans

Université de Paris
UFR d'Odontologie
1, rue Maurice Arnoux - 92120 Montrouge