UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2025 N°20

THESE

Présentée pour le Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 11 avril 2025

par

Eva Marie Catherine BLAISE

née le 19 septembre 2000 à COLMAR

LA PRÉVENTION ET LE SUIVI BUCCO-DENTAIRES CHEZ LES ATHLÈTES DE SPORTS D'ENDURANCE ASSIDUS : UNE SANTÉ OPTIMALE POUR DES PERFORMANCES OPTIMALES

Président :	Professeur CLAUSS François
Assesseurs :	Docteur VAN BELLINGHEN Xavier
	Docteur FERNANDEZ DE GRADO Gabriel
	Docteur ROMAN Tatiana

Faculté de chirurgie dentaire Université de Strasbourg

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE ROBERT FRANK

DE L'UNIVERSITE DE STRASBOURG

Doyen : **Professeur Florent MEYER**

Doyens honoraires : Professeurs Youssef HAIKEL, Corinne TADDEI-GROSS

Professeur émérite : Professeur Anne-Marie MUSSET

Responsable administrative : Madame Marie-Renée MASSON

Professeurs des Universités :

Youri ARNTZ	Biophysique moléculaire
Vincent BALL	Ingénierie Chimique, Energétique - Génie des Procédés
Agnès BLOCH-ZUPAN	Sciences Biologiques
François CLAUSS	Odontologie pédiatrique
Jean-Luc DAVIDEAU	Parodontologie
Youssef HAIKEL	Odontologie conservatrice – Endodontie
Olivier HUCK	Parodontologie
Sophie JUNG	Sciences Biologiques
Florent MEYER	Sciences Biologiques
Davide MANCINO	Odontologie conservatrice – Endodontie
Maryline MINOUX	Odontologie conservatrice – Endodontie
Damien OFFNER	Santé publique
Corinne TADDEI-GROSS	Prothèses
Matthieu SCHMITTBUHL	Sciences anatomiques et Physiologie – Imagerie

Faculté de chirurgie dentaire
Université de Strasbourg

Maitres de Conférences :

Sophie BAHI-GROSS	Chirurgie orale
Yves BOLENDER	Orthopédie Dento-Faciale
Fabien BORNERT	Chirurgie orale
Claire EHLINGER	Odontologie conservatrice – Endodontie
Olivier ETIENNE	Prothèses
Gabriel FERNANDEZ DE GRADO	Santé publique
Florence FIORETTI	Odontologie conservatrice – Endodontie
Pierre-Yves GEGOUT	Parodontologie
Catherine-Isabelle GROS	Sciences anatomiques et Physiologie – Imagerie
Nadia LADHARI	Sciences anatomiques et Physiologie – Imagerie
Catherine PETIT	Parodontologie
François REITZER	Odontologie conservatrice – Endodontie
Martine SOELL	Parodontologie
Marion STRUB	Odontologie pédiatrique
Xavier VAN BELLINGHEN	Sciences anatomiques et Physiologie – Imagerie
Delphine WAGNER	Orthopédie Dento-Faciale
Etienne WALTMANN	Prothèses
Claire WILLMANN	Prothèses

REMERCIEMENTS

Au Président et Directeur de cette thèse,

Monsieur le Professeur François CLAUSS

Merci infiniment d'avoir accepté de diriger et de présider avec enthousiasme cette thèse, qui m'a permis d'allier jusqu'au bout de mon cursus mes deux passions : la chirurgie dentaire et la course à pied. Votre disponibilité infaillible tout au long du travail m'a profondément touchée.

Vous êtes pour moi une source d'inspiration, tant sur le plan professionnel que personnel. Votre rigueur et votre motivation sans faille forcent l'admiration. Je tiens à vous adresser mes remerciements les plus sincères et à vous témoigner mon plus profond respect.

Aux juges de cette thèse,

Monsieur le Docteur Xavier VAN BELLINGHEN

Monsieur le Docteur Gabriel FERNANDEZ DE GRADO

Madame le Docteur Tatiana ROMAN

Je vous remercie avec une immense sincérité d'avoir accepté de faire partie des membres du jury de cette thèse. Merci également de m'avoir transmis des connaissances théoriques ainsi que des compétences cliniques pendant tout le cursus de chirurgie dentaire.

À mes parents, Marie et Francis

Je ne vous le dis pas assez souvent mais je tiens à vous remercier du plus profond de mon cœur de m'avoir transmis les valeurs de la vie, d'avoir toujours été présents pour me soutenir et de m'avoir permis d'accomplir un bon nombre de projets. Je sais que je n'ai pas toujours été simple à supporter pendant ces années d'étude, mais vous avez su garder patience et m'apporter tout ce dont j'avais besoin. Je vous dois beaucoup, pour ne pas dire tout. Je vous aime.

À Babička, Diěda et Mamie Aline

De là-haut vous veillez sur moi et vous êtes, je l'espère, fiers du chemin que j'ai parcouru jusqu'à présent. Je pense très souvent à vous.

À mes grandes sœurs, Marie-Sarah et Céline

Marie-Sarah, nos relations ont longtemps été assez conflictuelles mais celles-ci se sont à présent apaisées. C'est aujourd'hui devenu un réel plaisir de passer du temps en ta compagnie. Merci d'être la sœurette que tu es, sur qui je peux et pourrai toujours compter.

Céline, 20 ans nous séparent et tu as toujours été aux quatre coins du monde, mais une chouette relation s'est établie entre nous. J'admire la baroudeuse que tu es et ton ouverture sur le monde.

À ma copine d'enfance, Mélanie

Tu es ma seule amie d'enfance avec qui je continue aujourd'hui d'entretenir une relation amicale forte. Nous avons partagé un nombre incalculable de moments et l'évènement qui nous a le plus rapproché est très certainement le 4L Trophy. C'était une aventure inoubliable !

J'adore ton côté créatif avec toujours plein d'idées dans la tête, et ta volonté d'enfer pour mener à bien tous tes projets ! Tu iras loin.

Merci d'être la copine que tu es, celle sur qui je pourrai toujours compter.

À mon meilleur ami du lycée, Jacques

Depuis quasiment 10 ans maintenant nous entretenons une amitié sincère, paisible et enrichissante. J'ai toujours été admirative de ton intelligence et de ta capacité à allier brillamment le scolaire et l'extra-scolaire, aussi bien au lycée qu'en étude supérieure. Tu as toujours débordé d'idées et de motivation à mener à bien de nombreux projets différents. Je sais que tu seras un médecin exceptionnel, de par ta bienveillance et ta passion.

Merci d'avoir été un rayon de soleil durant les années lycées et un véritable soutien pendant la PACES.

À mes copines, et maintenant consœurs d'amour, Maureen et Lise

Notre amitié s'est créée et consolidée au fil de nos années d'étude de chirurgie dentaire. Ces années n'ont pas toujours été simples. Nous avons connu des moments éprouvants de stress, de doute et de fatigue. Mais c'est justement grâce à ces moments que nos liens se sont renforcés et que nous profitions, et profitons dorénavant, d'autant plus des moments de joie et de légèreté.

Maureen et Lise, merci d'être les copines que vous êtes. Vous êtes une très grande source d'inspiration pour moi.

À mes 2E, Elise et Emma

Ensemble, nous formions le groupe des 3E. Nous avons partagé tant d'aventures ensemble qui resteront à jamais gravées dans ma mémoire. Merci d'avoir été présentes pour me donner des bouffées d'oxygène pendant mes années d'étude. Vous avez été mes rayons de soleil.

À ma copine des montagnes, Sarah

Entre nous le feeling est tout de suite passé ! Je me souviens, c'était autour d'un verre au bar mythique de Pralo, Le Bochor, où notre conversation a dévié sur la montagne et le lendemain nous étions sur les sentiers en balade. Depuis, nous avons vécu plusieurs très belles aventures !

J'adore la personne que tu es, ton état d'esprit : toujours enthousiaste, optimiste et persévérante. J'admire la vie que tu mènes, ta liberté et ton indépendance.

Merci à Pralo de m'avoir mis sur ton chemin et j'espère qu'on vivra encore quelques périples ensemble. Je n'ai pas oublié qu'en 2032 on doit retourner au col de Fort dans le val d'Aoste !

À ma binôme d'OC, Carla

En plus d'avoir été ma binôme d'OC lors de ma première année clinique, tu es devenue une véritable amie avec qui j'adorais aller au restaurant et discuter de la vie ! Merci de m'avoir mise en confiance lors de mes premiers pas dans le monde de la chirurgie dentaire.

Je suis admirative de la jeune femme que tu es, de par ta rigueur exceptionnelle et ta douceur.

À mes chirurgiens-dentistes, modèles d'inspiration, Véra et Léo

Je tiens très sincèrement, encore une fois, à vous remercier pour tout ce que vous m'avez apporté durant le temps que j'ai été à vos côtés. Vous êtes des chirurgiens-dentistes inspirants et exemplaires, tant sur le côté technique qu'humain. Je suis tellement reconnaissante d'avoir partagé un bout de chemin auprès de vous et je penserai toujours à vous dans ma pratique de la chirurgie dentaire.

À Anne H., Emma H., Fadi, Emmanuelle, Anne P.

Merci d'avoir égayé mes journées passées à la faculté. Je suis très reconnaissante d'avoir croisé votre chemin et je vous souhaite que du bonheur et de la réussite pour la suite.

À ma surprise 2025, Clément

Si j'ai décidé de te mentionner ici, c'est parce que cette thèse a été en grande partie rédigée à partir de ta rencontre. Quoiqu'il arrive ça restera inscrit et ça n'évoquera que des bons souvenirs.

Si on m'avait dit il y a un an que je tomberai sur une personne comme toi, j'aurai ri ! Nous partageons tellement de points communs, que ça soit dans nos centres d'intérêts mais également dans notre état d'esprit. Entre nous c'est simple, c'est fluide, c'est évident. Merci La Vie de m'avoir mis sur ton chemin.

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2025 N°20

THESE

Présentée pour le Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 11 avril 2025

par

Eva Marie Catherine BLAISE

née le 19 septembre 2000 à COLMAR

LA PRÉVENTION ET LE SUIVI BUCCO-DENTAIRES CHEZ LES ATHLÈTES DE SPORTS D'ENDURANCE ASSIDUS : UNE SANTÉ OPTIMALE POUR DES PERFORMANCES OPTIMALES

Président :	Professeur CLAUSS François
Assesseurs :	Docteur VAN BELLINGHEN Xavier
	Docteur FERNANDEZ DE GRADO Gabriel
	Docteur ROMAN Tatiana

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES **2**
LISTE DES FIGURES **5**
LISTE DES TABLEAUX **7**
LISTE DES ABRÉVIATIONS **8**
INTRODUCTION **9**
CHAPITRE I - LE SPORT ET LES ATHLÈTES D'ENDURANCE **11**
I. Les sports d'endurance et leurs caractéristiques 11
1. L'endurance 11
2. Physiologie des sports d'endurance 14
a. Les systèmes impliqués à l'exercice : le maillon pulmonaire, le maillon cardiovasculaire et le maillon musculaire (4,5) 14
b. Les adaptations physiologiques des systèmes liées à la pratique d'un sport d'endurance 24
3. Alimentation du sportif d'endurance : les spécificités des apports nutritionnels 27
a. L'hydratation : une priorité absolue 27
b. Les bases de l'alimentation du sportif d'endurance 29
c. Les suppléments nutritionnels ergogènes 32
d. Les différents aspects de la nutrition relatifs à la pratique sportive : avant, pendant et après l'entraînement 34
e. L'importance du système digestif 36
II. Les pratiques sportives des français 37
1. La pratique sportive occasionnelle 37
2. Le pratique sportive régulière 37
3. La pratique sportive à haut niveau 38
III. Revue bibliographique des données existantes sur l'état de santé bucco-dentaire des sportifs de haut niveau 41
IV. Revue bibliographique des données existantes en terme d'information des sportifs sur l'importance de leur santé bucco-dentaire 55
CHAPITRE II - LES SPÉCIFICITÉS DE L'ATHLÈTE D'ENDURANCE **69**
I. Les facteurs de risque bucco-dentaires spécifiques aux athlètes de sports d'endurance 69
1. La santé bucco-dentaire : équilibre 69

a. L'écosystème buccal 69
b. L'habitat buccal 79
2. Le déséquilibre entrainé par la pratique sportive 81
II. Les pathologies bucco-dentaires du sportif d'endurance 83
1. La xérostomie 84
a. Les manifestations cliniques d'une sécheresse buccale 84
b. Les facteurs étiologiques influençant la sécheresse buccale chez les sportifs. 85
c. Les conséquences de la sécheresse buccale chez les sportifs 87
2. La carie et sa possible évolution en pulpite voir en problème infectieux 88
a. Le processus carieux 88
b. Evolution en problème infectieux 93
3. L'érosion dentaire 98
a. L'usure d'origine extrinsèque 100
b. L'usure d'origine intrinsèque 101
4. Les parodontopathies 105
5. Les problèmes bucco-dentaires liés aux dents de sagesse 107
a. Evolution des dents de sagesse maxillaires et mandibulaires 108
b. Anomalies d'évolution de la dent de sagesse 109
c. Germectomie 114
III. Les conséquences des pathologies bucco-dentaires sur la santé générale . 116
1. Les complications cardio-vasculaires et respiratoires 118
a. Atteintes cardio-vasculaires 118
b. Atteintes respiratoires 121
2. Les blessures musculaires et les tendinopathies 125
a. Blessures musculaires 125
b. Tendinopathies 128
3. La polyarthrite rhumatoïde 132
4. Le diabète et le déséquilibre insulinique 135
IV. Impact des pathologies bucco-dentaires sur la performance des athlètes ... 138
1. Facteurs psychologiques 139
a. La douleur dentaire 139
b. Le bien-être, la qualité de vie 140
2. Facteurs microbiens 141

a. Infections et inflammations 141
3. Facteurs fonctionnels 142
a. L'occlusion dentaire 142
b. Le système digestif et la digestion 144
CHAPITRE III - ENQUÊTES RELATIVES AU SUIVI ET À LA SANTÉ BUCCO-DENTAIRES DES SPORTIFS D'ENDURANCE : analyse des données et interprétation des résultats 146
I. Questionnaire destiné aux sportifs d'endurance 146
II. Questionnaire destiné aux professionnels de santé impliqués dans le suivi d'athlètes : évaluation des pratiques professionnelles 152
III. Analyse des réponses 154
1. Questionnaire 1 : résultats 154
a. Vous et votre pratique sportive 154
b. Votre entrainement 156
c. Votre alimentation 156
d. Votre suivi médical 157
e. Votre santé bucco-dentaire 158
f. Votre hygiène bucco-dentaire 160
g. Réflexion libre sur le sujet : remarque(s) estimée(s) pertinente(s) à rajouter. 161
2. Questionnaire 1 : discussion et conclusion 161
a. Discussion 161
b. Conclusion de l'étude 164
3. Questionnaire 2 166
a. Informations générales 166
b. Type d'exercice 166
c. Santé bucco-dentaire 166
d. Prévention bucco-dentaire et odontologie du sport 167
e. Réflexion libre sur le sujet : remarque(s) estimée(s) pertinente(s) à rajouter. 169
f. Conclusion de l'étude 169
CHAPITRE IV - FICHE CONSEIL : SANTÉ BUCCO-DENTAIRE DES SPORTIFS D'ENDURANCE 170
CONCLUSIONS 171
BIBLIOGRAPHIE 173

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Les différentes zones d'entraînement en endurance 12
Figure 2. L'oxygène : de l'atmosphère à la mitochondrie 19
Figure 3. Organisation d'un sarcomère au repos et lors d'une contraction musculaire 21
Figure 4. Organisation du muscle 22
Figure 5. Répartition des sportifs en lien avec le sport de haut niveau selon leur catégorie 40
Figure 6. Développement des surfaces sans caries sur la période d'observation de 4 ans 56
Figure 7. Développement des surfaces présentant des caries superficielles / moyennes / profondes sur la période d'observation de 4 ans 57
Figure 8. Modèle spatiotemporel de la colonisation bactérienne buccale. 74
Figure 9. Etapes de la formation et de la dispersion d'un biofilm bactérien 75
Figure 10. Représentation schématique de la genèse du flux gingival 76
Figure 11. Le diamant des fonctions du fluide oral 78
Figure 12. Les espèces bactériennes les plus abondantes dans la cavité buccale selon les différentes zones anatomiques 81
Figure 13. Schématisation d'un écosystème en équilibre et en déséquilibre 82
Figure 14. Schéma de Keyes 88
Figure 15. Développement du biofilm au cours du temps et formation de la carie dentaire 89
Figure 16. Progression de l'inflammation pulpaire à partir d'une carie volumineuse 94
Figure 17. Schéma de la formation d'un granulome péri-apical 96
Figure 18. Propagation d'une infection péri-apicale vers les tissus environnants .. 97
Figure 19. Facteurs influençant l'incidence de l'érosion dentaire 99
Figure 20. Dents de sagesse incluses asymptomatiques 108
Figure 21. Dents de sagesse en désinclusion (gauche) et présence de capuchons muqueux (droite) 109
Figure 22. Tableau clinique de la péricoronarite 111

Figure 23. Aspect radiologique d’un kyste dentigère de petite étendue au niveau d’une dent de sagesse mandibulaire 112
Figure 24. Aspect radiologique d’un kyste dentigère de petite étendue au niveau d’une dent de sagesse mandibulaire (droite) et aspect clinique de son exérèse (gauche) 112
Figure 25. Kystes dentigères de grande étendue au niveau des dents de sagesse mandibulaires 113
Figure 26. Illustration d’une germectomie 115
Figure 27. Facteurs microbiens d’origine dentaire dans le corps 116
Figure 28. Conseils de prévention des patients à haut risque d’endocardite infectieuse 120
Figure 29. Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) et maladies parodontales 124
Figure 30. Architecture du tendon 128
Figure 31. Troubles posturaux ascendants et descendants 143

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Chiffres mentionnés après un examen dentaire 41
Tableau 2. Analyse des résultats des tests de performance en relation avec l'indice DMFT 45
Tableau 3. L'impact de la santé bucco-dentaire sur les activités quotidiennes ainsi que les entraînements sportifs et les performances des athlètes 48
Tableau 4. Résumé des statistiques sur les traitements dentaires lors des Jeux Olympiques 53
Tableau 5. Extractions VS Traitements endodontiques aux divers Jeux Olympiques 53
Tableau 6. Résultats aux visites 1, 2 et 3 59
Tableau 7. Commentaires des athlètes suite à la présentation de la visite 1 et suite à la visite 3 60
Tableau 8. Nombre total de dents et de dents saines, l'état de santé bucco-dentaire à travers les indices DMFT, IR ou le questionnaire OHIP-14sp..... 64
Tableau 9. Poches parodontales, saignement des gencives, plaque, érosion dentaire et bruxisme 65
Tableau 10. Similitudes entre maladie parodontale et polyarthrite rhumatoïde ... 133

LISTE DES ABRÉVIATIONS

VO2 : consommation d'oxygène
SV2 : deuxième seuil ventilatoire
SL2 : deuxième seuil lactate
VMA : Vitesse Maximale Aérobie
PMA : Puissance Maximale Aérobie
VE : ventilation
fr : fréquence respiratoire
VT : volume courant
VA : ventilation alvéolaire
VES : volume d'éjection systolique
Q : perfusion sanguine
2,3-DPG : 2,3-Diphosphoglycérate
PAS : pression systolique
PAD : pression diastolique
O2 : oxygène
CO2 : dioxyde de carbone
ATP : adénosine triphosphate
Ca2+ : calcium
IG : index glycémique
APS : activités physiques ou sportives
RHN : Reconnaissance du caractère de Haut Niveau
PPF : Projet de Performance Fédéral
ANS : Agence Nationale du Sport
DTN : Directeur Technique National
DMFT : Decayed, Missing and Filled Teeth index
BEWE : Basic Erosive Wear Examination
DPSI : Dutch periodontal screening index
OHRQoL : Oral Health-Related Quality of Life
BPE : Basing Periodontal Examination
OHI-S : Oral Hygiene Index-Simplified
PMA : Papillary Marginal Attached index
IR : Restauration Index
OHIP-14sp : Oral Health Impact Profile, modifié en espagnol
DACR : Diet Assessment of Caries Risk
PAE : Pellicule Acquise Exogène
Eh : Potentiel d'Oxydo-Réduction
HAP : hydroxyapatite
RGO : reflux gastro-oesophagien
TCA : troubles du comportement alimentaire
OPT : orthopantomogramme
BPCO : bronchopneumopathie chronique obstructive
HAS : Haute Autorité de Santé
PR : polyarthrite rhumatoïde
HSP : Heat Shock Proteins
SP : substance P
FDI : fédération dentaire internationale
MICI : maladie inflammatoire chronique de l'intestin

INTRODUCTION

L'univers des sports d'endurance connait un essor croissant, tant au niveau amateur que professionnel. Des disciplines telles que la course de fond, la marche sportive, le cyclisme, la natation ou le ski de fond par exemple, suscitent un grand intérêt et sont largement pratiquées.

Faire du sport pour être en meilleure santé est une aspiration partagée par de nombreux individus.

Le sport, en particulier lorsqu'il est pratiqué de manière assidue et intense, requiert des performances physiques et physiologiques optimales. Parmi les nombreux paramètres influençant ces performances, la santé bucco-dentaire des athlètes demeure un facteur souvent méconnu et sous-estimé, bien qu'elle joue un rôle déterminant. En effet, de nombreuses études ont mis en évidence l'impact direct que peuvent avoir les pathologies bucco-dentaires sur la condition physique et les performances sportives.

Les athlètes d'endurance, soumis à des entraînements intenses et prolongés, sont particulièrement exposés à des risques spécifiques liés à leur mode de vie et à leur alimentation. Dès lors, il devient essentiel d'évaluer l'état bucco-dentaire de cette population spécifique, de mieux comprendre l'impact des pathologies orales sur leur bien-être général et leurs performances, et de mettre en place des stratégies de prévention adaptées.

Ainsi, notre objectif est d'explorer la relation entre la santé bucco-dentaire et les performances sportives des athlètes d'endurance. Nous évaluerons également les différentes stratégies de prévention et de suivi bucco-dentaires mises en place dans le cadre de leur suivi médical afin de répondre finalement à la problématique suivante : « La prévention et le suivi bucco-dentaire sont-ils suffisants chez les athlètes de sports d'endurance assidus sachant qu'ils constituent une population à risque à ce niveau ? ».

Dans un premier temps, nous présenterons de manière générale les sports d'endurance, les spécificités physiologiques et nutritionnelles des pratiquants de ces disciplines, ainsi qu'une revue bibliographique sur l'état de santé bucco-dentaire des sportifs de haut niveau et sur leur niveau de connaissance concernant l'importance de leur santé bucco-dentaire. (Chapitre I)

Ensuite, nous nous focaliserons sur les facteurs de risques et les pathologies spécifiques affectant leur cavité buccale et les répercussions possibles de celles-ci sur leur santé générale et leurs performances sportives. (Chapitre II)

Enfin, nous réaliserons une enquête auprès de sportifs d'endurance amateurs et professionnels pour évaluer leur niveau de connaissance sur l'importance d'une bonne santé bucco-dentaire, et nous mènerons une étude sur les pratiques des professionnels de santé afin d'évaluer la prise en charge des sportifs et la prévention à l'hygiène bucco-dentaire réalisée. (Chapitre III)

Au terme de ce travail, sous forme d'une fiche conseil, nous mettrons en lumière les mesures de prévention et d'information susceptibles de sensibiliser tant les sportifs que les professionnels de santé à l'importance de la santé bucco-dentaire pour optimiser les performances sportives. (Chapitre IV)

CHAPITRE I - LE SPORT ET LES ATHLÈTES D'ENDURANCE

I. Les sports d'endurance et leurs caractéristiques

1. L'endurance

Définition : L'endurance est la **capacité psycho-physique** que possède l'athlète de maintenir dans le temps un certain niveau d'intensité exigé.
L'endurance fait partie des quatre principales qualités de l'exercice physique avec la **force**, la **souplesse** et l'**équilibre**. (1)

Il existe de multiples sports d'endurance.
Les plus populaires incluent la **course de fond** (sur moyennes ou longues distances), le **cyclisme** et la **natation**.
D'autres sports d'endurance, moins populaires, comprennent le ski de fond, le ski-alpinisme, le biathlon, le patinage sur glace, l'aviron, le canoë ou encore le kayak.
Ils ont tous comme point commun d'entraîner un effort soutenu pendant une durée plus ou moins longue et d'impliquer principalement un **processus métabolique d'aérobie** requérant des capacités physiques d'endurance.

Comparé à une voiture qui se dégrade avec l'utilisation, le corps humain **s'adapte** avec l'usage. Lorsqu'il est soumis à un entraînement intense et régulier, on observe même une amélioration de certaines capacités physiques. C'est pour cette raison que l'athlète d'endurance doit s'entraîner afin de pouvoir maintenir un niveau élevé de dépense énergétique sur une période prolongée. (2)

L'entraînement se doit d'être **rigoureux** et doit respecter certains critères.
Tous les efforts ne sont pas équivalents et n'ont donc pas les mêmes impacts sur les adaptations qui seront obtenues.

À son niveau le plus complexe, nous distinguons **7 zones d'entraînement** ainsi que 2 seuils, c'est-à-dire deux moments critiques où l'équilibre du corps est perturbé.

Le premier seuil se situe à la frontière entre la zone 2 et 3, et le deuxième seuil entre la zone 3 et 4.

Figure 1. Les différentes zones d'entraînement en endurance

Source : Coia R. Rudy Coia. Le GUIDE ULTIME de L'ENDURANCE.2023. (3)

Explication des différentes zones d'entrainement en endurance : (3)

ZONE 1 = endurance douce / mise en route

ZONE 2 = endurance fondamentale

Le principal du volume d'entrainement est fait dans ces deux zones. En effet, il impacte peu le corps et permet d'accélérer la récupération entre les séances intenses.

La concentration en lactate (métabolite issue de la dégradation du glycogène) et la fréquence cardiaque restent constantes. L'athlète s'y trouve en aisance respiratoire.

ZONE 3 = tempo / zone grise

Dans cette zone, le taux de lactate sanguin augmente progressivement avec la durée de l'effort, avant de se stabiliser, sauf si l'effort dépasse 1h30 à 2h.

La fréquence cardiaque augmente progressivement, phénomène appelé « dérive cardiaque », même si le rythme est maintenu sans accélération, jusqu'à se stabiliser après un certain temps.

La consommation d'oxygène (VO2) augmente également et se stabilise au-dessus du premier seuil, puis dérive lentement si l'effort dure plusieurs heures.

ZONE 4 = deuxième seuil ventilatoire (SV2) et/ou deuxième seuil lactate (SL2)

Ces seuils varient en fonction de l'endurance musculaire, c'est-à-dire la présence plus ou moins importante de capillaires et de mitochondries dans les cellules musculaires,

qui influencent la capacité à utiliser les lactates. De ce fait, une faible endurance musculaire, entraine des différences entre les SV2 et SL2.

L'essoufflement est croissant, la concentration en lactate augmente et la fréquence cardiaque est très haute. L'objectif est de continuer l'effort malgré ces paramètres afin de travailler la durabilité et la résistance.

ZONE 5 = VMA (Vitesse Maximale Aérobie) / PMA (Puissance Maximale Aérobie)

La VMA concerne les efforts de course à pied et est mesurée en km/h, alors que la PMA concerne les efforts en cyclisme et est mesurée en watts.

Ce sont des efforts qui sont maintenus en moyenne entre 4 et 6 minutes avec des alternances de 30 secondes d'effort pour 30 secondes de récupération par exemple.

Il existe une grande différence entre les athlètes selon leur expérience et leur entrainement.

ZONE 6 = anaérobie lactique

Ces efforts durent entre 30 secondes et 3 minutes, avec de longs temps de récupération entre chaque effort. L'objectif est de fonctionner à plein régime dans le secteur glycolytique et de s'habituer aux limites de cette filière énergétique.

ZONE 7 = force neuro-musculaire

Ces efforts sont souvent utilisés en musculation sportive et visent à améliorer l'économie de course et à réduire les risques de blessures.

Cependant, cette zone est souvent négligée par les sportifs d'endurance, car mal contrôlée, elle mène souvent à des blessures.

Pour chaque zone, il existe des correspondances en termes de vitesse et/ou de puissance, de fréquence cardiaque, de concentration en lactate (en mmol/l) ainsi qu'un ressenti de l'effort.

Ces zones sont propres à chaque individu et sont déterminées par des tests d'efforts.

Ces éléments montrent donc que certains systèmes du corps humains sont considérablement impliqués lors des efforts d'endurance et qu'une adaptation de ceux-ci se fait progressivement avec l'entrainement.

2. Physiologie des sports d'endurance

Depuis le début des années 2000, l'engouement pour les sports d'endurance est extraordinaire. Force est de constater que de nombreux athlètes s'orientent vers de nouvelles activités d'endurance, voire d'ultra-endurance et ne cessent chaque année de repousser ce qu'il convient d'appeler les limites physiologiques. Cette pratique nécessite des **adaptations physiologiques et métaboliques**, et présente des conséquences sur les principaux systèmes du corps humain impliqués à l'exercice, avec parfois une étroite limite entre le sport et la santé. (4)

a. Les systèmes impliqués à l'exercice : le maillon pulmonaire, le maillon cardiovasculaire et le maillon musculaire (4,5)

- Le maillon pulmonaire :

Le système respiratoire permet la **respiration**, c'est-à-dire les **échanges de gaz** entre le corps et l'environnement. Il est constitué des :

- **Voies aériennes supérieures** : muqueuse nasale, pharynx, larynx, et partie supérieure de la trachée. Elles conduisent et conditionnent l'air.
- **Voies aériennes inférieures** : bronches primaires, secondaires, tertiaires jusqu'aux bronchioles terminales et alvéoles. Elles conduisent l'air et permettent les échanges gazeux.

Le système respiratoire se divise en deux zones fonctionnelles :

1. **Zone de conduction** (nez, pharynx, larynx, trachée, bronches, bronchioles) : conduit l'air vers les poumons.
2. **Zone respiratoire** (bronchioles respiratoires, canaux alvéolaires, alvéoles) : réalise les échanges gazeux. Les alvéoles, en contact avec les capillaires pulmonaires, forment une paroi alvéolo-capillaire qui permet la communication entre l'air et le sang.

Le système respiratoire comprend aussi les poumons, le thorax, la cage thoracique, et le diaphragme. C'est la **coordination** de ces éléments qui permettra à l'appareil respiratoire d'accomplir sa fonction principale de faire rentrer l'air, et donc l'oxygène dans l'organisme.

Entrée de l'air dans les poumons

L'inspiration commence par la contraction des muscles inspiratoires, principalement le diaphragme, augmentant le volume de la cage thoracique et des poumons, et diminuant la pression intrapulmonaire, conformément à la **Loi de Boyle Mariotte**.

Augmentation du volume pulmonaire ⟹ Diminution de la pression intrapulmonaire
Loi Boyle Mariotte

L'air se déplace des zones de haute pression vers les zones de basse pression, entrant ainsi dans les poumons.

Ventilation

La **ventilation globale** (**VE**, en $L.min^{-1}$) est le volume d'air entrant dans les poumons par minute et augmente avec l'exercice. Deux paramètres importants de la ventilation sont la **fréquence respiratoire** (**fr**, en cycles respiratoires.min^{-1}) et le **volume courant** (**VT**, en L), avec **VE = fr x VT**.

Lors d'un effort chez un sédentaire ou chez un sujet présentant une pathologie respiratoire, la contribution de fr par rapport à celle de VT est bien plus importante comparé à un sujet entraîné en endurance.

La ventilation peut se faire sous différents modes : à savoir **nasal**, **oro-nasal** ou **oral**.

☞ La ventilation nasale s'observe en général au repos ou lors d'exercices de très faibles intensités. À mesure que l'intensité de l'exercice augmente, le sujet passe d'une ventilation oro-nasale à une ventilation exclusivement orale.

Plus un sujet est entraîné en endurance, plus il sera capable de ventiler en mode nasal puis oro-nasal pour des intensités élevées, préservant ainsi la qualité des échanges gazeux en inspirant par le nez et soufflant par la bouche.

Échanges gazeux

En raison des particularités du système respiratoire, tout l'air entrant dans les poumons ne parvient pas aux alvéoles. Cela est dû aux **espaces morts**, qui sont ventilés mais non perfusés. La **ventilation alvéolaire** (**VA**) correspond donc au volume d'air réellement disponible pour oxygéner le sang.

L'air inspiré est réchauffé et humidifié par les muqueuses, ce qui réduit la pression partielle de l'oxygène. L'oxygène des alvéoles passe dans le sang par diffusion,

influencée par la pression, la surface d'échange, et l'épaisseur de la membrane alvéolo-capillaire.

Le rapport entre la VA et la qualité de la **perfusion sanguine** (**Q**) des capillaires pulmonaires associés : **VA/Q**, varie dans les poumons. Ce rapport est inhomogène selon les zones géographiques du poumon et implique donc un « régionalisme » des échanges gazeux. Cette notion pointue est importante en physiopathologie, mais l'est un peu moins lorsqu'on aborde le fonctionnement global de l'individu où finalement **les échanges gazeux se font efficacement**.

Transport de l'oxygène

L'oxygène dans le sang se trouve sous forme dissoute (PaO2) ou combinée à l'hémoglobine (SaO2). À l'exercice (augmentation de la température, du 2,3-Diphosphoglycérate (2,3-DPG) et diminution du pH), la **courbe de dissociation de l'hémoglobine, ou courbe de Barcroft**, se déplace, facilitant la libération d'oxygène aux tissus.

☞ Le 2,3-DPG, produit pendant l'exercice, diminue l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène, aidant à **l'oxygénation des tissus**.

- Le maillon cardio-vasculaire :

L'appareil cardiovasculaire est crucial car il permet la **circulation du sang**, riche ou pauvre en oxygène, dans le corps. Il assure deux types de circulation :

- **Circulation pulmonaire** : transporte le sang riche en O2 des poumons au cœur et le sang pauvre en O2 du cœur aux poumons.
- **Circulation systémique** : transporte le sang riche en O2 du cœur aux tissus et le sang pauvre en O2 des tissus au cœur.

Le système cardiovasculaire comprend le cœur, les artères, les veines, les capillaires et le sang. Le sang transporte l'O2, le dioxyde de carbone (CO2), les nutriments et les hormones.

Ses fonctions essentielles sont d'une part de **fournir aux tissus de l'oxygène et des nutriments indispensables au métabolisme**, et d'autre part de **permettre l'élimination de ces mêmes tissus des déchets de ce métabolisme**.

Le cœur

Le cœur est essentiel car il **pompe le sang**. Il est protégé par une membrane appelée **péricarde** et se compose de quatre cavités : **deux oreillettes** et **deux ventricules**. Les oreillettes reçoivent le sang, et les ventricules le propulsent vers l'extérieur du cœur. On parle de **cycle cardiaque**, et on distingue deux périodes : la **diastole**, période pendant laquelle le cœur se détend et se remplit de sang, et la **systole**, période pendant laquelle le cœur se contracte et propulse le sang dans la circulation. Entre les oreillettes et les ventricules ainsi qu'à la sortie des ventricules il y a des **valves cardiaques** qui permettent une **circulation à sens unique du sang**.

Le sang suit ce parcours :

1. Le sang pauvre en O2 arrive au cœur par les veines caves.
2. Il passe dans le ventricule droit, puis sort de ce ventricule par le tronc pulmonaire qui se divise en deux artères pulmonaires pour aller jusqu'aux poumons.
3. Après les échanges gazeux dans les poumons, le sang riche en O2 retourne au cœur par l'oreillette gauche via quatre veines pulmonaires.
4. Il passe ensuite dans le ventricule gauche et sort par l'artère aorte pour irriguer tout le corps.

Les vaisseaux sanguins

Les **artères** (sauf les artères pulmonaires) transportent le sang riche en O2 et se ramifient en **artérioles** puis en **capillaires**. La pression sanguine dans les artères est mesurée en pression systolique (PAS) et diastolique (PAD).

Les **veines** (sauf les veines pulmonaires) transportent le sang pauvre en O2. Elles ont des caractéristiques facilitant le retour veineux : grandes lumières, faible résistance, valves anti-reflux, et contraction des muscles.

Les capillaires connectent les artères et les veines, permettant les **échanges avec les tissus**. Ils sont régulés par le système nerveux autonome et s'ouvrent ou se ferment selon les besoins de l'organisme.

Le sang

Le sang est un **tissu conjonctif liquide** composé de **globules rouges**, **globules blancs**, **plaquettes** et **plasma**.

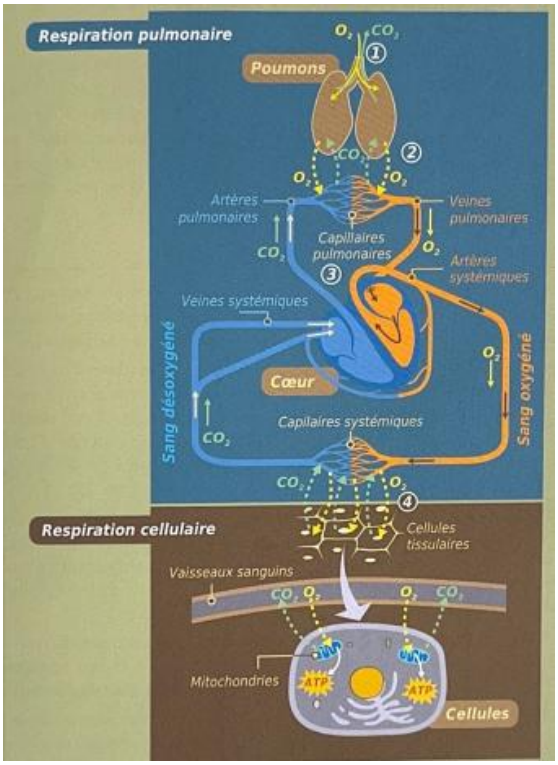
Les globules rouges transportent l'O2 grâce à l'hémoglobine. Ils sont produits dans la moelle osseuse rouge sous l'influence de l'érythropoïétine (EPO), de fer et de vitamine B. Les globules blancs sont essentiels au système immunitaire, et les plaquettes jouent un rôle dans la coagulation.
Lors d'un exercice, le volume sanguin diminue, ce qui peut entraîner une **hémoconcentration**. Ce phénomène peut être inquiétant mais des **adaptations** existent par l'entrainement en endurance.

Lors d'efforts d'endurance, on observe les réponses cardiovasculaires suivantes : (4,5)
- Le **débit cardiaque** (quantité de sang éjecté par chaque ventricule par minute) s'accroît linéairement avec l'intensité de l'exercice.
- La **fréquence cardiaque** (nombre de révolutions cardiaques par minute) s'accroît également linéairement avec l'intensité de l'exercice. Une stimulation du système nerveux sympathique accélère la fréquence cardiaque, on parle de tachycardie.
- Le **volume d'éjection systolique** (VES, volume de sang éjecté par un ventricule à chaque systole) varie différemment d'un individu à l'autre en fonction du statut d'entraînement mais ne peut jamais augmenter plus du double de sa valeur de repos (en moyenne 60ml). L'augmentation du VES à l'effort se fait jusque vers 50% de la VO2max puis il y a un plateau que le VES ne dépasse pas. ☞ L'exercice entraine un meilleur remplissage des ventricules grâce à un meilleur retour veineux, une plus grande compliance des ventricules et l'augmentation de la contractibilité du myocarde.
- La **pression artérielle systolique** s'accroît, la pression moyenne s'accroît légèrement et la pression artérielle diastolique diminue.
- La **résistance périphérique** (= résistance vasculaire) diminue en réponse à la vasodilatation des tissus actifs : plus la lumière des vaisseaux est grande, plus la résistance est faible, et inversement.

La figure 2 permet de schématiser le trajet de l'oxygène de l'atmosphère jusqu'aux mitochondries.
L'oxygène, présent dans l'atmosphère est inhalé par les voies respiratoires, passe dans les alvéoles pulmonaires où il diffuse dans le sang. Il se lie à l'hémoglobine des globules rouges pour être transporté vers les tissus via le système circulatoire, où il se dissocie de celle-ci et diffuse dans les cellules des tissus. Il est alors utilisé dans la

chaîne respiratoire des mitochondries pour produire de l'énergie (ATP : adénosine triphosphate) par phosphorylation oxydative.

Figure 2. L'oxygène : de l'atmosphère à la mitochondrie



Source : KLISSOURAS V. Les bases de la physiologie du sport. 2011. (5)

- <u>Le maillon musculaire :</u>

Le **muscle squelettique** est le dernier maillon de la chaîne.
Grâce au sang, il reçoit l'oxygène, les nutriments et les hormones nécessaires à son fonctionnement.
Lors de l'exercice, les besoins en oxygène augmentent et le muscle doit en extraire davantage. La consommation du muscle en O2 est directement liée à la resynthèse de l'**ATP** (Adénosine Triphosphate) dans les mitochondries de la cellule musculaire, une molécule essentielle pour créer et maintenir le mouvement. (4)

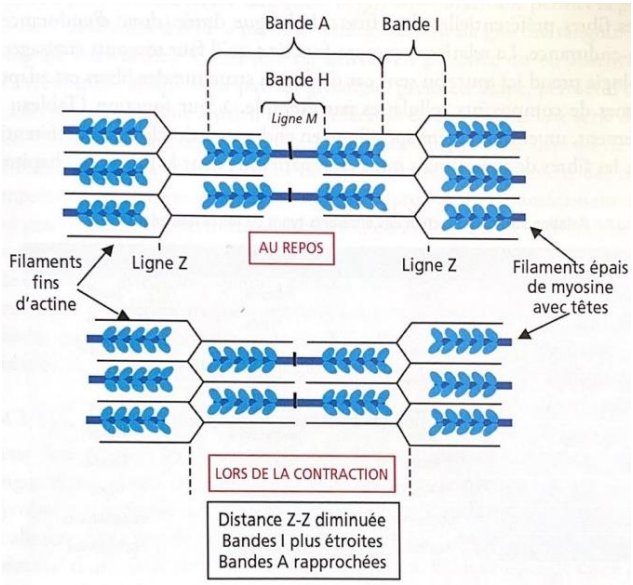
L'architecture du muscle squelettique (5)
Le muscle squelettique est composé de **fibres musculaires**.
Des milliers de fibres musculaires regroupées en de multiples **faisceaux** de fibres musculaire constituent le muscle. Différentes couches de tissu conjonctif enveloppent

chaque muscle, chaque faisceau de fibres musculaires, ainsi que chaque fibre musculaire individuelle. Toutes ces couches fusionnent avec le **tendon**, qui se fixe à l'os et transmet les forces générées par la fibre musculaire pour produire un mouvement.

La fibre musculaire est en fait une cellule spéciale, appelée **myocyte**. Elle est constituée d'une **membrane** : le sarcolemme, d'un **cytoplasme** : le sarcoplasme (substance gélatineuse riche en mitochondries, protéines), de myofibrilles (entourées d'un réticulum sarcoplasmique assurant le stockage du calcium et facilitant la transmission du potentiel d'action le long de la fibre) et de plusieurs noyaux.

Les myofibrilles sont subdivisées en segments individuels, les **sarcomères** qui sont **l'unité fonctionnelle** de base du muscle.
Les sarcomères s'assemblent bout à bout sur une fine couche de protéines structurelles appelées **disque Z** et sont composés de deux types de filaments de protéines : la **myosine** – *ou filament épais* – et l'**actine** – *ou filament fin*. Ensemble, ces filaments sont appelés **myofilaments** et sont disposés selon une structure hexagonale (trois filaments épais autour d'un filament fin). C'est le glissement des myofilaments les uns par rapport aux autres qui entraine le raccourcissement du sarcomère et engendre une force. Cela est schématisé sur la figure 3.
L'action de glissement des myofilaments a lieu grâce à des **ponts transverses** : les têtes globulaires de la myosine. Lorsque ces ponts transverses sont activés, ils tirent le filament mince vers le centre du sarcomère.
Les filaments minces sont attachés au disque Z.
Durant le glissement, la **zone I** constituée uniquement de filaments fins devient plus étroite alors que la **zone A**, constituée de deux types de filaments, reste inchangée.
Deux autres protéines du filament mince jouent un rôle primordial dans l'activation des ponts transverses : la **tropomyosine** et la **troponine**.

Figure 3. Organisation d'un sarcomère au repos et lors d'une contraction musculaire



Disque Z = Ligne Z

Zone I / A = Bande I / A

Source : Durand F, Physiologie des sports d'endurance en montagne, 2012. (4)

C'est **l'impulsion nerveuse** arrivant à la **jonction neuro-musculaire** (endroit où le neurone moteur rencontre la fibre musculaire) à partir du système nerveux central qui permet d'induire le processus d'interaction entre les myofilaments et la contraction musculaire. On parle de **couplage excitation – contraction**. La contraction musculaire est assurée tant qu'il y a de l'**ATP** et du calcium, **Ca2+**. Puis, il y a la **relaxation**.

L'alternance entre la contraction et la relaxation musculaire, entre action et inaction, est indispensable à la coordination entre muscles agonistes et antagonistes, et donc à la production de force.

Il existe trois types de contraction musculaire : l'**isométrique**, la **concentrique** et l'**excentrique**.

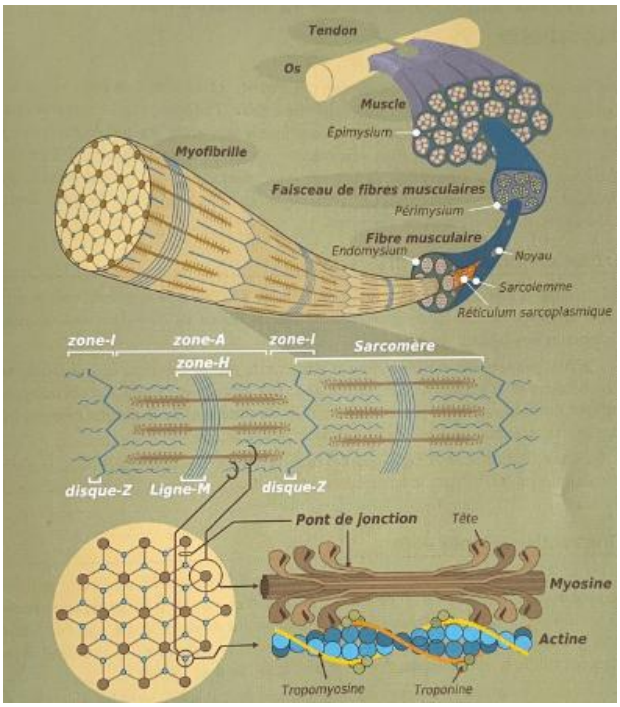
La plus grande force est développée par la contraction excentrique (le muscle se rallonge), la moins grande par la contraction concentrique (le muscle se raccourcit) et celle de niveau moyen par l'isométrique (le muscle reste inchangé).

C’est la mécanique du mouvement de glissement des myofilaments et l’implication d’éléments élastiques et non-élastiques qui sont à l’origine de ces différences dans les processus de génération de force.

Lorsqu’on court, marche ou saute, il y a une **combinaison de contractions excentriques et concentriques** qui produit davantage de force. C’est ce qu’on appelle un cycle étirement-raccourcissement.

La figure 4 permet de schématiser l’organisation du muscle décrite précédemment.

Figure 4. Organisation du muscle



Source : KLISSOURAS V. Les bases de la physiologie du sport, 2011. (5)

Les différents types de fibres musculaires (5)

La compréhension de la performance a été rendue possible lors de la prise de conscience que le muscle est constitué de différents types de fibres musculaires, grâce à l’introduction de la technique de la **biopsie musculaire** chez l’homme.

On distingue deux types de fibres musculaires : les **fibres lentes** et les **fibres rapides**. Celles-ci sont classées sur la base de leurs propriétés biochimiques et contractiles.

- Fibres lentes : type I

Les fibres lentes, ou fibres de type I, utilisent principalement le système énergétique **aérobie**. Elles sont **résistantes à la fatigue** et ont une **grande endurance**.
Elles possèdent de nombreuses mitochondries et enzymes oxydatives, une haute concentration de myoglobine et de triglycérides, et sont entourées d'un réseau dense de capillaires. Cela leur permet de recevoir suffisamment d'oxygène et de nutriments, et d'éliminer efficacement les déchets.
Cependant, les fibres lentes produisent une force et une vitesse limitées car elles ne sont **pas adaptées aux efforts de haute intensité**.

- Fibres rapides : types IIa et IIx

Il existe deux sous-types de fibres rapides : les **fibres de type IIa** et de **type IIx**. Elles utilisent principalement le système énergétique **anaérobie**. Elles sont moins résistantes à la fatigue que les fibres lentes, mais sont plus rapides et plus fortes. Leurs propriétés contractiles sont bien développées pour cette raison.
Leur motoneurone-α est plus grand et innerve un plus grand nombre de fibres. De plus, leur réticulum sarcoplasmique est très développé, permettant un relâchement rapide du calcium pour une **contraction musculaire plus efficace**. L'activité élevée de leur myosine-ATPase contribue également à une vitesse de contraction plus élevée.

- Les fibres de type IIx, ou fibres glycolytiques, dépendent exclusivement du système énergétique anaérobie glycolytique, ce qui les rend plus rapides et plus fortes que les fibres de type IIa. Elles sont principalement utilisées lors **d'activités sportives explosives**.
- Les fibres de type IIa, ou fibres oxydatives glycolytiques, utilisent à la fois les systèmes énergétiques aérobies et anaérobies. Bien qu'elles soient rapides, elles conservent certaines caractéristiques des fibres lentes, ce qui les classe comme **fibres intermédiaires**. Elles sont principalement sollicitées lors **d'activités musculaires de haute intensité.**

La distribution des fibres musculaires varie d'un muscle à l'autre et d'une personne à l'autre et dépend également de la préférence individuelle pour des activités physiques de haute ou de basse intensité.

Pendant l'effort, les fibres musculaires sont activées par une unité motrice, constituée d'un neurone moteur et de toutes les fibres musculaires qu'il innerve. La stimulation de cette unité entraine la contraction de toutes ses fibres et leur activation est dictée par la dimension du motoneurone.
☞ Les fibres de type I, avec leurs petits motoneurones, sont activées en premier. Ensuite, avec la poursuite et l'augmentation de l'intensité de l'effort, les fibres de type IIa, qui ont des motoneurones plus grands, prennent le relais. Enfin, pour les efforts maximaux, ce sont les fibres de type IIx, avec les plus grands motoneurones, qui s'activent.

b. Les adaptations physiologiques des systèmes liées à la pratique d'un sport d'endurance

Des efforts répétés induisent des **adaptations corporelles** qui permettent **l'augmentation des performances globales**.
Même si nous n'allons pas l'aborder, parler de performance ne peut pas se restreindre aux paramètres physiologiques. En effet, de nombreux autres paramètres d'ordre psycho-sociologiques entrent en jeu : ***« c'est la tête qui fait avancer le reste ».***
C'est donc cette multitude de paramètres qui fait que tous les individus ne s'adaptent pas de la même façon à un programme d'entraînement identique. Il y a des bons et des moins bons « répondeurs ». (4,5)

Pour que le stimulus d'entraînement soit efficace, il est essentiel de respecter les principes physiologiques suivants : **spécificité**, **surcharge** et **réversibilité**.

- La notion de **spécificité** se réfère à la fois aux muscles utilisés pour un mouvement donné et aux systèmes énergétiques produisant l'ATP nécessaire à la réalisation de ce mouvement → un programme d'entraînement doit être spécifique pour les muscles et pour les systèmes énergétiques aux efforts d'un sport déterminé.

- La notion de **surcharge** implique une sollicitation de l'organisme progressivement supérieure à celle à laquelle il est habitué → pour progresser, il est essentiel de surcharger l'organisme de manière progressive.
- La notion de **réversibilité** implique que les adaptations induites par l'entraînement ne sont pas permanentes. Au contraire, elles diminuent rapidement en cas d'inactivité et disparaissent graduellement. Ces adaptations s'estompent d'autant plus facilement que la période d'entraînement a été brève. (5)

- Les adaptations ventilatoires

Grâce à l'entraînement en aérobie, les poumons fonctionnent de manière plus efficace. La ventilation est donc moins coûteuse, ce qui permet à l'énergie économisée à ce niveau d'être disponible pour les muscles impliqués dans le mouvement.
À l'effort, les niveaux de ventilation sous-maximaux du sujet entraîné en endurance sont inférieurs à ceux observés avant entraînement. Cette baisse est liée à une modification du régime ventilatoire. L'augmentation de la ventilation pendant l'exercice repose moins sur la fréquence respiratoire (fr) et plus sur le volume courant (VT). Cela s'explique par la **diminution des résistances dans les voies aériennes** et une **meilleure souplesse du thorax et des poumons** grâce à l'entraînement, permettant ainsi au VT de jouer un rôle plus important lors de l'effort.

- Les adaptations cardiovasculaires

Le ***« cœur d'athlète »*** n'est pas un mythe. L'entraînement aérobie provoque véritablement des **changements morphologiques** du cœur. On assiste à une hypertrophie des ventricules gauche et droit ainsi qu'une augmentation de la densité des capillaires du myocarde. Cela permet une meilleure vascularisation et une augmentation de la quantité de sang pompée par le cœur par minute (débit cardiaque, Qc) et donc un meilleur transport d'oxygène assurant une augmentation de VO2max.
Tout changement de morphologie entraine un changement fonctionnel. En effet, l'entraînement aura une incidence sur la fréquence cardiaque de repos de même que sur la fréquence cardiaque maximale. ☞ Les athlètes d'endurance auront une fréquence cardiaque de repos et maximale diminuée en comparaison à des sujets sédentaires à même VO2.

- Les adaptations musculaires

L'entrainement aura des répercussions sur les muscles d'un point de vue **quantitatif**, **qualitatif** et **métabolique**.

A l'inverse de l'entraînement en force, l'entrainement en endurance ne va pas permettre une prise de masse musculaire importante même si une hypertrophie musculaire existe tout de même avec une augmentation de diamètre des fibres de type I (et de nombre) par rapport aux fibres de type II. L'hypertrophie musculaire contribue à développer une grande force, mais elle entraîne également une prise de poids, ce qui peut être un désavantage dans les sports d'endurance, où la légèreté est essentielle. Il est donc nécessaire de trouver un **équilibre entre la force et le poids** en sollicitant spécifiquement les zones musculaires essentielles. L'augmentation quantitative du muscle n'est donc pas en rapport avec la performance en endurance. C'est plutôt l'aspect qualitatif qui entre en jeu avec notamment une **augmentation de la vascularisation du muscle**. Cela aura pour conséquence d'améliorer la surface des échanges pour l'oxygène, mais aussi d'augmenter les apports en nutriments, le drainage des déchets métaboliques et le transfert de chaleur.

Au-delà des adaptations vasculaires, il y a les **adaptations enzymatiques** et **mitochondriales**. En effet, avec un entrainement en endurance, les enzymes clefs du cycle de Krebs vont être particulièrement augmentées et de ce fait, les mitochondries qui sont les structures d'accueil des complexes enzymatiques, deviennent plus nombreuses et plus volumineuses. Cela permet une tendance oxydative amplifiée du muscle, c'est-à-dire la dégradation des glucides, lipides ou lactates pour produire de l'énergie utilisable par les muscles : l'ATP, permettant la contraction musculaire.

D'un point de vue métabolique, il y aura des modifications relatives aux modifications de structure évoquées précédemment.

Le muscle adopte un métabolisme principalement oxydatif et aérobie, utilisant surtout les glucides et les lipides.☞ Le muscle d'un athlète entraîné en endurance est plus efficace pour oxyder les glucides que celui d'un sujet non entraîné. L'augmentation de la capacité oxydative fournit donc plus d'acide pyruvique au cycle de Krebs. De plus, la capacité de stockage du glucose sous forme de glycogène dans le muscle est également améliorée.

L'entraînement en endurance augmente les réserves de triglycérides dans les muscles, sous forme de gouttelettes proches des mitochondries. Ainsi, un muscle

entraîné en endurance utilise plus facilement les acides gras que les glucides pendant des efforts sous-maximaux, préservant ainsi le glucose pour les exercices de haute intensité. (4)

3. Alimentation du sportif d'endurance : les spécificités des apports nutritionnels

Pour un athlète assidu ayant des objectifs spécifiques, une **alimentation et une hydratation de qualité optimisent les résultats du programme d'entraînement et améliorent ainsi les performances en compétition**. Adopter une alimentation et une hydratation adéquate est donc important tout au long de l'entraînement et de la compétition afin de fournir l'énergie essentielle au corps pour **atteindre les objectifs sportifs** et assurer une **récupération efficace**. (6)
Le sportif d'endurance est particulièrement concerné en raison de la durée et de l'intensité de l'effort fourni, requérant ainsi des **besoins énergétiques élevés**. Il est crucial d'apporter suffisamment de calories pour compenser les dépenses énergétiques.

a. L'hydratation : une priorité absolue

Lors d'efforts d'endurance, les athlètes ont d'importantes pertes sudorales. C'est pourquoi l'hydratation constitue un apport nutritionnel essentiel afin d'éviter des carences et d'optimiser la santé générale et la performance athlétique.
L'eau tout simplement constitue une part essentielle du programme alimentaire et les boissons de l'effort sont un bénéfice appréciable permettant des apports plus complets. (6)

- L'eau

L'eau est le **composant principal du corps humain** et représente environ 60 à 70% du poids. Cette eau est répartie dans le secteur intracellulaire (à l'intérieur des cellules) et extracellulaire (sang, lymphe, liquide céphalo-rachidien…). Cette substance

abondante a divers rôles et fonctions dans l'organisme, dont certaines sont fondamentales pour le sportif d'endurance :
- **régulation de la température corporelle** via la transpiration afin d'éviter la surchauffe (l'eau est le principal constituant de la sueur),
- participation à la **structure et au volume des tissus et cellules**,
- **lubrification** des articulations,
- **irrigation des tissus** et **apport de l'oxygène et des nutriments** à l'ensemble de l'organisme,
- facilitation de la **digestion** des aliments,
- **élimination des toxines et des déchets** produits par l'organisme via les urines, les selles et la sueur. (6,7)

L'eau n'apporte pas de calories mais peut être chargée en **minéraux** (importance du sodium), notamment les **eaux minérales**, à l'inverse de l'eau du robinet ou de l'eau de source où la teneur en minéraux est moindre. (7) Ces minéraux confèrent des atouts santé non négligeable : rôle dans la **construction des tissus**, dans la **contraction musculaire**, dans le **transport de l'oxygène**, dans le **maintien de l'équilibre acido-basique dans le sang** et dans la **régulation d'un rythme cardiaque normal**. (6)

- Les boissons de l'effort

L'eau est primordiale, mais il est bénéfique de **complémenter son hydratation** avec des boissons de l'effort qui apportent à la fois de l'**eau**, mais également des **minéraux**, des **glucides**, des **protéines** et des **vitamines**. Cela fait de ces boissons une solution « tout en un », et il a été prouvé que celles-ci ont un **impact positif** sur les performances en endurance.
Les critères de choix d'une boisson de l'effort sont les suivants :
- être **isotonique voir légèrement hypotonique**, c'est-à-dire avoir la même concentration que le sang voir légèrement moins concentrée afin d'être facilement absorbée et quitter rapidement l'estomac pour une efficacité optimale et un confort digestif.
- contenir idéalement entre **60 et 80g de glucides par litre**.

- avoir un **index glycémique élevé** en associant idéalement plusieurs types de glucides : glucose, fructose, maltodextrine, saccharose afin d'augmenter la production d'énergie car ces glucides pénètrent via différentes voies dans les cellules.
- contenir des **électrolytes**, notamment du sodium (idéalement 500 à 700mg/L) et éventuellement du potassium.
- présenter un **pH supérieur à 5,5**.
- avoir un **goût plaisant** et relativement neutre afin de ne pas être écœurant à long terme.
- contenir éventuellement des **protéines** et des **vitamines**. (7)

L'eau et les boissons de l'effort ont un rôle crucial dans les apports du sportif d'endurance. En effet, une mauvaise hydratation mène à la déshydratation, ce qui entrainera une diminution des performances en endurance. Cela s'explique par un épaississement du sang, une diminution des apports en oxygène et en nutriments aux muscles ainsi qu'une baisse d'élimination des toxines. (7)

b. Les bases de l'alimentation du sportif d'endurance

- Les glucides : le carburant principal

Les glucides sont **la base du régime alimentaire** de l'athlète car ils fournissent l'énergie nécessaire à sa pratique sportive, en particulier lors d'efforts intenses et prolongés. De plus, ils permettent de nourrir les muscles et réapprovisionner le foie en glycogène, qui est le produit du métabolisme des glucides dans l'organisme et qui constitue une réserve d'énergie essentielle.

Les glucides étaient auparavant classés en glucides simples (rapides) et glucides complexes (lents) et on considérait que les glucides simples étaient « mauvais » et que les glucides complexes étaient « bons ».

Mais ils sont dorénavant classés selon leur **index glycémique (IG)**. L'IG représente la vitesse à laquelle la glycémie augmente après l'ingestion d'un aliment.

On distingue les aliments à **IG élevé** qui vont entrainer une augmentation intense et très rapide de la glycémie, des aliments à **IG bas** qui à l'inverse vont entrainer une augmentation modérée et lente de la glycémie. *Les fruits, par exemple, sont des*

glucides simples mais ont un IG bas et les pommes de terre, un glucide complexe, ont un IG élevé.

Il sera donc important pour un athlète de **privilégier des aliments à IG bas** tels que les céréales complètes, les fruits, les légumes. En plus d'être riches en glucides, ces aliments contiennent également des minéraux, des vitamines, des fibres. Il est fortement conseillé de réduire au maximum les aliments contenant des sucres raffinés qui sont des « calories vides » et qui ont une faible valeur nutritionnelle ainsi qu'un IG élevé. (6,7)

- Les protéines : les architectes du corps humain pour la construction et la réparation musculaire

Les sportifs sollicitent de manière intense leurs muscles ce qui créé des **microlésions** qui vont altérer le tissu musculaire. C'est pourquoi ils ont des **besoins accrus en protéines**, car celles-ci participent à la réparation de ces microlésions musculaires.

Les protéines ont de nombreuses autres **vertus essentielles** : croissance / récupération musculaire / maintien des tissus musculaires / formation des hormones, des enzymes, des neurotransmetteurs, des composants clés du système immunitaire, de l'hémoglobine. Il ne faut donc absolument pas les négliger et doivent représenter 15 à 20% de la ration quotidienne.

Les aliments les plus concentrés en protéines sont la viande maigre, la volaille, le poisson ou les œufs. Des protéines végétales de haute qualité sont présentes dans les produits au soja, les lentilles, les pois et haricots secs. Une autre excellente source de protéines sont les produits laitiers maigres. Les sources maigres de protéines sont à privilégier dans l'optique de limiter l'absorption de graisses saturées. (6,7)

- Les lipides : protecteurs des cellules et des organes et source d'énergie complémentaire

Les lipides, aussi appelés les graisses, sont **indispensables** à l'organisme et à la performance sportive, en particulier dans les sports d'endurance.

On distingue trois sous-catégories d'acides gras en fonction de leurs caractéristiques morphologiques : **les acides gras saturés**, **monoinsaturés** et **polyinsaturés** (oméga-3, oméga-6). Les oméga-3 et les oméga-6 sont des acides gras dits essentiels

car ils ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent donc être obligatoirement apportés par l'alimentation.

Toutes les classes d'acides gras sont indispensables et c'est **l'équilibre** entre ces classes qui est primordial. Il serait idéal d'avoir un apport de 25% d'acides gras saturés, 25% d'acides gras polyinsaturés et 50% d'acides gras monoinsaturés.

Cependant, notre alimentation occidentale est très souvent trop riche en acides gras saturés et en oméga-6 qui contribuent à l'élévation du mauvais cholestérol : LDL - *Low Density Lipoprotein* et augmentent le risque de maladies cardio-vasculaires. Il faut donc veiller à réduire la consommation de ces acides gras, sans pour autant les éliminer.

Les graisses (lors d'un apport équilibré) exercent plusieurs rôles fondamentaux pour le sportif d'endurance :

- **rôle énergétique**, notamment dans les efforts d'intensité modérée et de longue durée car les lipides ne peuvent pas fournir de l'énergie aussi rapidement que les glucides.
- **rôle structurel**, notamment dans la structure des membranes cellulaires (souples et fluides grâce aux acides gras polyinstaturés) ce qui contribue à une meilleure fonctionnalité de notre organisme.
- **rôle fonctionnel** : médiateur de l'inflammation (rôle anti-inflammatoire des oméga-3), circulation sanguine (dilatation des vaisseaux sanguins et fluidification du sang favorisées par les oméga-3), métabolisme des lipides (lipolyse favorisée par les oméga-3).
- **rôle dans la digestion**, notamment dans l'absorption des vitamines liposolubles et de certains antioxydants. (6,7)

- Les micronutriments (2)

- <u>Les vitamines hydrosolubles</u>

➢ Vitamines B1, B2, B3, B5, B6, B8, B12, vitamine C, acide folique.

Ces vitamines contribuent globalement à la libération d'énergie via leur action sur le métabolisme des glucides, lipides et protéines. À la production de nouvelles cellules (cellules musculaires, globules rouges), à un bon fonctionnement du système nerveux, et ont un rôle antioxydant.

- Les vitamines liposolubles

- Vitamines A, E, K, D

Ces vitamines contribuent notamment à la bonne santé des tissus, du système immunitaire, de la circulation sanguine, ont un rôle antioxydant et régulent la réponse inflammatoire.

- Les minéraux

- Cuivre, Phosphore, Magnésium, Calcium, Fer, Sodium, Potassium, Zinc

Leurs rôles essentiels sont la contribution à la formation et au maintien d'une structure osseuse solide, l'équilibre hydrique et la transmission nerveuse, une bonne fonction musculaire et un bon système immunitaire, le transport de l'oxygène.

☞ Les micronutriments sont essentiels pour de nombreux processus vitaux et il est important de savoir dans quels aliments on les retrouve et de connaître les besoins quotidiens de l'organisme en chacun de ceux-ci.

c. Les suppléments nutritionnels ergogènes

Le terme « ergogène » signifie littéralement « qui produit de l'énergie ». (8)

En Europe, comme aux Etats-Unis, les athlètes ont depuis quelques années tendance à intégrer des produits nutritionnels ergogènes dans leur programme d'entrainement.
Ce sont des produits encore différents des boissons de l'effort, gels, barres et substituts de repas à haute teneur glucidique qui eux, bénéficient d'une garantie scientifique et sont régulièrement consommés par les athlètes élites.
Ces suppléments ergogènes promettent d'améliorer les performances sportives : meilleure puissance physique, production d'énergie, amélioration de la force mentale, avantage mécanique. Mais malheureusement ces produits sont souvent au cœur d'un commerce lucratif peu soucieux de la santé des consommateurs, et sont parfois, même pas soumis à des tests cliniques. (6)

Exemples de suppléments ergogènes courants :

- Bicarbonate de sodium : diminution de l'accumulation d'acide lactique dans les cellules musculaires après l'entraînement.
- Caféine : économie des réserves (glycogène musculaire), stimulation du système nerveux centrale liée à une amélioration de l'attention, une stimulation de la fonction cardiaque et de la circulation sanguine.
- Protéines en poudre : facilite la récupération musculaire et la croissance après l'exercice.
- Créatine : améliore la force et la puissance musculaire en augmentant la masse musculaire. *Attention : aucune étude scientifique n'a jamais encore été menée pour tirer ces conclusions. Au contraire, certaines études ont révélé des dangers liés à ce produit notamment en raison d'une contamination par des substances non mentionnées sur l'étiquette.*
- Acides aminés ramifiés (leucine, isoleucine, valine) : diminution de la fatigue musculaire, amélioration de la récupération musculaire, retardement de la fatigue mentale. *Attention : absence de validation scientifique.*
- Glutamine : constitue la source principale d'énergie du système immunitaire et une supplémentation permettrait d'éviter le phénomène de surentrainement et de ce fait prévenir les faiblesses immunitaires qui sont la cause d'infections notamment des voies respiratoires supérieures. *Attention : absence de preuve scientifique.*
- Glycérol : il s'agit d'un composé qu'on trouve naturellement dans les graisses en tant que composant des lipides et contribue au métabolisme énergétique. Lorsque les graisses sont décomposées, le glycérol peut être converti en glucose, fournissant ainsi de l'énergie. En tant que supplément ergogène il entre dans la composition de certaines boissons hyper hydratantes pour sportifs et est considéré comme un outil efficace contre la déshydratation car il est capable de retenir le liquide dans l'organisme. *Attention : études sur l'efficacité du glycérol non concluantes.* (6)

Une **alimentation optimale** comportant des produits de qualité permet d'apporter à l'organisme tous les macronutriments et micronutriments nécessaires à une bonne santé et à de bonnes performances sportives.

Il n'a pas encore été véritablement établit qu'une supplémentation en vitamines ou minéraux permettrait à un athlète d'éviter toute carence et de s'entrainer plus longtemps et de manière plus intensive. Cela vaut également pour les produits

ergogènes : les physiologistes de l'effort et les nutritionnistes sportifs expriment globalement des réserves quant à l'utilisation de ceux-ci. (6)

☞ Le « mieux » pour un athlète est d'avoir les connaissances nécessaires sur les nutriments essentiels à sa pratique sportive afin que tous se retrouvent en quantité optimale dans son alimentation quotidienne.

d. Les différents aspects de la nutrition relatifs à la pratique sportive : avant, pendant et après l'entraînement

- L'alimentation <u>avant</u> l'entraînement

Une **alimentation optimisée avant l'entraînement** permet non seulement d'améliorer la qualité des séances, mais aussi de limiter leurs effets néfastes sur l'organisme : déshydratation chronique (augmentation du risque de pathologie musculaire et tendineuse), troubles digestifs, dégradation des fibres musculaires et altération du système immunitaire en raison d'un épuisement des réserves en glycogène. De ce fait, on favorise la progression et le développement des performances.

La ration pré-entraînement doit adhérer aux principes d'une alimentation équilibrée, en y intégrant des **glucides**, des **protéines** et des **lipides**. Un apport simultané de glucides et de protéines permet d'accroitre la synthèse musculaire.

Il est important de favoriser les aliments avec un **index glycémique bas** et une bonne digestibilité. L'**hydratation** devra être abondante. L'idéal est de respecter un délai de 3 heures entre le repas et l'entrainement. (7)

- L'alimentation <u>durant</u> l'activité sportive

Lors d'une activité d'endurance durant au moins une heure, plusieurs nutriments sont indispensables à la performance et à la santé.

Premièrement, il est primordial de compenser les pertes hydriques en buvant de l'**eau** sans attendre que la sensation de soif apparaisse. Il est bénéfique que l'apport en eau soit associé à celui en sodium.

Deuxièmement, un apport d'énergie suffisant est important. La consommation de **glucides** permettra de limiter l'utilisation des réserves en glycogène et donc éviter de

s’exposer à des dégâts musculaires (stock de glycogène épuisé = dégradation des protéines constituant les fibres musculaires), maintenir une glycémie et une circulation digestive optimales et limiter la dépression immunitaire consécutive à un effort intense.
Troisièmement, les **minéraux** et les **vitamines** peuvent également avoir des effets positifs lors d’une pratique sportive. La transpiration entraine une perte de minéraux, donc des apports de chlore, de potassium, de magnésium et de fer peuvent être bénéfiques. Des apports en vitamines B1, B6 sont pertinents afin d’améliorer l’utilisation des glucides, et la vitamine C a un rôle antioxydant en neutralisant les radicaux libres produits lors de l’effort.
Et quatrièmement, la consommation de **protéines** durant l'effort favorise une meilleure reconstruction des fibres musculaires et limite leur dégradation liée à l'activité physique. L’ingestion simultanée de glucose et de protéines aurait un impact positif sur les performances.
☞ Pendant l’effort il est recommandé de consommer des boissons de l’effort, des gels, des barres, des fruits secs, des bananes ou encore des oranges. Ces aliments de l’effort permettent d’apporter les nutriments importants lors d’une pratique sportive. (7)

- La <u>récupération</u>

Une bonne alimentation en phase de récupération permettra à l’organisme de se **régénérer** et **d’éviter l’épuisement**. Celle-ci devra permettre de reconstituer les stocks en glycogène, se réhydrater, réparer les fibres musculaires détruites, rééquilibrer le pH, compenser les attaques radicalaires, rétablir les défenses immunitaires.
La boisson devra être abondante afin de compenser les pertes hydriques liées à l’effort. Une **boisson minéralisée et riche en bicarbonates** est à privilégier. Les bicarbonates permettront la rééquilibration du pH car l’effort peut le diminuer.
L’apport de **glucides** dès la première demi-heure et pendant 4 à 6 heures suivant la séance sera la fenêtre la plus efficace pour reconstituer les stocks en glycogène. On parle de « fenêtre métabolique » : période propice à la récupération. Les glucides à **index glycémique élevé** sont à privilégier afin d’apporter le plus rapidement possible des glucides aux cellules.

Un apport de **protides** (protéines, peptides, acides aminés) dans la fenêtre métabolique sera bénéfique pour la reconstruction musculaire et le rétablissement plus rapide du système immunitaire.
Des **minéraux** et des **vitamines** sont importants pour la restitution des performances de l'organisme notamment le magnésium (que l'on trouve dans les fruits secs, les oléagineux, l'eau), les vitamines B1 et B6. (7)

e. L'importance du système digestif

Le système digestif joue un rôle essentiel dans la performance sportive. Un système digestif en bonne santé permet une **assimilation optimale des nutriments**, favorisant ainsi l'apport énergétique et la récupération. De plus, il réduit le risque de troubles pendant les efforts intenses ou prolongés.
Les différentes fonctions du système digestif sont la **digestion** (bouche-estomac-duodénum-intestin grêle), **l'absorption**, **l'élimination** et **l'immunité**.
L'**importance des dents** est primordiale dans la première étape de la digestion pour le broyage des aliments. *Une étude a révélé que la présence de moins de 20 dents altérait la santé*. Puis s'ensuivent des cascades de réactions enzymatiques permettant la transformation des aliments en petites molécules facilement assimilables et absorbables par les entérocytes.
Si l'une des étapes ne se déroule pas de manière optimale, l'assimilation d'une ou plusieurs substances sera perturbée. En effet, les macronutriments mal fragmentés se présentent au niveau des entérocytes avec une taille qui ne leur permet pas d'être absorbés. Cela entraine alors des **troubles digestifs** : gaz, ballonnements, diarrhées… et occasionnent des **gênes pour la pratique sportive**. (7)

☞ La nutrition est d'une importance majeure dans la gestion et l'amélioration des performances sportives. Les recommandations nutritionnelles évoquées précédemment sont fondamentales pour les processus de récupération et d'adaptation. Des faibles apports énergétiques peuvent entrainer une perte de masse musculaire, une structure osseuse faible, un dysfonctionnement hormonal, une baisse des performances et un risque accru de blessures. (9)

II. Les pratiques sportives des français

L'institut national de la jeunesse et de l'éducation populaire (Injep) et le Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie (Credoc) réalisent depuis 2018 une enquête visant à suivre les évolutions des pratiques sportives des français. Il s'agit du **baromètre national des pratiques sportives**. (10)

Celui-ci sert à décrire la manière de pratiquer une activité physique et sportive : la fréquence, la régularité et l'intensité de la pratique ainsi que la durée des séances.

Les activités physiques ou sportive (APS) englobent un large éventail de pratiques, allant de l'activité récréative occasionnelle jusqu'au sport professionnel.

Après une forte hausse de la pratique sportive entre 2018 et 2022, celle-ci tend à se stabiliser en 2023. Notons que lorsqu'on prend en compte le mode de déplacement principal quotidien (mobilités douces : pied, vélo, trottinette), 79% des français ont pratiqué une APS au moins une fois au cours des 12 derniers mois (+4pts par rapport à 2018).

Les personnes recherchent principalement la **santé** en pratiquant une activité physique ou sportive (+6pts par rapport à 2018). La dimension ludique : **« plaisir et amusement »** est également mise en avant. (11)

1. La pratique sportive occasionnelle

Un pratiquant occasionnel comptabilise moins de 1 séance d'APS par semaine.

En 2023, 70% des français de 15 ans et plus ont pratiqué au moins une activité physique et sportive au cours des 12 derniers mois (+4pts par rapport à 2018) de manière occasionnelle. (11)

2. Le pratique sportive régulière

Un pratiquant régulier est une personne qui déclare réaliser au moins 1 séance d'APS par semaine en moyenne.

En 2023, on note que 59% des personnes de 15 ans ou plus ont pratiqué une activité physique régulière au cours des 12 derniers mois (+5pts par rapport à 2018).

Cet engouement pour le sport est en grande partie stimulé par l'univers de la marche et la course à pied.

La **proportion de pratiquants très réguliers est en hausse depuis 2018** : 26% réalisent au moins 4 séances de leur sport principal par semaine (+6pts par rapport à 2018). Ces pratiquants sont donc davantage amenés à avoir une pratique régulière tout au long de l'année : « Fréquence et régularité vont de pair ». Néanmoins, pour ces pratiquants réguliers, les séances sont légèrement moins intenses qu'en 2022 mais demeure au-dessus des niveaux enregistrés en 2018. Quant à la durée des séances régulières, celle-ci tend aussi légèrement à diminuer par rapport à 2018. Les séances régulières longues (plus de 90min) sont moins fréquentes que les séances courtes en 2023. Mais 61% des séances régulières durent tout de même plus de 45 minutes. (11)

3. La pratique sportive à haut niveau

Le sport de haut niveau incarne **l'excellence dans la pratique sportive**.

Le sportif de haut niveau s'entraîne de manière quotidienne. Il a un planning très discipliné mêlant des entraînements seuls, en club ou avec entraîneur (en fonction de sa discipline), des stages, une préparation physique et mentale. Le haut niveau impose des sacrifices et des efforts constants pour maintenir une condition physique, ainsi qu'une grande force mentale et une détermination infaillible pour supporter la pression du milieu. (12)

Le sport de haut niveau participe à la **valorisation de la Nation** et à la **promotion des valeurs du sport**. De par ces deux aspects, il est encadré par une politique spécifique permettant de définir le périmètre du sport de haut niveau en France. L'application de cette politique dépend de trois types d'arrêtés ministériels : La **Reconnaissance du caractère de Haut Niveau** (RHN), Le **Projet de Performance Fédéral** (PPF), les **Mises en listes ministérielles**. (13,14)

- **La Reconnaissance du caractère de Haut Niveau (RHN**)

161 disciplines sportives de haut niveau sont identifiées par l'arrêté ministériel du 17 mars 2017, émanant de 59 fédérations sportives différentes.

L'universalité est le critère principal de la reconnaissance de haut niveau d'une discipline sportive. Elle est évaluée en fonction de son inscription au programme olympique ou paralympique (RHN automatique). Concernant les disciplines non olympiques ou paralympiques, le critère d'universalité est basé sur le nombre moyen de nations ayant participé aux championnats du monde senior au cours des quatre dernières années avec plus ou moins le niveau de performance des sportifs qui est pris en compte, en fonction du nombre de nations participantes.
L'accès aux sportifs aux listes ministérielles est rendu possible grâce à la reconnaissance du statut de haut niveau qui se base sur des critères définis dans chaque projet de performance fédéral (PPF), validé par le ministre des sports après avis de l'Agence Nationale du Sport (ANS). (13)

- **Le Projet de Performance Fédéral (PPF)**

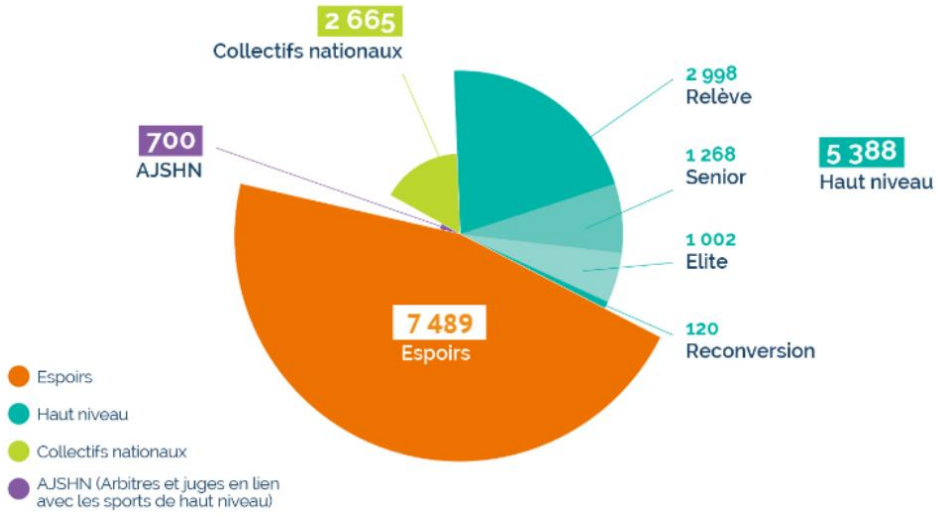
Dans le domaine du sport de haut niveau, le PPF est un programme visant à développer et à accompagner la performance des athlètes dans le but qu'ils atteignent un niveau compétitif international.
Il est constitué de deux programmes :
- un **programme d'excellence**, pour les sportifs de haut niveau et du collectif France. La prise en compte du projet sportif, individuel ou collectif est au cœur de ce dispositif afin d'améliorer le niveau de performance des sportifs.
- un **programme d'accession au haut niveau**, qui s'adresse plus particulièrement aux potentiels nationaux (jeunes athlètes prometteurs) en vue d'une intégration au programme d'excellence. (13,14)

- **Mises en listes ministérielles**

Il y a 4 principales catégories de listes ministérielles : les sportifs de haut niveau, les sportifs espoirs, les sportifs des collectifs nationaux, les arbitres et juges sportifs. (13)

À la fin janvier 2023, 16 242 sportifs de haut niveau inscrits sur les listes du ministère des sports ont été comptabilisés. La figure 5 illustre la répartition de ces sportifs de haut niveau.

Figure 5. Répartition des sportifs en lien avec le sport de haut niveau selon leur catégorie



Source : MSIOP, Portail du suivi quotidien des sportifs (PSQS), janvier 2023.(13)

- Les sportifs de haut niveau sont regroupés par classe d'âge : **catégories Elite, Sénior, Relève et Reconversion**.
- Les sportifs **« Espoirs »** représente près de la moitié des sportifs de haut niveau. Il s'agit d'une liste qui regroupe les sportifs présentant des compétences sportives attestées par le directeur technique national (DTN) dans les disciplines sportives reconnues de haut niveau mais qui ne satisfont pas encore aux critères permettant de figurer sur la liste des sportifs de haut niveau.
- Les **sportifs des collectifs nationaux** sont des sportifs faisant partie d'une équipe nationale se préparant activement pour des compétitions majeures. Il peut également s'agir de partenaires d'entraînement, de sportifs anciennement listés avec des conditions de santé particulières ou encore de sportifs à fort potentiel selon le DTN.
- Les **arbitres et juges sportifs**, dits de haut niveau, sont inscrits sur la liste établie par le ministre chargé des sports, sur recommandation de la fédération délégataire compétente, et pour une des disciplines reconnues comme de haut niveau. (13,14)

☞ Aujourd'hui les activités physiques et sportives attirent un public très large et la manière de pratiquer est très variable d'un individu à l'autre, allant de la pratique très occasionnelle à la pratique de haut niveau.

III. Revue bibliographique des données existantes sur l'état de santé bucco-dentaire des sportifs de haut niveau

- Etude sur 5 ans (1990-1995) décrivant les examens médicaux de 523 cyclistes élites réalisés par la British Cycling Federation, *Evaluation of elite British cyclists: the role of the squad medical 1996* : (15)

L'étude porte sur les résultats des procédures et protocoles utilisés par la Fédération britannique de cyclisme lors des examens médicaux de ses coureurs d'élite. Le rapport de 1996 décrit des données relevées lors d'examens médicaux réalisés par la fédération britannique de cyclisme de 1990 à 1995. Ces examens ont été menés par une équipe pluridisciplinaire comprenant des médecins, des dentistes, des kinésithérapeutes, des opticiens et des diététiciens.

En ce qui concerne l'examen dentaire, quelques cyclistes l'ont évité en raison d'une phobie dentaire. Par conséquent, leur état dentaire reste inconnu.

Sur un total de 467 cyclistes examinés, 102 (21%) nécessitaient des traitements dentaires. En 1992, trois cyclistes se sont présentés avec des problèmes dentaires déjà signalés en 1991, ce qui indique qu'ils ne sont pas allés consulter pour réaliser les soins recommandés.

Les résultats de ces examens prouvent que trop souvent **les cyclistes négligent les soins de santé même les plus basiques**. Les auteurs indiquent que même lors des Jeux Olympiques, certains cyclistes présentent des problèmes dentaires aigus qui auraient pu être évités par des soins dentaires proactifs.

Tableau 1. Chiffres mentionnés après un examen dentaire

Table 3 Numbers referred after dental examination

Year	Number of riders examined	Percentage and number of riders needing further treatment
1990	83	25 (21)
1991	89	18 (16)
1992	59	39 (23)
1993	77	26 (20)
1994	80	18 (14)
1995	79	10 (8)
Total	467	21 (102)

- Revue systématique de la littérature de 2014, *Oral health of elite athletes and association with performance : a systematic review,* Ashley et al.: (16)

Ashley et al., ont balayé des articles datant de 1950 à 2013 évoquant l'épidémiologie des maladies bucco-dentaires et des traumatismes chez les athlètes élites ainsi que

l'impact de la santé bucco-dentaire sur la performance sportive. Sur toutes les études potentiellement pertinentes, seules 34 ont été retenues. 16 d'entre elles ont examiné la santé bucco-dentaire des athlètes et ont signalé une forte prévalence de maladies bucco-dentaires : 15 à 75% de caries dentaires, 36 à 85% d'érosions dentaires, 15% de problèmes parodontaux modérés à sévères et 76% de gingivites. Cette revue systématique met en exergue une **mauvaise santé bucco-dentaire des athlètes.** Ce constat est d'autant plus frappant sachant qu'à l'inverse leur santé générale est excellente et que les pathologies dentaires mises en avant dans la revue sont évitables.

Les données des études examinant la santé bucco-dentaire et les performances suggèrent qu'une mauvaise santé bucco-dentaire a un **effet négatif sur l'entraînement et les performances autodéclarés des athlètes**. 4 études ont révélé qu'entre 5 et 18% des athlètes ont rapporté un impact négatif de la santé bucco-dentaire sur la performance.

Ces résultats doivent toutefois être interprétés avec prudence en raison du petit nombre d'études inclues, d'un faible niveau de qualité méthodologique de nombreuses études ainsi qu'un manque de données concernant des groupes de comparaison au sein des études.

- Etude de 2015, *Effect of endurance training on dental erosion, caries, and saliva : endurance sports and oral health,* Frese et al. : (17)

L'étude de Frese et al. a porté sur 35 triathlètes et 35 témoins non sportifs et avait pour objectif de donner une idée de l'impact de l'entraînement d'endurance sur la santé bucco-dentaire.

Un examen bucco-dentaire avec une attention particulière portée sur la carie et l'érosion dentaire, un test salivaire et un questionnaire sur les habitudes d'alimentation, d'hygiène dentaire et d'entraînement ont été réalisés dans le cadre de cette étude clinique.

L'évaluation salivaire pendant l'exercice, lors d'un test d'effort a révélé que les athlètes ont un risque accru d'érosion dentaire. Cependant, au repos, en ce qui concerne la prévalence des caries et les paramètres salivaires mesurés, aucune différence n'a été observée entre le groupe d'athlètes et le groupe témoin. Chez les athlètes, après un test d'effort spécifique atteignant un niveau d'intensité maximale, on observe une diminution du débit salivaire associé à une augmentation du pH. La salive change de

composition et devient souvent plus concentrée en ions bicarbonates (alcalins). Parmi les athlètes, une corrélation notable a été révélée entre la prévalence des caries et le temps d'entraînement hebdomadaire cumulé.

Le **risque accru d'érosion dentaire**, la **carie liée à l'activité physique** et les **variations des paramètres salivaires** en fonction de l'intensité de l'effort soulignent l'importance de stratégies préventives personnalisées en odontologie du sport.

- Etude de 2015, Poor oral health including active caries in 187 UK professional male football players: clinical dental examination performed by dentists, Needleman I, Ashley P, Meehan L, et al. : (18)

L'objectif de cette étude était d'évaluer la santé bucco-dentaire dans un échantillon de 187 footballeurs professionnels au Royaume-Uni et d'examiner les éventuels déterminants de la santé bucco-dentaire dans ce groupe, ainsi que les impacts auto-déclarés sur le bien-être, la qualité de vie et la performance. 8 équipes différentes ont été incluses. Un examen clinique dentaire ainsi qu'un questionnaire ont été réalisés afin de mener cette étude.

L'âge moyen des athlètes était de 24 ans et près de ¾ des joueurs ont déclaré avoir effectué un contrôle bucco-dentaire au cours des 12 derniers mois et aucun joueur n'a jamais été chez le dentiste. 63,7% des athlètes rapportaient consommer des boissons de l'effort au moins 3 fois par semaine.

Les résultats de l'étude ont mis en avant une **mauvaise santé bucco-dentaire** pour ces athlètes de haut niveau. En effet, 37% des joueurs présentaient des caries actives, 53% une érosion dentaire, plus de 8 joueurs sur 10 avaient une gingivite et 5% une maladie parodontale irréversible modérée à sévère. 84% des athlètes avaient au minimum une dent cariée ou bien restaurée. (DFT = 4,6).

Cette étude a également révélé que les caries dentaires ou les restaurations augmentaient avec l'âge des athlètes, entre la tranche d'âge des 16-24 ans et 25-34 ans.

Cette mauvaise santé bucco-dentaire est associée à des **impacts négatifs sur le quotidien et les performances des joueurs**. En effet, 10,2% d'entre eux ont rapporté des douleurs dentaires. De plus, plus de 45% des footballeurs se sont dits gênés par leur santé bucco-dentaire, 20% ont signalé un impact sur leur qualité de vie et 7% ont noté un effet négatif sur leur entraînement ou leurs performances.

Enfin, les caries dentinaires étaient statistiquement très fortement associées aux impacts négatifs rapportés par les athlètes. La santé bucco-dentaire des footballeurs professionnels est insuffisante, avec des répercussions auto-déclarées sur leur bien-être et les performances. Bien que des visites de contrôle dentaire aient lieu, l'état bucco-dentaire se dégrade avec l'âge.

De plus, il est intéressant de noter que la prévalence des caries dentaires variait considérablement dans les 8 clubs analysés, ce qui laisse supposer des différences en terme de prévention et de prise en charge bucco-dentaire entre les différentes structures.

Il est urgent de mettre en œuvre des stratégies efficaces pour promouvoir la santé bucco-dentaire dans le football professionnel.

- Etude de 2018, *The relation between performance and oral health in male athletes,* Hakan Yapıcı, Oğuz Eroğlu, Sinan Ayan, Serdar Bağlar, Uğur Altay Memiş, Ali Ahmet Doğan : (19)

L'objectif de cette étude menée par Yapici et al. était d'investiguer la relation entre la santé bucco-dentaire et la performance sportive.

Les données démographiques (âge, âge sportif, taille, poids, fréquence cardiaque, mesures de la graisse), la santé bucco-dentaire, le nombre de dents cariées, manquantes et obturées (DMFT index), les habitudes de brossage de dents ainsi que les résultats des tests de vitesse et d'agilité ont été enregistrés pour tous les sujets. Afin de prévenir la fatigue, les athlètes ont dû éviter tout exercice intense pendant les 24h précédant les tests physiques. Des tests de sprint court de 10, 20 et 30 mètres pour évaluer la vitesse, ainsi que le test T-Drill, le test Zig-Zag, le test 505 et le test de Changement de Direction Latéral (LCD) pour évaluer l'agilité, ont été utilisés. Tous les tests ont été réalisés trois fois, et les meilleurs résultats ont été enregistrés.

L'étude a été réalisée auprès de 96 athlètes masculins turcs âgés en moyenne de 20,4 ans, activement engagés dans le sport depuis environ 6,6 ± 2,6 ans et s'entrainant 3-4 fois par semaine pour un total de 6-8 heures d'entrainement. 26,1% ont rapporté avoir un suivi dentaire régulier, seulement 29,2% se brossent les dents deux fois ou plus par jour et 66,8% ont mentionnés des saignements gingivaux.

Lors de l'examen clinique, le DMFT moyen était de 3,9 ± 3,7 et le facteur affectant le plus cet indice était le nombre de dents cariées. 42,7% d'athlètes avaient un DMFT ≥ 4 et 70,8% avaient une ou plusieurs caries.

Lors des tests physiques, il a été révélé que le groupe avec un DMFT < 4 avait de meilleurs résultats que le groupe avec un DMFT ≥ 4.

La santé bucco-dentaire, la santé générale et la nutrition jouent un rôle important dans la performance sportive, comme l'ont également rapporté des études précédentes. Une altération de la santé bucco-dentaire a un effet négatif sur les performances sportives. Les résultats de cette étude révèlent bien que **lorsque le DMFT augmente, la performance sportive diminue** avec une augmentation du temps d'exécution des tests d'agilité et de vitesse.

Il a été mis en évidence que les athlètes turcs n'accordent pas assez d'importance à leur santé bucco-dentaire. Cependant, il y a quelques limites à cette étude. Premièrement, bien que les athlètes aient été invités à se reposer avant la réalisation des tests, il est possible que certains n'aient pas respecté cette consigne. Deuxièmement, seuls des athlètes masculins ont été inclus dans l'étude, ce qui ne permet pas de généraliser les résultats à l'ensemble des athlètes.

Tableau 2. Analyse des résultats des tests de performance en relation avec l'indice DMFT

n = 96		DMFT	min - max	mean ± SD	p^* value
Agility	T-Drill test (sec)	≥ 4	9.14 - 13.78	11.33 ± 1.06	< 0.05
		< 4	9.06 - 13.50	10.64 ± 0.91	
	Zig-Zag test (sec)	≥ 4	5.64 - 7.34	6.47 ± 0.40	< 0.05
		< 4	5.08 - 6.86	6.03 ± 0.39	
	505 test (sec)	≥ 4	2.27 - 4.44	3.02 ± 0.47	< 0.05
		< 4	2.31 - 3.53	2.77 ± 0.36	
	LCD test(sec)	≥ 4	4.70 - 7.44	6.12 ± 0.61	< 0.05
		< 4	4.22 - 7.12	5.64 ± 0.73	
Speed	10 m sprint best (sec)	≥ 4	1.59 - 2.75	1.99 ± 0.29	< 0.05
		< 4	1.56 - 2.38	1.85 ± 0.18	
	20 m sprint best (sec)	≥ 4	2.34 - 3.10	2.63 ± 0.21	< 0.05
		< 4	1.75 - 2.81	2.47 ± 0.21	
	30 m sprint best (sec)	≥ 4	3.24 - 5.56	4.25 ± 0.60	< 0.05
		< 4	3.16 - 4.78	3.89 0.50	

DMFT = Decayed missing filled teeth, SD = standard deviation, min = minimum, max = maximum, *The independent samples t-test

- Etude de 2018, *Oral health among Dutch elite athletes prior to Rio 2016*, Kragt, L., Moen, M. H., Van Den Hoogenband C. R., et Wolvius E.B. : (20)

Cette étude transversale a été menée aux Pays Bas dans 5 centres de soins dentaires de 5 villes différentes. 800 athlètes néerlandais pré qualifiés pour les Jeux Olympiques de Rio 2016 ont été invités à un dépistage dentaire gratuit et volontaire comprenant un examen dentaire spécifique ainsi qu'un questionnaire à compléter. Seulement 116 athlètes ont participé à l'étude et parmi eux, 5 ont seulement répondu au questionnaire,

sans participer à l'examen oral, et 1 s'est présenté uniquement à l'examen oral sans répondre au questionnaire. Cela est donc un petit échantillon constituant peut-être les athlètes les plus soucieux de leur santé bucco-dentaire et est révélateur d'une importance mineure accordée aux soins dentaires et à la santé bucco-dentaire chez les athlètes d'élite.

Lors de l'examen dentaire les caries, les dents manquantes et obturées (DMFT), le niveau d'usure érosive (BEWE) ainsi que la santé parodontale (DPSI) ont été évalués. Les données du questionnaire comprenaient des informations démographiques (âge, sexe, éducation, origine…), des questions sur les performances sportives et le volume d'entraînement, le comportement en matière de santé bucco-dentaire, des informations nutritionnelles et les impacts de la santé bucco-dentaire sur le bien-être, l'entraînement et les performances.

Les résultats ont révélé une **dentition assez affectée** chez les athlètes avec 43% qui présentent des problèmes bucco-dentaires nécessitant des soins dentaires. Parmi eux 19,8% ont reçu un diagnostic de carie dentaire, 21,6% ont reçu le conseil d'extraire une ou plusieurs dents de sagesse, 21,6% ont reçu un diagnostic de gingivite et 0,9% de parodontite, 1,8% ont eu besoin d'un traitement endodontique et pour 7,2% une érosion a été diagnostiquée.

Lors de cette étude, il a été révélé que le score sur la qualité de vie liée à la santé bucco-dentaire (OHRQOL) était plus faible et le DMFT plus élevé chez les athlètes s'entrainant plus de 20h par semaine en comparaison à ceux s'entrainant moins.

27,3% des athlètes ont déclaré que leur **santé bucco-dentaire avait eu un impact sur leur qualité de vie** mais seuls 3% ont manqué un entraînement ou une compétition en raison d'un problème dentaire. 28,2% des athlètes ont déclaré n'avoir jamais eu de problèmes bucco-dentaires alors que 90% disent ne jamais avoir été affecté lors de l'entraînement.

Les résultats de cette étude ne sont pas généralisables à tous les athlètes d'élite néerlandais, car l'échantillon étudié semble accorder une attention particulière à sa santé bucco-dentaire. Malgré cela, 43% des athlètes de ce groupe présentent des problèmes nécessitant des soins dentaires.

Etant donné que les athlètes visent des performances optimales aux Jeux Olympiques, on pourrait s'attendre à une meilleure sensibilisation et à un suivi accru des soins bucco-dentaires préventifs.

- Etude de 2022, *Sports and Energy Drink Consumption, Oral Health Problems and Performance Impact among Elite Athletes*, Kamran Khan et al. : (21)

Cette étude transversale a été menée auprès d'athlètes élites pakistanais. Des athlètes adolescents ou adultes qui pratiquaient un sport au niveau universitaire, national ou international s'entrainant au moins 10 heures par semaine étaient éligibles pour participer à l'étude.

Les athlètes ont dû prendre rendez-vous dans une clinique dentaire désignée pour un examen de santé bucco-dentaire. Ils ont également dû compléter un questionnaire recueillant les données sociodémographiques, les habitudes de consommation des boissons énergisantes, les comportements en terme de santé bucco-dentaire, et l'impact psychosocial et sur la performance de la santé bucco-dentaire.

Lors de l'examen dentaire, les dents cariées, manquantes ou obturées (indice DMFT), la santé parodontale (par le BPE : basing periodontal examination) et le niveau d'usure érosive (BEWE) ont été évalués.

Sur les 125 athlètes éligibles invités à participer à l'étude, 104 y ont pris part.

Les participants étaient majoritairement des hommes (80,8%) âgés en moyenne de 18,5 ans. Ils représentaient neuf catégories sportives avec le tennis de table et l'athlétisme comme disciplines les plus courantes. Environ les 2/3 des athlètes pratiquaient leur sport à niveau national ou international et s'entrainaient environ 26 ± 10,4 heures par semaine.

En ce qui concerne les habitudes d'hygiène bucco-dentaire 98,1% attestent se brosser régulièrement les dents mais notons que 49% disent se les brosser qu'une seule fois par jour, et c'est davantage le brossage du matin qui est réalisé. Seulement 5,8% des athlètes consultent régulièrement (tous les 6-8 mois) leur dentiste. 39,4% consultent uniquement en cas de douleurs dentaires et 37,5% n'ont jamais été chez le dentiste.

66,7% des athlètes consomment au moins une fois par semaine une boisson, barre ou gel énergisants avant, pendant ou après l'entraînement.

28,8% des athlètes ont évalué leur état de santé bucco-dentaire comme moyen/très mauvais. La majorité des participants (79,8%) ont rapporté avoir rencontré au moins un problème dentaire au cours de l'année précédente, le plus fréquent étant la douleur dentaire (31,7%) et la sensibilité au chaud/froid (26%).

Concernant l'impact de la santé bucco-dentaire sur le quotidien et les activités/performances sportives, 64,4% des athlètes rapportent éprouver des

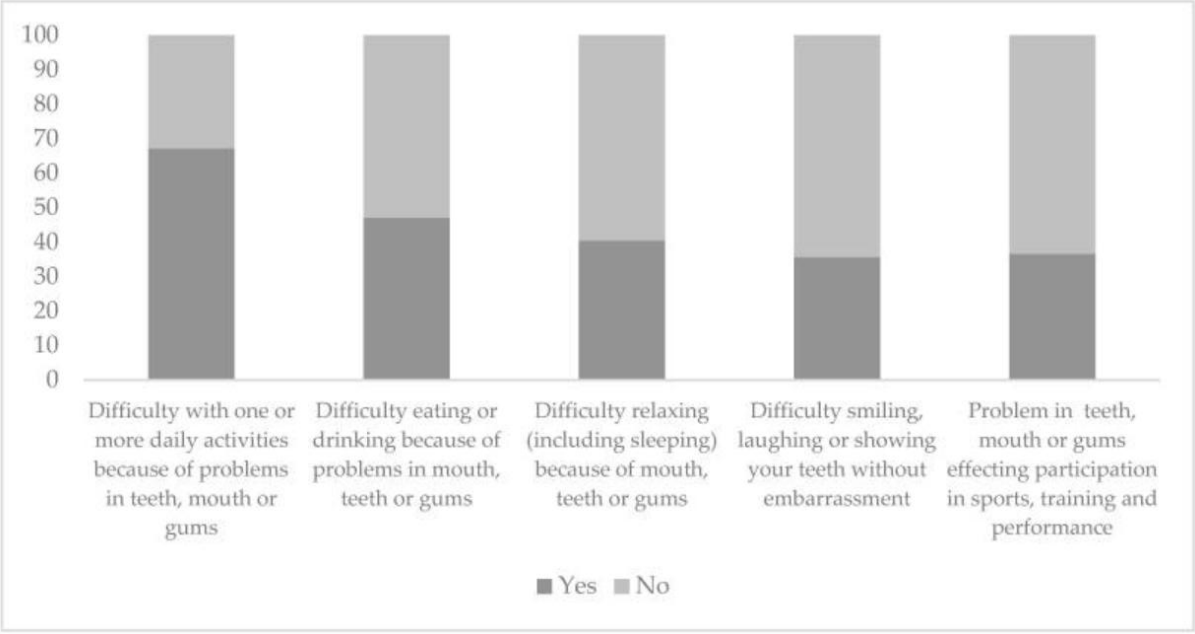
difficultés dans au moins une activité quotidienne en raison de problèmes liés à leur bouche, leurs dents ou leurs gencives.

En raison de problèmes de santé bucco-dentaire, 47,1% des athlètes ont signalé avoir des difficultés à manger ou boire, 40,4% ont des difficultés à se détendre, 35,5% sont impactés dans leur pratique sportive et 36,5% sont gênés à sourire, rigoler ou montrer leur dent.

Lors de l'examen clinique, 63,5% des athlètes avaient au moins une carie. Le score DMFT moyen était de 2,7 ± 3,3. Il était plus élevé chez les hommes que chez les femmes.

Seulement 26,9% des athlètes avaient une excellente santé parodontale (BPE score = 0), alors que quasiment la moitié (46,1%) présentaient une gingivite (BPE score = 1-2). Cela indique que plus d'1/4 des athlètes avaient déjà une pathologie parodontale irréversible (BPE score = 3-4). Le BPE étant moins favorable chez les athlètes consommant des produits énergisants. En ce qui concerne l'érosion dentaire, 21,5% des athlètes étaient concernés.

Tableau 3. L'impact de la santé bucco-dentaire sur les activités quotidiennes ainsi que les entraînements sportifs et les performances des athlètes



Ainsi, cette étude révèle que les caries dentaires étaient le problème bucco-dentaire le plus courant touchant les athlètes d'élite étudiés. Il est notable que des études précédentes menées auprès d'athlètes de différentes catégories sportives ont rapporté

une prévalence de caries dentaires plus faible. La prévalence plus élevée de caries dans ce groupe de participants pourrait s'expliquer par des différences géographiques, car les études existantes ont majoritairement été menées dans des pays développés, ce qui peut influencer l'accès aux soins dentaires et la fluoration de l'eau.

- Etude de 2023, Study on the Influence of Regular Physical Activity on Children's Oral Health, Paul Șerban Popa et al. : (22)

Cette étude avait pour objectif de déterminer si des différences de santé bucco-dentaire existaient entre les jeunes athlètes et les enfants qui ne pratiquent pas de sports en compétition. Il est affirmé dans l'article que jusqu'à présent des études s'étaient penchées sur la question, mais l'approche n'était pas uniforme et elles étaient davantage axées sur les changements salivaires pendant l'effort physique que sur l'évaluation de l'hygiène buccale ou de la santé dentaire et parodontale. La dentisterie du sport a entrepris des démarches pour analyser l'impact des activités sportives en compétition sur la santé bucco-dentaire, mais elle se concentre presque exclusivement sur les adultes : comme l'évoquent les articles (15–21) par exemple.

173 enfants roumains âgés de 6 à 17 ans ont été répartis dans des groupes en fonction de leur activité sportive, âge et sexe, et en appliquant ces critères, 15 groupes ont été obtenus. Les sports choisis ont été le football (58 footballeurs) et le hockey (55 hockeyeurs) en raison de la popularité de ceux-ci ainsi que certaines de leurs caractéristiques communes (durées des entraînements/matchs, type d'effort physique impliqué). Une durée minimale de 1 an depuis le début de l'activité sportive était requise.

Le groupe témoin était formé de 60 enfants remplissant les mêmes conditions d'éligibilité à l'exception de la pratique sportive.

En raison de la nature intrinsèquement subjective de la détermination des indices, seuls deux professionnels dûment formés ont effectué tous les examens cliniques. Les indices OHI-S (Oral Hygiene Index-Simplified) : évalue la présence ou l'absence de plaque/tartre, PMA gingival index : évalue le niveau d'inflammation de la gencive et DMF-T index : évalue le nombre de dents cariées, absentes ou traitées, ont été calculés.

Les trois indices présentaient des valeurs plus basses (meilleures) pour les membres des groupes de sportifs en comparaison au groupe témoin.

L’hygiène bucco-dentaire, analysée via l’indice OHI-S (score de 0 à 3), avait une valeur moyenne de 2,43 dans le groupe témoin contre 0,98 pour le hockey et 1,47 pour le football, indiquant une meilleure hygiène bucco-dentaire chez les sportifs.

La valeur moyenne du PMA (pourcentage : 30 % ou moins représente des lésions gingivales légères ; 31–60 % représente des lésions gingivales modérées ; 61 % et plus représente des lésions gingivales sévères), utilisée comme méthode d’évaluation de la santé parodontale, était de 43,26% pour le groupe témoin, de 29,68 pour les joueurs de hockey et de 37,63 pour les joueurs de football.

La santé dentaire, évaluée à travers le DMFT, a également montré de meilleures résultats pour les sportifs en comparaison au groupe témoin. Le groupe témoin avait un DMFT moyen de 3,4 avec le DMFT minimum à 0 et le maximum à 9. Les joueurs de hockey avaient un DMFT moyen de 1,33 avec un minimum à 0 et un maximum à 4 et les joueurs de football avaient un DMFT moyen de 2,11 avec un minimum à 0 et un maximum à 5.

En utilisant l'âge comme critère pour l'analyse statistique, pour chaque indice, les enfants pratiquant un sport de compétition âgés de 14 à 17 ans montraient une meilleure hygiène bucco-dentaire, une santé parodontale et une intégrité dentaire supérieures à celles des enfants âgés de 6 à 13 ans, avec un léger avantage pour les joueurs de hockey.

Une différence selon le sexe biologique a également été observée. Les athlètes masculins avaient de meilleurs indices que les athlètes féminines, quel que soit le sport pratiqué.

Cette étude semble révéler un **impact positif des sports en compétition sur l’hygiène bucco-dentaire**, la santé parodontale et l’intégrité dentaire des enfants, **contrairement aux études disponibles sur les athlètes adultes**.

Ces résultats doivent toutefois être interprétés avec prudence en raison d’un nombre relativement limité de participants, des critères de recrutement locaux et le choix des sports (sports d’équipe) qui peuvent constituer des sources potentielles de biais. Cependant, l'analyse exhaustive des facteurs impliqués dans la santé bucco-dentaire (hygiène, intégrité dentaire et inflammation parodontale), la répartition homogène de l'âge et du sexe biologique des enfants, et le choix de sports similaires peuvent être considérés comme des points forts de cette étude et devraient peser favorablement quant à la signification des résultats.

RÉSUMÉ :

Cette revue bibliographique des données existantes sur l'état de santé bucco-dentaire des sportifs révèle une problématique significative, malgré des pratiques sportives de haut niveau. Plusieurs études, menées sur différentes populations d'athlètes (cyclistes, footballeurs, triathlètes, etc.), montrent des taux élevés de caries, d'érosion dentaire, de gingivites et parfois de parodontites. **Il semble que la santé bucco-dentaire soit souvent mauvaise chez les athlètes en raison de facteurs tels que la fréquence de l'entraînement, une hygiène buccale incomplète, la consommation fréquente de boissons énergétiques sucrées, et un manque de suivi dentaire régulier**. (15–21)

L'impact de ces problèmes dentaires sur les performances sportives est clairement mis en évidence. Les athlètes rapportent que des douleurs dentaires ou des maladies bucco-dentaires affectent leur bien-être général et leur capacité à performer. (16,18,20,21) Des études ont également montré que la santé bucco-dentaire pouvait influencer des tests physiques, comme la vitesse ou l'agilité, avec de moins bons résultats chez les athlètes présentant un indice DMFT supérieur aux autres. (19) De plus, un lien significatif entre la fréquence de l'entraînement et les problèmes dentaires a été observé, suggérant un risque accru pour les athlètes s'entraînant intensivement sans une prévention adéquate. (20)

Ces résultats soulignent la **nécessité de promouvoir une meilleure prise en charge de la santé bucco-dentaire chez les athlètes de haut niveau**. Il apparaît crucial d'intégrer un suivi dentaire régulier et des stratégies préventives dans les programmes de santé des athlètes. Par ailleurs, des interventions éducatives sur l'importance de l'hygiène buccale et un accès amélioré aux soins dentaires pourraient contribuer à améliorer leur bien-être global et optimiser leurs performances sportives.

Il est intéressant de souligner qu'en fonction des différences géographiques, les résultats diffèrent avec des prévalences de problèmes bucco-dentaires plus élevées dans les pays non occidentaux *(Turquie* (19) *: 70,8% des athlètes ont au moins 1 carie et Pakistan* (21) *: 63,5% des athlètes ont au moins 1 carie)* par rapport aux études menées dans des pays occidentaux *(Royaume-Uni* (15,18) *: 37% des footballeurs britanniques ont au moins 1 carie et 21% des cyclistes et Pays Bas* (20) *: 43% des athlètes néerlandais ont au moins 1 carie)*. Cela peut certainement s'expliquer par les différences de prévention et d'accès aux soins en terme de santé bucco-dentaire.

Notons également qu'une étude (22) a été récemment menée chez des enfants afin d'évaluer la santé bucco-dentaire des enfants sportifs en comparaison à des enfants non sportifs. Le résultat a été surprenant par rapport aux études menées jusqu'à présent chez les adultes, et indique une **meilleure santé bucco-dentaire chez les enfants pratiquant un sport en compétition par rapport au groupe témoin**. Les raisons de cette différence ne sont pas véritablement établies et nécessitent d'autres recherches supplémentaires, mais nous pouvons suggérer que les enfants pratiquant un sport en compétition adoptent une meilleure alimentation et des meilleures habitudes d'hygiène bucco-dentaire par rapport aux enfants plus sédentaires. Les parents peuvent encourager cela, mais également les clubs sportifs.

Par ailleurs, des rapports spécifiques aux Jeux Olympiques ont été rédigés afin d'étudier la fréquentation des services dentaires sur les villages olympiques et la mettre en lien avec la santé bucco-dentaire chez les athlètes olympiques et la répercussion de celle-ci sur leurs performances. Des articles concernant les Jeux d'Athènes en 2004 (23), les Jeux de Pékin en 2008 (24) et les Jeux de Londres en 2012 (25) par exemple, ont été rédigés dans l'idée d'aider le Comité International Olympique et le comité d'organisation du pays hôte à estimer les besoins en soins dentaires et garantir au fur et à mesure du temps une prise en charge de meilleure qualité. **Là encore, les articles soulèvent une problématique quant aux pathologies bucco-dentaires des athlètes de niveau olympique**.

En 2005, Piccininni et Fasel ont rédigé un rapport spécifique aux services dentaires des Jeux Olympiques de 1968 (JO de Mexico) à 2004 (JO d'Athène). (26)

Les services dentaires lors des Jeux Olympiques visent principalement à traiter les urgences, mais les demandes de soins électifs augmentent.

Il a été révélé dans ce rapport que **la santé dentaire des athlètes est souvent inférieure à celle du grand public**, avec des cas fréquents de caries, de maladies parodontales et de traumatismes orofaciaux. L'utilisation du service dentaire par les athlètes au cours des 30 dernières années est en augmentation. Cela peut s'expliquer par l'augmentation générale du nombre d'athlètes participant aux Jeux et du nombre de disciplines incluses.

Tableau 4. Résumé des statistiques sur les traitements dentaires lors des Jeux Olympiques

Table 1

Summary of Recent Olympic Games Dental Treatment Statistics		Los Angeles	Calgary	Seoul	Albertville	Barcelona	Lillehammer	Atlanta	Nagano	Salt Lake City	Athens
		84	88	88	92	92	94	96	98	02	04
	Total number of athletes	6829	1423	8391	1807	9356	1737	10318	2176		
Visits	Athletes	359	36	280	36	356	112	578	134		278
	Others	185	6	548	20	327	413	388	126		287
	Total	544	42	828	56	683	525	906	260	311	565
Procedures	Restorations	174	10		42	222	353	473	164	224	356
	Endodontic	63	13		15	81	80	72	35	48	144
	Periodontal	74	3		2	11	29	44	18	56	167
	Prosthetic	50	3		5	35	16	16	15	0	22
	Extractions	49	4		5	60	57	88	7	11	49
	Mouthguards	25	0		0	1	0	6	0	11	56

Source : Piccininni PM, Fasel R, Sports Dentistry and the Olympic Games

Le Tableau 4 résume les statistiques des traitements dentaires réalisés lors des Jeux Olympiques et illustre l'évolution des besoins.

Les soins conservateurs, qui remplacent les extractions, sont de plus en plus privilégiés (Tableau 5). On constate également une tendance accrue à réaliser des restaurations permanentes plutôt que temporaires. Cette évolution peut être attribuée à l'évolution des services dentaires olympiques.

Tableau 5. Extractions VS Traitements endodontiques aux divers Jeux Olympiques

Event	Extractions	Endodontics
Mexico City (68)	370	43
Los Angeles (84)	49	63
Barcelona (92)	60	81
Lillehammer (94)	57	80
Atlanta (96)	88	72
Nagano (98)	7	35
Salt Lake City (02)	11	48
Athens (04)	49	144

Source : Paul M. Piccininni, Sports Dentistry and the Olympic Games, juin 2005

Il a également été révélé que lorsqu'ils sont proposés, les détartrages et la fabrication de protège-dents personnalisés sont prisés par les athlètes. (26) Cela évoque un **manque de suivi régulier chez le dentiste par les athlètes en amont des Jeux**.

Depuis, les services dentaires des villages olympiques ont évolué pour gagner en efficacité, grâce à un renforcement des effectifs et à l'utilisation d'équipements plus avancés. Des dentistes généralistes hautement qualifiés (25), mais également des spécialistes travaillent ensemble afin de pouvoir proposer un maximum de soins de qualité (24).

Cependant, le rapport des Jeux de Londres de 2012 révèle encore une prévalence importante de problèmes de santé bucco-dentaire. Près de la moitié des athlètes n'avaient pas consulté de dentiste dans l'année précédente, 55,1% avaient des caries dentaires et 75% des athlètes avaient une inflammation des gencives. De plus, un questionnaire a permis de révéler **l'impact négatif de la santé bucco-dentaire sur le bien-être et l'activité sportive des athlètes** avec plus de 40% des athlètes qui étaient gênés par leur santé bucco-dentaire et 18% qui ont signalé un impact sur leur préparation et leur performance. (25) Nous pouvons envisager qu'il s'agisse d'un manque de prévention bucco-dentaire.

Ces données issues des Jeux passés montrent l'importance d'une meilleure prévention et organisation, ce qui a été pris en compte pour les Jeux de Paris 2024. (27)

☞ **Aux Jeux de Paris 2024, la santé bucco-dentaire des athlètes a été mise en avant** avec notamment des initiatives préventives mises en place par le Comité International Olympique.

Le CIO a recommandé la réalisation d'un bilan complet bucco-dentaire avant les Jeux et la confection d'un protège-dents pour les sports de combat et à fort impact. Il a également été demandé aux athlètes de se munir de leur dossier dentaire à jour au cas où des soins seraient nécessaires sur place afin de faciliter la prise en charge.

Pendant les Jeux, le service dentaire était équipé de matériel performant, de dentistes qualifiés et était ouvert tous les jours de 8h à 20h pour les rendez-vous généraux et 24h/24 et 7j/7 pour les services d'urgence. Des rendez-vous pouvaient être pris à l'avance. (27)

IV. Revue bibliographique des données existantes en terme d'information des sportifs sur l'importance de leur santé bucco-dentaire

- Essai clinique contrôlé et randomisé de quatre ans 2013-2017, *Clinical management and prevention of dental caries in athletes,* C. Frese et al. : (28)

Cet essai clinique contrôlé et randomisé sur quatre ans visait à évaluer l'impact des produits contenant du fluorure d'étain sur la prévention des caries chez les athlètes, ainsi que l'effet des suivis dentaires réguliers.

Dans la prévention des caries dentaires, l'application topique de composés fluorés est considérée comme l'agent préventif le plus important. En effet, les ions fluorures protègent l'émail dentaire en limitant la déminéralisation et en formant un dépôt de fluorure de calcium (lorsque les fluorures sont en contact avec la salive contenant du calcium) qui réduit la micro-dureté de l'émail, freinant ainsi le processus carieux. Pour prévenir l'usure érosive due aux aliments ou boissons acides, l'association d'étain et de fluorure est particulièrement efficace. Le fluorure d'étain crée une couche protectrice résistante aux acides, renforçant ainsi la défense de l'émail.

54 athlètes, dont 41 hommes et 13 femmes âgés en moyenne de 36 ans, ont été recrutés en 2013 et deux examens dentaires de suivi ont été effectués en avril et octobre des années 2014 à 2017 incluant un nettoyage professionnel et des consignes d'hygiène bucco-dentaire.

Le triathlon était la discipline la plus pratiquée et les athlètes s'entrainaient en moyenne 9h par semaine.

Un groupe test (n=27) et un groupe témoin (n=27) ont été formés. Le groupe test utilisait des produits au fluorure d'étain et le groupe contrôle des produits fluorés classiques.

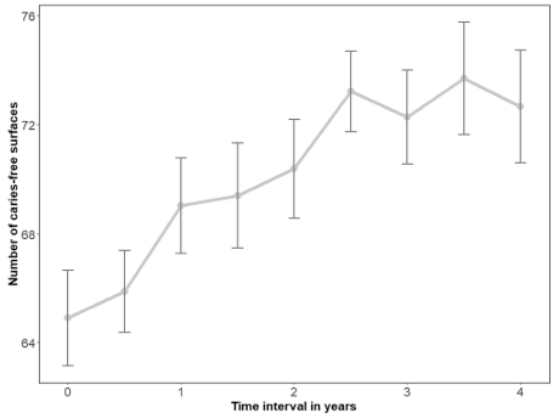
Au début de l'étude, la prévalence des surfaces cariées (selon le système ICDAS, qui classe les caries de 1 à 6 selon la profondeur) et des surfaces sans carie, était quasiment similaire pour le groupe test et le groupe témoin avec respectivement une moyenne de 17,04 surfaces cariées et 64,9 surfaces non cariées. La majorité des caries étaient superficielles (ICDAS 1+2).

ICDAS 1+2 : caries superficielles / ICDAS 3+4 : caries moyennes / ICDAS 5+6 : caries profondes

Cette étude révèle qu'au cours de la période d'observation, les surfaces exemptes de caries ont augmenté et les surfaces présentant des caries ont diminué (Figures 6 et 7).

La figure 6 montre qu'au cours de la période d'observation, une augmentation des surfaces sans carie a été observée jusqu'au rappel après 2,5 ans, montrant 73,22 +/- 4,43 surfaces sans carie. Après 2,5 ans, le nombre de surfaces sans carie est resté constant et la moyenne des surfaces sans carie enregistrées lors du rappel après quatre ans était de 72,66 +/- 6,03.

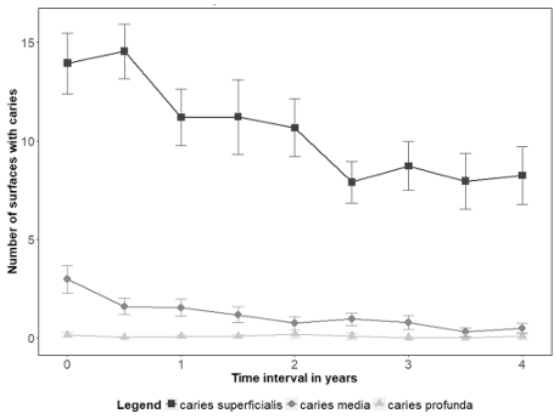
Figure 6. Développement des surfaces sans caries sur la période d'observation de 4 ans



L'augmentation remarquable des surfaces exemptes de caries doit être interprétée dans le contexte des traitements restaurateurs réalisés. Le score de la surface dentaire passe d'une surface non restaurée et cariée (ICDAS 3 à 6) à une surface restaurée et sans carie (ICDAS 0). La reminéralisation de l'émail permet d'inverser les lésions carieuses superficielles (ICDAS 1 à 2), rendant ainsi inutile tout traitement restaurateur pour ces lésions initiales.

La figure 7 révèle qu'au cours de la période d'observation, une diminution des surfaces cariées superficielles a été observée jusqu'au rappel à 2,5 ans affichant en moyenne 7,89 +/- 3,18 surfaces cariées superficielles. Après 2,5 ans, le nombre de surfaces cariées superficielles est resté constant. Au rappel à quatre ans, le nombre de surfaces cariées superficielles affichait une moyenne de 8,23 +/- 4,24. Au départ, les surfaces cariées superficielles des participants affichaient une moyenne de 13,94 +/- 5,70. Cette observation est également valable pour les caries moyennes et profondes.

Figure 7. Développement des surfaces présentant des caries superficielles / moyennes / profondes sur la période d'observation de 4 ans



Dans cette étude il a été démontré que le moment de l'examen avait une influence significative sur l'augmentation des surfaces d'émail saines et sur la diminution des surfaces avec des lésions carieuses. Le risque de développer une nouvelle surface avec carie moyenne était 25 fois plus faible après quatre ans. Cependant, l'utilisation des produits contenant du fluorure d'étain n'a pas montré d'effet statistiquement significatif sur le développement des surfaces sans caries.

En conclusion, bien que l'application de produits au fluorure d'étain n'ait pas montré d'effet statistiquement significatif sur la prévention des caries, **des suivis réguliers ont amélioré la santé bucco-dentaire des athlètes, réduisant considérablement le risque de développement de caries.**

Des contrôles réguliers (tous les 6 mois), un nettoyage professionnel des dents ainsi que des instructions d'hygiène bucco-dentaire avec la recommandation d'utilisation de produits d'hygiène bucco-dentaire contenant du fluor, sont les éléments clés d'une bonne santé bucco-dentaire.

Toutefois, cette étude représente certaines limites : un taux d'abandon élevé (35%) au cours des 4 années de suivi et l'absence de données radiographiques systématiques concernant les surfaces proximales des dents. Pour surmonter ces insuffisances, des recherches cliniques complémentaires, ainsi que l'inclusion de cohortes plus larges, seraient souhaitables afin de renforcer les conclusions de cette étude.

- Etude de 2020, *Implementation of a behavioural change intervention to enhance oral health behaviours in elite athletes: a feasibility study*, Julie Gallagher, Paul Ashley, Ian Needleman : (29)

Cette étude visait à concevoir, mettre en place et analyser les effets d'une intervention destinée à promouvoir la santé bucco-dentaire chez des athlètes d'élite, en évaluant les évolutions dans leurs connaissances, comportements et impacts rapportés sur leurs performances.

62 athlètes ont participé à l'étude dont 30 étaient des athlètes professionnels et 32 faisaient partie d'équipes d'entrainement olympiques. 55 d'entre eux ont terminé l'étude.

Les données ont été recueillies à 4 moments précis :

- visite de pré-étude : obtenir le **consentement** éclairé des participants, recueillir les **données du questionnaire de base** (données démographiques, connaissances en terme de santé bucco-dentaire, habitudes d'hygiène bucco-dentaire, impacts de la santé bucco-dentaire sur les performances sportives).
- visite 1 d'étude initiale : réaliser un **dépistage** de la santé bucco-dentaire, donner des **conseils personnalisés** et un **kit de santé buccodentaire** *contenant une brosse à dents manuelle, une brosse à dents électrique, un dentifrice fluoré 2800ppm (Colgate Duraphat) et des brossettes interdentaires*, et avoir une évaluation par les athlètes de la présentation (10min) et des trois courts métrages (90sec) de prévention.
- visite 2 de suivi à 4-8 semaines et visite 3 de suivi à 12-18 semaines : recueillir les **données du questionnaire de suivi**, **évaluer cliniquement** la santé gingivale et avoir une **évaluation du kit de santé bucco-dentaire par les athlètes**.

C'est le même dentiste qui a administré les questionnaires, réalisé l'intervention de prévention et effectué les mesures cliniques lors de chaque visite d'étude.

Afin d'évaluer l'impact de l'intervention, les résultats des différentes visites ont été comparés et synthétisés dans le tableau 6.

Tableau 6. Résultats aux visites 1, 2 et 3

Primary outcomes	Baseline	V2	V3	P value
Knowledge score median (IQR) range	6 (5–7) 2–8	7 (5–8) 2–8	8 (6–8) 3–8	<0.001
Use PFT ≥1 x day n (%)	8 (12.9)	47 (79.7)	45 (80.4)	<0.001
Clean ID ≥3 x week n (%)	10 (16.2)	30 (75.0)	21 (34.0)	=0.013
OSTRC score median (IQR) range	0 (0–8) 0–82	0 (0) 0–69	0 (0) 0–82	<0.001
Bleeding score median (IQR) range	10 (5–15) 1–36	7.5 (4–14) 0–51	10.5 (6.63–16) 0–35	=0.952

ID, interdentally; OSTRC, Oslo Sports Trauma Research Centre (mesurer l'impact sur les performances sportives); PFT, prescription fluoride toothpaste

Ces résultats montrent une **amélioration statistiquement significative** sur :

- les **connaissances** des athlètes : passant d'un score de 6/10 au départ à 8/10 à la visite 3,
- l'utilisation de **dentifrice fluoré** : 8% des athlètes utilisaient un dentifrice fluoré au départ de l'étude, contre 45% lors de la visite 3,
- le **nettoyage interdentaire** : 10% des athlètes passaient les brossettes au départ, contre 21% à la visite 3,
- le **score moyen OSTRC,** qui mesure l'impact sur les performances sportives

En ce qui concerne le score de saignement des gencives, il n'y a pas eu de changement statistiquement significatif.

Les commentaires des athlètes, résumés dans le tableau 7, illustrent leur perception de l'intervention et de son impact sur leurs habitudes.

Tableau 7. Commentaires des athlètes suite à la présentation de la visite 1 et suite à la visite 3

Study visit 1	
Motivators	**% athletes motivated to adhere to recommended behaviour**
Impact on daily activities	79
Impact on performance in sport	88
Inflammation elsewhere in the body	93
Unattractive appearance	90
Acid erosion	90
Gum diseases	91
Tooth decay	91
Study visit 3	
Oral hygiene aids	**% athletes intending to use in the future**
Manual TB	47
Electric TB	65
PFT	80
Flosspicks	42

TB, Tooth Brush; PFT, prescription fluoride toothpaste

Lors de la visite 1, la présentation de la santé bucco-dentaire, les conseils personnalisés et la remise d'un kit ont motivé les athlètes à adopter de meilleures habitudes d'hygiène bucco-dentaire pour prévenir les effets négatifs d'une mauvaise santé bucco-dentaire.

Après la visite 3, la plupart des athlètes ont déclaré qu'ils avaient l'intention de continuer à utiliser le kit d'hygiène bucco-dentaire. 65% des athlètes continueront à utiliser la brosse à dent électrique dans le futur et 80% un dentifrice fluoré.

L'augmentation de l'utilisation du dentifrice fluoré et du nettoyage interdentaire montre que l'intervention a permis de surmonter certaines barrières comportementales souvent associées à un manque de sensibilisation ou d'outils appropriés.

En conclusion, nous pouvons dire que cette étude a démontré que **la promotion de la santé bucco-dentaire par des professionnels de santé, a un effet positif sur les connaissances et comportements des athlètes, avec des impacts réduits sur leurs performances sportives.**

Bien que l'absence de groupe témoin et l'auto-évaluation aient représenté des limites, ces résultats restent encourageants pour intégrer de telles approches dans un cadre sportif de haut niveau où ces interventions semblent être faisables et bien acceptées.

- Etude de 2020, publiée en 2022, *Evaluation de la santé bucco-dentaire et des comportements à risque des sportifs d'ultra endurance de l'UT4M 2020 : une étude épidémiologique transversale,* Suzanne Coudert et al. : (30)

Sachant que les sportifs d'ultra-endurance semblent cumuler différents facteurs de risque de développement de pathologies bucco-dentaires, l'objectif de cette étude était d'évaluer l'état de santé bucco-dentaire, les connaissances et les habitudes en termes d'hygiène bucco-dentaire des coureurs d'ultra-endurance.

Cette étude épidémiologique transversale a été réalisée auprès de personnes inscrites à la course de l'Ultra Trail des 4 Massifs (UT4M), édition 2020. C'est une course d'ultra-trail organisée tous les ans en juillet dans le massif alpin français, comportant 4 formats de courses, allant de 40 à 169 kilomètres. L'étude a été menée à partir des réponses à 2 questionnaires intégrant des questions sur les caractéristiques démographiques et sportives ainsi que des questions précises sur la santé générale et bucco-dentaire et les habitudes alimentaires.

Malgré l'annulation de l'édition 2020 en raison de l'épidémie de la COVID19, 263 sujets ont répondu aux 2 questionnaires et ont donc été inclus dans l'étude. 80% de la population étudiée était des hommes, âgés en moyenne de 42 ans et ayant majoritairement un volume horaire d'entrainement hebdomadaire de 3 à 7 heures. L'UT4M semble être une épreuve pratiquée par des coureurs essentiellement expérimentés et assidus.

Les résultats de cette étude montrent que les participants s'estiment en bonne voire très bonne santé dentaire (51% « Bon » et 33% « Très bon ») et 94% ont déclaré avoir moins de 4 dents manquantes non remplacées. Seulement 4% des participants ont déclaré avoir un « Mauvais » état de santé bucco-dentaire.

Concernant le suivi bucco-dentaire, les résultats sont assez encourageants. Même si 55% des participants n'ont pas consulté un chirurgien-dentiste depuis plus d'un an, 45% ont effectué une visite dans l'année. Il a été établi que les sportifs ayant consulté un dentiste il y a moins d'un an le font majoritairement à titre préventif, tandis que les

sujets qui ont eu leur consultation il y a plus d'un an consultent en majorité en cas de problème.
Pour ce qui est des habitudes d'hygiène bucco-dentaire, 81% des sujets déclaraient se brosser les dents au moins 2 fois par jour, ce qui révèle qu'un pourcentage non négligeable de participants (19%) se brosse les dents moins de 2 fois par jour. Le pourcentage de sujets brossant leurs dents moins de 2 fois par jour augmente avec la dégradation de l'état de santé bucco-dentaire autodéclaré.

Pendant une compétition d'ultra-endurance, les habitudes des coureurs sont très **cariogènes** du fait d'une consommation d'aliments très sucrés pendant un effort prolongé. Pourtant, seuls 14% des participants ont déclaré mettre en place une technique d'hygiène dentaire pendant les compétitions. Il a été établi que plus les coureurs participent à des courses, plus ils sont susceptibles d'avoir des stratégies d'hygiène bucco-dentaire pendant les compétitions.
En ce qui concerne les habitudes alimentaires, la majorité des sujets (80%) ont déclaré avoir une consommation d'aliments sucrés « Faible » ou « Moyenne ». La consommation journalière de boissons sucrés (repas compris) reste en grande majorité inférieure à 1 verre par jour. 81% des participants ont déclaré ne pas consommer de boissons sucrées en dehors des entrainements et les 19% qui ont déclaré en consommer, les consomment à la fois pendant les repas, entre les repas et pendant l'entrainement.
Ces résultats révèlent qu'en dehors des entrainements, les participants ont des apports sucrés modérés. Cependant, au cours de l'entrainement, 75% des sujets ont déclaré s'alimenter. Les apports énergétiques sont principalement sous forme de barres énergétiques, de gels/pâtes de fruits et de boissons énergétiques. Ces apports sont donc riches en sucres.

Cette étude met en lumière les **comportements à risque adoptés par les sportifs d'ultra-endurance**, notamment la consommation répétée d'aliments sucrés, la consommation d'aliments en dehors des repas, lors des entrainements, ou encore l'ingestion d'aliments à consistance rétentive. Ces habitudes sont des facteurs pouvant favoriser le développement de maladies bucco-dentaires. Cependant, l'étude a montré que **cette population adopte une hygiène orale plus rigoureuse et des comportements davantage orientés vers la prévention, comparés à ceux de la**

population générale. Dans cet échantillon, il est supposable que les **facteurs de risque carieux sont compensés par des pratiques et des connaissances en terme d'hygiène bucco-dentaire favorables**.
L'hypothèse selon laquelle les pratiquants appartiennent à des catégories socio-professionnelles aisées est à explorer, compte tenu des exigences financières et temporelles de la discipline. Or, il a déjà été prouvé que **plus le milieu est aisé, meilleure est la santé bucco-dentaire**. De plus, les sports d'ultra-endurance demandent une rigueur et une hygiène de vie exemplaire afin de toujours optimiser la performance, ce qui explique aussi l'assiduité des coureurs dans leur hygiène bucco-dentaire en comparaison à la population générale.
Même si une petite partie de l'échantillon étudié accumule des facteurs de risque, ce qui aboutit à un état de santé bucco-dentaire dégradé, la santé bucco-dentaire des coureurs d'ultra trail s'est révélée être meilleure que celle de la population adulte française moyenne.

Toutefois, cette étude présente certaines limites. En effet, les données concernant la santé bucco-dentaire des participants sont déclaratives et non évaluées par un professionnel de santé, et peuvent donc présenter des biais. De plus, il est probable que l'échantillon soit biaisé par une surreprésentation de participants plus sensibilisés à la santé bucco-dentaire en raison de la participation volontaire à cette étude.

- Etude de 2021, *Differences in oral health status in elite athletes according to sport modalities*, Alejandro de la Parte et al. : (31)
L'objectif de cette étude était d'évaluer l'état de santé bucco-dentaire et les habitudes d'hygiène bucco-dentaire d'athlètes d'élite en fonction du type de sport pratiqué, en évaluant différents sports individuels et d'équipe.
186 athlètes de la communauté d'Aragon en Espagne, âgés en moyenne de 25 ans, ont participé à l'étude. Ils s'entrainaient au minimum 5h par semaine et avaient un bon état de santé général.
L'examen dentaire a été effectué par un seul examinateur selon un même protocole.
L'étude a évalué la santé bucco-dentaire des athlètes à travers divers outils : indice DMFT, malocclusions, indice de Dean (fluorose), indice DDE (défauts de l'émail), érosion dentaire et indice CPI modifié (état parodontal). Des questions sur les habitudes telles que le bruxisme, la respiration orale, les traumatismes dentaires, les

antécédents d'extractions et les derniers contrôles dentaires réalisés, ont été posées. Un questionnaire OHIP-14sp a été utilisé pour évaluer l'impact des problèmes bucco-dentaires sur la qualité de vie des athlètes. Une attention particulière a été portée aux habitudes alimentaires via le DACR, un outil qui permet d'évaluer le risque de carie lié à la fréquence, la quantité et le mode de consommation des aliments sucrés. Enfin, les athlètes ont évalué leur satisfaction bucco-dentaire sur une échelle de 1 à 10.

Les résultats de cette étude révèlent que **les athlètes de sports individuels ont une moins bonne santé bucco-dentaire que les athlètes de sports d'équipe**.

En effet, le tableau 8 montre qu'il y a des différences statistiquement significatives ($p<0,005$) entre les 2 groupes par rapport aux nombres et à l'état des dents, les caries, l'indice DMFT, et l'indice de restaurations. Les athlètes des sports d'équipe présentent en moyenne 2 dents saines de plus que leurs homologues pratiquant des sports individuels (25,74 dents saines vs 23,85). Les athlètes de sports individuels montrent des taux plus élevés de caries (2,18) et un DMFT supérieur (8,12) par rapport aux athlètes de sports d'équipe avec une prévalence de 1,55 caries et un DMFT = 6,10. Les athlètes de sports d'équipe ont un IR (indice de restaurations) significativement supérieur aux athlètes de sports individuels avec respectivement une prévalence de 43,10 et 25,23.

Bien que les athlètes perçoivent leur santé bucco-dentaire comme ayant peu d'impact sur leur qualité de vie ou leurs performances, les données cliniques révèlent une réalité différente, mettant en lumière des problèmes qui pourraient être sous-estimés. Cette perception erronée peut conduire à négliger des soins préventifs essentiels, aggravant les problèmes à long terme.

Tableau 8. Nombre total de dents et de dents saines, l'état de santé bucco-dentaire à travers les indices DMFT, IR ou le questionnaire OHIP-14sp

	Individual Sports (*n* = 74)	Team Sports (*n* = 112)	*t*-Value	*p*-Value
Total teeth number (*n*)	28.55 ± 1.91	30.14 ± 1.93	−5.501	<0.001
Healthy teeth (*n*)	23.85 ± 3.47	25.74 ± 3.64	−3.525	0.001
Decayed teeth (*n*)	2.18 ± 2.02	1.55 ± 1.95	2.093	0.038
Missing teeth (*n*)	3.50 ± 1.87	1.83 ± 1.94	5.785	<0.001
Filled teeth (*n*)	2.17 ± 2.39	2.58 ± 2.84	−1.032	0.287
DMFT	8.12 ± 3.56	6.10 ± 3.63	5.413	<0.001
IR	25.23 ± 24.38	43.10 ± 35.57	−3.418	0.001
OHIP-14sp	7.41 ± 3.76	7.04 ± 4.57	1.045	0.262

DMFT : indice des dents cariées, manquantes obturées ; IR : indice de restaurations ; OHIP-14sp : impact de la santé bucco-dentaire sur la qualité de vie

Le tableau 9 révèle qu'il y a une différence statistiquement significative entre les 2 groupes au niveau de la plaque dentaire. 81,1% des athlètes de sports individuels ont de la plaque contre 67% chez les athlètes de sports d'équipe. Ce constat reflète un manque de sensibilisation à l'hygiène bucco-dentaire, entraînant ainsi un risque accru de maladies parodontales chez les athlètes de sports individuels.

Tableau 9. Poches parodontales, saignement des gencives, plaque, érosion dentaire et bruxisme

		Individual Sports (*n* = 74)	Team Sports (*n* = 112)	X^2	*p*-Value
Periodontal pockets (%)	No	60.8	63.4	0.251	0.841
	Yes	39.2	36.6		
Gingival bleeding (%)	No	13.5	20.5	1.267	0.303
	Yes	84.5	79.5		
Plaque (%)	No	18.9	33.0	4.516	0.048
	Yes	81.1	67.0		
Dental erosion (%)	No	31.0	44.6	3.437	0.089
	Yes	68.9	55.4		
Bruxism (%)	No	32.4	40.2	1.043	0.360
	Yes	67.6	59.8		
Enamel (%)	Intact	86.4	87.5	0.213	0.840
	Abnormal	13.6	12.5		

Dans la présente étude, le délai moyen depuis la dernière visite chez le dentiste était d'environ 19 mois, loin de ce qui est recommandé par les autorités sanitaires.

Les meilleurs résultats bucco-dentaires des athlètes de sports d'équipe pourraient s'expliquer par la présence de services médicaux dédiés, facilitant leur accès aux soins et favorisant une sensibilisation accrue à l'importance de l'hygiène bucco-dentaire. À l'inverse, les lacunes dans l'éducation à l'hygiène bucco-dentaire, combinées à des contraintes (horaires, peur, distance), affectent la santé buccale des sportifs individuels.

Cette étude met donc en évidence des **disparités importantes** entre les athlètes de sports individuels et ceux des sports d'équipe en matière de santé bucco-dentaire. Elle

souligne la **nécessité de développer des programmes de prévention spécifiques**, particulièrement pour les sportifs de sports individuels, afin de réduire les lacunes en matière d'hygiène et de sensibilisation.
Cette étude n'a cependant pas analysé l'apport nutritionnel, ni distingué les sexes, et ne comportait pas de groupe témoin. De futures recherches devraient inclure des échantillons plus larges, explorer l'impact de la santé bucco-dentaire sur la performance sportive et évaluer l'effet d'examens préventifs réguliers.

- Etude de 2023, *Knowledge and Self-Assessment of Dental Injuries and Oral Health among Croatian Professional Water Polo Players: A Cross-Sectional Study*, Antonija Tadin, Josip Buzov : (32)
Cette étude avait pour objectif d'évaluer les connaissances, les pratiques et l'état de santé bucco-dentaire, ainsi que l'incidence des blessures dentaires et l'utilisation de protège-dents chez des joueurs masculins de water-polo. 114 joueurs issus de 10 clubs de Croatie jouant dans la Première Ligue croate et des ligues régionales, âgés en moyenne de 25 ans, ont participé à l'étude.
Les résultats, basés sur des auto-évaluations et non sur des examens cliniques, révèlent des **connaissances insuffisantes** et des **habitudes sous-optimales en matière de santé bucco-dentaire**.
En effet, il y avait, par exemple, 66,7% des participants qui ne savaient pas que l'eau chlorée des piscines endommage les dents et provoque l'érosion, seulement 43% qui étaient conscients des risques d'érosion dentaire liés aux boissons sportives et énergisantes, et seulement 21,9% qui connaissaient les effets protecteurs des bains de bouche au fluor et l'importance de se rincer la bouche avec ce liquide après une exposition à la piscine.
Le water-polo est un sport de contact. Il est classé comme à risque modéré de blessures dentaires. Dans cette étude, 27,2% des répondants ont déclaré avoir subi des blessures dentaires et parmi eux, 70,9% ont confirmé que les incisives maxillaires étaient les dents les plus fréquemment touchées. Étonnamment, 80,6% ont immédiatement consulté un dentiste, ce qui indique tout de même une certaine sensibilisation aux traumatismes dentaires. 64,9% des athlètes ont jugé leurs connaissances des procédures de récupération après une blessure dentaire comme bonnes ou très bonnes, mais seulement 19,3% savaient qu'une dent permanente

expulsée de son alvéole pouvait être réimplantée et seulement 21,9% savaient que la dent expulsée ne devait pas être tenue par sa racine.
Dans cette étude, 93,9 % des participants connaissaient les protège-dents. Alors que 58,8 % affirmaient que les protège-dents étaient utiles pour la prévention des blessures au water-polo, seulement 7,0 % les portaient pendant l'entraînement ou les matchs. L'inconfort était la raison principale de la faible utilisation des protège-dents.
La majorité des participants n'ont signalé aucune pigmentation noire-brune (92,1%), aucun tartre sur les dents antérieures (71,9%), aucune érosion de l'émail (84,2%) et aucune inflammation des gencives (86%). 30,7% ont déclaré avoir des caries dentaires. Ces valeurs peuvent être biaisés par la difficulté d'un autodiagnostic.
En ce qui concerne l'hygiène bucco-dentaire, 97,2% des athlètes affirment se brosser quotidiennement les dents avec du dentifrice, bien que la fréquence journalière exacte ne soit pas précisée. 33,3% utilisaient du fil dentaire et 22,8% utilisaient une brossette interdentaire. L'utilisation quotidienne du fil dentaire a été positivement corrélée à une meilleure connaissance théorique de la santé bucco-dentaire.
L'auto évaluation des connaissances personnelles sur la santé bucco-dentaire, l'hygiène bucco-dentaire, les traumatismes dentaires a révélé que la plupart des athlètes (entre 40 et 50%) se considéraient comme « Assez bien informé », l'échelle étant : très connaisseur – bien informé – assez bien informé – pas bien informé – pas du tout compétent.
55,3% des participants ont reçu des informations sur la santé bucco-dentaire de la part de leur dentiste les autres disaient avoir eu des informations de la part de leur famille / leurs amis, des médias, de l'école.
Seulement 20,2% des participants ont attesté se rendre chez le dentiste tous les 6 mois pour un contrôle dentaire.
Il a été déterminé qu'un niveau de connaissances plus élevé en santé bucco-dentaire était lié à un âge plus avancé des répondants ($p<0,05$), et un niveau de connaissances plus faible était associé à un nombre plus élevé d'heures d'entrainement par semaine ($p=0,006$).
Une grande partie des participants de cette étude (environ 80%) ont reconnu un lien étroit entre leur bien-être général, leur qualité de vie et leur santé bucco-dentaire.

La force de cette étude réside dans le nombre considérable de participants avec un taux de réponse élevé de 75%. Néanmoins, elle présente des limites méthodologiques

notables, notamment son caractère observationnel transversal, qui limite la capacité à établir des relations causales, et l'échantillonnage de convenance, limitant la généralisation des résultats obtenus à l'ensemble de la population étudiée. De plus, l'utilisation d'un questionnaire d'auto-évaluation expose les résultats à un biais de réponse. Un examen clinique des participants serait souhaitable afin de confirmer la précision de leur propre évaluation de la santé bucco-dentaire.

Les résultats de cette étude montrent que les joueurs de water-polo ont des **connaissances insuffisantes** en matière de santé bucco-dentaire, notamment sur l'impact de l'eau chlorée des piscines et les traumatismes dentaires liés à cette pratique sportive. Bien que la santé bucco-dentaire apparaisse relativement bonne dans cet échantillon, elle repose uniquement sur une auto-évaluation et non sur un examen clinique professionnel.
Etant donné que plus de la moitié des participants (51,7%) reconnaissent l'importance de ces connaissances, il serait pertinent de **renforcer l'éducation à la santé bucco-dentaire**, en mettant particulièrement l'accent sur la prévention et la gestion des blessures dentaires.

RÉSUMÉ :

Cette revue bibliographique des données existantes en terme d'information des sportifs sur l'importance de leur santé bucco-dentaire met en évidence que bien que des progrès significatifs aient été observés, **plusieurs lacunes persistent**, **notamment sur la prévention à l'hygiène et au suivi bucco-dentaire**.
L'importance de la prévention bucco-dentaire dans le cadre des pratiques sportives, tant pour les athlètes amateurs (28,30) que les athlètes d'élite ou professionnels (29,31,32) a été observée. Les produits fluorés, les contrôles réguliers et des interventions éducatives ciblées ont montré leur efficacité dans l'amélioration des comportements d'hygiène bucco-dentaire et dans la réduction des risques de pathologies bucco-dentaires. (28–31) Les habitudes alimentaires riches en sucres, souvent liées aux exigences énergétiques du sport (29), aggravent les risques pour la santé bucco-dentaire, particulièrement dans les sports d'endurance.
En outre, les disparités selon le type de sports (d'équipe ou individuel notamment (31)), l'accès aux soins ou l'éducation à la santé bucco-dentaire soulignent la nécessité de programmes de prévention personnalisés et d'une sensibilisation accrue auprès des

athlètes. Ces efforts permettraient non seulement d'améliorer leur bien-être général, mais aussi d'optimiser leurs performances sportives.

Cependant, la portée des conclusions de ces différentes études est parfois compromise par des limites méthodologiques, des biais et des taux d'adhésion variables. Pour répondre aux défis identifiés, des études complémentaires avec des méthodologies robustes et des échantillons élargis sont essentielles afin d'affiner les stratégies préventives et obtenir une population de sportifs pleinement informée sur la santé bucco-dentaire.

CHAPITRE II - LES SPÉCIFICITÉS DE L'ATHLÈTE D'ENDURANCE

I. Les facteurs de risque bucco-dentaires spécifiques aux athlètes de sports d'endurance

1. La santé bucco-dentaire : <u>équilibre</u>

a. L'écosystème buccal

Définition : Un écosystème est un **réseau dynamique** où les organismes vivants (plantes, animaux, micro-organismes) occupant un habitat défini, interagissent entre eux et avec leur environnement, composé d'éléments non vivants, pour maintenir un équilibre global.

La **communauté biotique** regroupe les organismes vivants, tandis que la **communauté abiotique** inclut les éléments non vivants tels que les facteurs physiques (température, humidité, lumière) et biochimiques (composition chimique, nutriments, eau).

L'écosystème buccal, se compose des micro-organismes buccaux organisés en biofilm dans leur environnement spécifique : **la cavité buccale**. Ces micro-organismes sont dépendants du milieu abiotique et des uns des autres, particulièrement dans la recherche de nutriments.

On parle d'**homéostasie bactérienne** lorsqu'il y a un **équilibre dynamique** entre les micro-organismes du biofilm et leur environnement. ☞ Cet équilibre peut être perturbé en cas de modification de l'environnement. (33)

- Les micro-organismes

Les **bactéries** sont les principaux membres du microbiote buccal. On y trouve également des **protozoaires**, des **virus**, des **archées** et des **champignons**, mais l'étude de ces types de micro-organismes au sein de la cavité buccale est peu présente dans la littérature scientifique. (34)

La communauté bactérienne de la cavité buccale est la **2ème communauté bactérienne la plus diversifiée du corps humain**, après la communauté bactérienne intestinale. Ces deux communautés sont profondément liées durant la vie, et en moyenne, plus d'un tiers des espèces bactériennes orales serait transmis au niveau intestinal. (34) ☞ De ce fait, si l'équilibre bactérien au niveau de la cavité buccale est perturbé, cela sera généralement le cas dans le reste de l'appareil gastro-intestinal. (35)

La communauté bactérienne de la cavité buccale abrite plus de **700 espèces** de bactéries qui colonisent les tissus durs ainsi que les tissus mous. On retrouve plus de **10^8 bactéries dans 1millilitre de fluide oral**. (34)

Les micro-organismes du milieu buccal peuvent être divisés en **quatre groupes** : les micro-organismes commensaux, les symbiotiques, les opportunistes et les pathogènes.

- Les **micro-organismes commensaux** constituent la flore normale de la cavité buccale, appelée la flore commensale. Ceux-ci colonisent naturellement la bouche sans causer de maladie. Ils vivent en équilibre avec l'hôte humain, coexistent avec celui-ci sans avoir un réel rôle actif dans le maintien de sa santé. Toutefois si l'équilibre est perturbé, cela peut entrainer des infections ou des maladies.
- Les **micro-organismes symbiotiques** trouvent dans la cavité buccale un habitat et des nutriments. En échange, les produits de leur métabolisme apportent des bénéfices à l'hôte humain et à une partie de la communauté bactérienne. Ceux-ci contribuent activement à la santé de l'hôte en le protégeant contre les pathogènes.

- Les **micro-organismes opportunistes** sont la plupart du temps inoffensifs. Ils font partie de la flore commensale ou symbiotique, mais lorsque l'environnement buccal ou l'état général de l'hôte est altéré, ceux-ci vont croitre et s'associer avec des bactéries ayant des intérêts communs et devenir ainsi pathogènes et causer des infections.
- Les **micro-organismes pathogènes** causent des maladies de manière active et directe. Ils peuvent être des agents exogènes (introduits de l'extérieur) ou endogènes (issus de la cavité buccale : c'est le possible devenir des micro-organismes opportunistes en cas de déséquilibre). Leur présence dans la cavité buccale est directement liée à des processus infectieux. (35)

Dans un système équilibré, tous ces micro-organismes vivent avec leur environnement et sont complètement inoffensifs. Même dans une flore saine il est possible de trouver des streptocoques qui, de manière générale, inquiètent beaucoup. On pense souvent, à tort, qu'une bouche saine est une bouche qui contient peu de bactéries. En réalité, **une bouche est en bonne santé lorsqu'il y règne une activité bactérienne assez importante stable et équilibrée**. (35)

- Le biofilm

La cavité buccale représente à la fois un **habitat idéal** et un **environnement hostile** pour les micro-organismes.
Sur le plan favorable, elle offre des conditions particulièrement propices à leur survie et à leur développement : température constante, humidité élevée, diversité de niches écologiques sur des surfaces variées. De plus, l'apport régulier de nutriments en fait un lieu particulièrement attractif. Cependant, cet environnement est également marqué par des contraintes considérables. En effet, la cavité buccale est en perpétuel mouvement : mastication, parole et respiration perturbent la stabilité des micro-organismes. De plus, les actions d'hygiène bucco-dentaire, constituent des agressions mécaniques répétées.
Pour persister dans cet environnement instable, les micro-organismes doivent donc s'adapter et développer des **mécanismes d'adhésion** efficaces leur permettant de s'attacher fermement aux surfaces buccales et de résister à ces perturbations.

L'une des stratégies les plus remarquables et efficace adoptées par ces micro-organismes est la formation d'un **biofilm**.

Le biofilm est une matrice très complexe qui émerge lorsque des millions de micro-organismes se rassemblent afin de coloniser un espace et créer ainsi un nouvel habitat qui leur offre des **bonnes conditions de vie**. (35) Celui-ci répond à **4 critères** :

- L'**autopièse**, qui est la capacité qu'ont les micro-organismes à s'organiser entre eux et de croître ensemble.
- L'**homéostasie**, qui désigne le maintien de l'équilibre des micro-organismes au sein de leur biofilm.
- La **synergie**, qui implique que les micro-organismes sont plus actifs en association qu'individuellement.
- Le **communautarisme**, qui implique que les micro-organismes réagissent ensemble, et non individuellement, aux modifications environnementales.

Afin de se trouver à l'abris des frictions mécaniques, le biofilm se développe particulièrement sur les **faces dentaires proximales**, au niveau des **sillons gingivo-dentaires** et des **sillons des faces occlusales**.

Les micro-organismes qui ne sont pas fixées sont **éliminés** par le flux salivaire et le fluide gingival, puis déglutis avec la salive ou le bol alimentaire. Ceux qui sont fixés sur les cellules épithéliales buccales sont éliminés par le phénomène de la desquamation. (36) ☞ Cela montre bien la **vulnérabilité** des micro-organismes ne se retrouvant pas dans le biofilm.

- La pellicule acquise exogène

Les ions calcium présents dans l'émail sont chargés positivement. Ceux-ci exercent une attraction électrostatique sur les protéines salivaires chargées, les attirant ainsi comme des aimants. La pellicule acquise exogène (PAE) se forme donc suite à la **précipitation de protéines salivaires** sur les surfaces dentaires directement après le brossage.

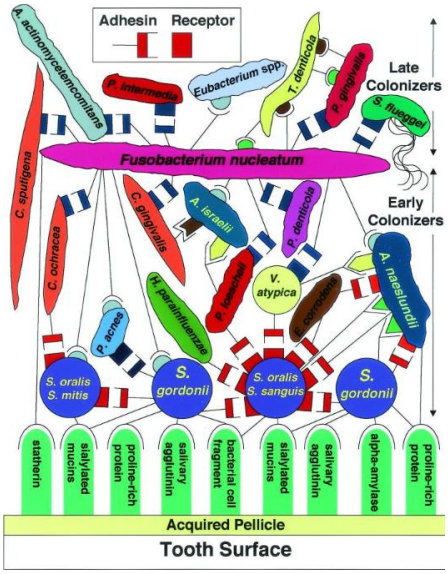
Le film ainsi formé atteint une épaisseur maximale de **1µm après 30 à 90 minutes**. Il est composé de glycoprotéines, phosphoprotéines, immunoglobulines (IgA, IgG), lysozyme, albumine, enzymes, mucines, hydrates de carbone.

La PAE joue un rôle crucial dans la **fixation des bactéries** sur les surfaces dentaires, car ces dernières ne peuvent pas adhérer directement à l'émail.

La PAE a également un rôle important dans la **protection** des surfaces dentaires contre la déminéralisation, notamment en cas de consommation d'aliments acides. En effet, elle assure une perméabilité sélective qui retarde ainsi la diffusion des acides. Elle protège aussi les surfaces dentaires des contraintes mécaniques.
Enfin, le PAE constitue un **support** pour les fluorures, le calcium et les phosphates disponibles, facilitant ainsi le processus de reminéralisation amélaire. (36)

La **formation du biofilm dentaire** est rendue possible grâce à la PAE décrite ci-dessus. Celle-ci débute par la fixation des **bactéries pionnières** ou colonisatrices primaires sur cette couche organique.
Ces bactéries, telles que *Streptococcus mitis, S. gordonii, S. sanguinis, S. oralis, Actynomyces naeslundii,* et dans une moindre mesure*, S, mutans*, ne conduisent pas à la diversité du biofilm, mais sont **indispensables** à la fixation d'autres espèces bactériennes. À ce stade, l'adhérence bactérienne est **réversible**, reposant sur des interactions physicochimiques réversibles et non spécifiques entre les bactéries et la pellicule.
Après 24 à 48 heures, débute la phase de **colonisation** dite **irréversible** ou secondaire. Les bactéries adhèrent à la PAE de manière sélective et spécifique grâce à des structures telles que les *fimbriae* et commencent à produire des exopolysaccharides formant la matrice extracellulaire, appelée le **glycocalyx**. Cette étape favorise **l'agrégation bactérienne** et augmente la **diversité**. Cela assure l'épaississement du biofilm, des échanges nutritionnels et métaboliques favorisés, une résistance accrue aux défenses immunitaires et aux antibiotiques.

Figure 8. Modèle spatiotemporel de la colonisation bactérienne buccale.



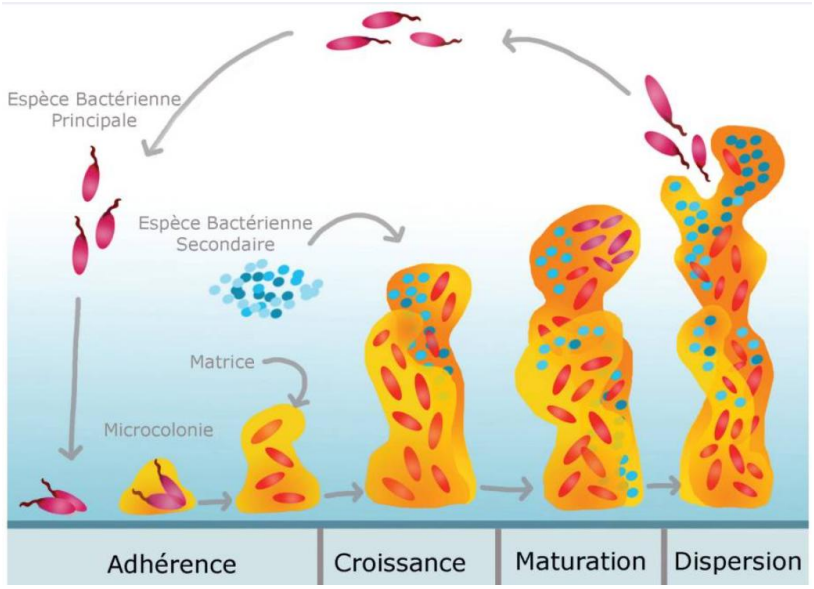
Source : Paul EK, Roxanna NA, David SB et al. Communication among oral bacteria. 2002. (37)

Quelques jours plus tard, le biofilm atteint une phase de **maturation**. Un équilibre dynamique s'établit entre la division des bactéries présentes dans le biofilm, la co-agrégation de nouvelles bactéries et l'élimination de bactéries adhérentes. Des modifications des conditions environnementales ont lieu à ce moment-là, notamment une **diminution du taux d'oxygène** impliquant l'apparition de **bactéries anaérobies strictes** comme *Porphyromonas gingivalis*. Ces modifications de conditions physico-chimiques environnementales vont conduire certaines bactéries à **se détacher** du biofilm. Celles-ci vont soit coloniser de nouvelles surfaces, soit être dégluties. Certaines bactéries ainsi libérées, peuvent présenter un **fort potentiel virulent**.

Si le biofilm persiste au-delà de 2 à 3 semaines, une communauté bactérienne mature et stable se développe, contenant alors jusqu'à 10^9 bactéries par mg de plaque dentaire. À ce stade, le biofilm peut subir une **minéralisation** par des cristaux de phosphates de calcium et évoluer en **tartre**. Ce dernier, de par sa **surface rugueuse**, favorise l'accumulation de nouvelles bactéries et accentue encore les risques de pathologies telles que la carie dentaire ou les parodontopathies. (35,36)

Ces étapes sont illustrées sur la figure 9.

Figure 9. Etapes de la formation et de la dispersion d'un biofilm bactérien



Source : Yannick DN Tremblay, Skander Hathroubi, Mario Jacques. Les biofilms bactériens : leur importance en santé animale et en santé publique, Avril 2014. (38)

- Le fluide oral

L'élément liquide du milieu buccal, appelé « fluide oral », irrigue la cavité buccale et interagit avec les autres éléments de celles-ci. Il permet d'humidifier l'écosystème buccal et lui apporter de l'eau, des nutriments, des facteurs antimicrobiens. (39)
Il convient de faire la distinction entre deux concepts :

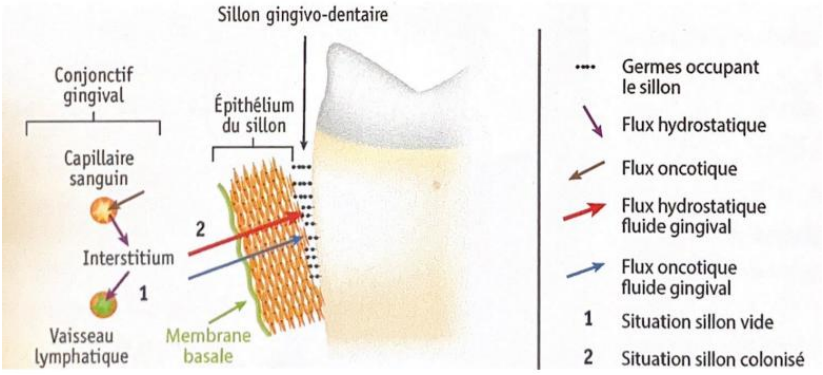
- Celui du fluide oral ou salive totale : il s'agit d'un mélange des **salives** de toutes origines confondues, auquel s'ajoutent des éléments apportés par le **fluide gingival**, des **micro-organismes**, des **débris alimentaires** et des **cellules épithéliales desquamées**.
- Celui des salives pures : il s'agit d'une salive d'origine unique, pratiquement dépourvue de contaminants cellulaires ou bactériens. Elles doivent être directement prélevées en regard des ostia (émergences buccales des canaux salivaires). (34)

❖ Le **fluide gingival** est un liquide biologique qui se trouve dans le **sillon gingivo-dentaire** : un espace situé entre la gencive libre et la dent.

Il provient des liquides interstitiels des tissus gingivaux, en respectant les principes de l'hémodynamique (figure 8). Ce mécanisme assure la communication entre l'interstitium et le sillon gingivo-dentaire, empêchant l'accumulation de liquide interstitiel et évitant ainsi la formation d'œdèmes. L'accumulation microbienne et donc de protéines dans le sillon (situation réaliste), permet d'établir un **gradient protéique** entre l'interstitum et le sillon, et générer ainsi un **flux centrifuge** de l'interstitium vers le sillon. En situation normale (sans infection ou inflammation), ce flux est faiblement marqué et donc la production de fluide gingival est relativement faible et régulée par des **mécanismes homéostatiques**. Le fluide gingival est ainsi dépourvu de grosses molécules grâce à une membrane basale épithéliale intacte.

Si la flore du sillon gingivo-dentaire devient **agressive**, une **réponse inflammatoire** se met en place, entraînant ainsi des lésions de cette membrane. Cela entrainera alors un passage depuis l'interstitium de plus grosses molécules et aboutira à la formation d'un **fluide gingival inflammatoire**. (34)

Figure 10. Représentation schématique de la genèse du flux gingival



Source : Martine Bonnaure-Mallet, Jacques-Olivier Pers. Le milieu buccal : un écosystème : de l'équilibre au déséquilibre, 2021. (34)

Le fluide gingival finit par émerger dans la cavité buccale, se mélangeant au fluide oral et l'enrichissant d'un ensemble varié de composés d'origine plasmatique et tissulaire, transportés par les liquides interstitiels. Il intègre également des éléments dérivés du métabolisme et de la dégradation des micro-organismes présents dans le sillon gingivo-dentaire. (34)

- ❖ Les **salives pures** sont issues des **glandes salivaires majeures** (parotidiennes, sous mandibulaires et sublinguales) et de 300 à 400 **microglandes mineures** (réparties au sein des muqueuses jugales, linguales, palatines, labiales et glossopalatines).

L'Homme sécrète de **0,5 à 1 litre de salive / 24h**. 90% de ce volume provient des glandes majeures. Le volume produit dépend de plusieurs facteurs : état de vigilance, type de stimulation, rythme circadien, âge, prise et nombre de médicaments, maladies, radiothérapie de la région cervico-faciale, pratique de certains sports, désordre psychosomatique. (34)

La salive est un **milieu aqueux** constitué de 95% d'eau et les 5% restant se décomposent en 2 phases : une **phase inorganique** et une **phase organique**. (40)

Les composés inorganiques (2%) sont des **électrolytes** tels que le sodium, le potassium, le phosphate, le calcium, le bicarbonate, le chlorure, etc. Ceux-ci ont 3 fonctions principales :

- **Maintien de l'équilibre ionique et le pH de la bouche** : le bicarbonate a un pouvoir tampon permettant ainsi de maintenir le pH salivaire aux alentours de 7 en permanence.
- **Aide au processus de reminéralisation** : grâce au calcium et au phosphate notamment.
- **Activité dans la gustation** : les électrolytes entrainent la dissolution des molécules alimentaires permettant ainsi d'interagir avec les récepteurs des bourgeons gustatifs sur la langue. Ils peuvent également moduler la sensibilité des récepteurs gustatifs.

Les composés organiques (3%) sont représentés en grande majorité par les **protéines**. Celles-ci sont d'une diversité remarquable avec près de 1200 protéines différentes.

Il y a les **protéines enzymatiques** (amylase, lipase, lysozyme), **antimicrobiennes** (lactoferrines, histatines, immunoglobulines), **structurales et protectrices** (mucines, protéines riches en proline, stathérines).

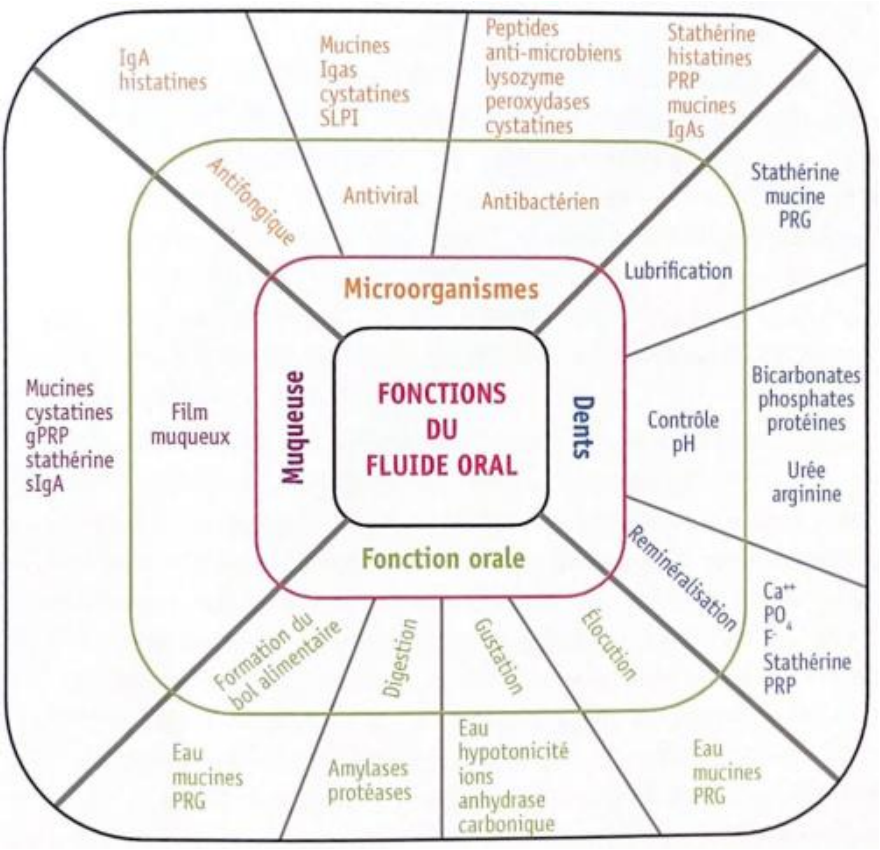
On peut également noter la présence de **peptides** (histatines, défensines), **d'acides aminés**, de **glucides** (glucose, glycoprotéines), de **lipides**, de **métabolites**

organiques (urée, acide urique, lactate, pyruvate), d'**hormones** et de **facteurs de croissance** (EGF, NGF, corticosol) et des **antioxydants**. (40)

Ces composés organiques se caractérisent par une polyvalence fonctionnelle. En effet, ils contribuent à l'**immunité innée du milieu buccal**, la **protection de l'émail**, l'**homéostasie calcique buccale**, la **neutralisation des acides**, la **reminéralisation amélaire**, la **gustation**, la **digestion**, l'**adhésion des colonisateurs primaires** sur les surfaces dentaires formant ainsi la pellicule acquise exogène, la **lubrification** des surfaces dentaires. (34)

Le fluide oral, liquide essentiel d'une grande complexité, remplit de multiples fonctions. La figure 11 illustre de manière schématique l'ensemble de ses rôles.

Figure 11. Le diamant des fonctions du fluide oral



Source : Martine Bonnaure-Mallet, Jacques-Olivier Pers. Le milieu buccal : un écosystème : de l'équilibre au déséquilibre, 2021. (34)

☞ Tous ces éléments révèlent que la cavité buccale constitue un véritable **écosystème dynamique** abritant une flore abondante et plurielle. (34)

L’écosystème buccal, à travers ses micro-organismes, son biofilm et son fluide oral, illustre un écosystème dynamique essentiel à la santé oral et systémique, où chaque composant joue un rôle clé dans le maintien de l’homéostasie et la prévention des déséquilibres pathologiques.

b. L’habitat buccal

L’habitat buccal est un environnement physico-chimique dynamique dont les conditions sont influencées par plusieurs facteurs :

- **L’hôte**, avec sa composition biologique individuelle.
- **L’alimentation**, qui influence la disponibilité des nutriments pour les bactéries.
- **L’hygiène bucco-dentaire**, qui affecte la formation et la composition du biofilm. (33)

Plusieurs paramètres clés conditionnent le type de population bactérienne qui peut s’y développer.

- L’**hygrométrie** (=degré d’humidité) élevée, due à la présence de salive et de fluide gingival, ainsi que les glycoprotéines et les protéines salivaires, conditionnent la sélection de la flore bactérienne en favorisant l’agrégation de certaines bactéries par rapport à d’autres.
- La **température**, généralement stable entre 34 et 36°C, est favorable aux bactéries mésophiles, bien qu’elle puisse varier temporairement avec le bol alimentaire.
- Le **pH buccal**, proche de la neutralité (6,7 – 7,3), est régulé par l’action tampon de la salive qui permet de neutraliser les acides produits par les bactéries ainsi que l’acidité des aliments. Cette stabilité favorise le développement des bactéries adaptées à ce pH. Cependant, en raison d’une faible diffusion de salive dans l’épaisseur du biofilm, celui-ci peut localement devenir acide sous l’effet de bactéries acidogènes, et seules les bactéries acidophiles seront alors capables de survivre dans cet environnement. Dans le sillon gingivo-dentaire, le pH est légèrement alcalin (7,5 à 8,5).
- Le **potentiel d’oxydo-réduction** (Eh) qui varie selon les zones buccales, influence le développement des bactéries d’un milieu à un autre.

- Les bactéries **aérobies** se développent dans un milieu ayant un **Eh positif** : dos de la langue, muqueuses palatine et jugale.
- Les bactéries **anaérobies** se développent dans un milieu ayant un **Eh négatif** : sillon gingivo-dentaire.

☞ Durant la formation du biofilm, Eh chute, ce qui favorise la croissance des bactéries anaérobies. (33)

L'**alimentation** et le **temps** ont un impact sur cet habitat buccal :

- L'alimentation, principale source de nutriments pour les bactéries, joue un rôle majeur dans la composition bactérienne du biofilm en formation.
- Le milieu buccal évolue avec le temps. Des modifications ont lieu à partir de la naissance jusqu'à un âge avancé, passant d'un microbiote buccal peu diversifié à un microbiote qui s'enrichit et se complexifie avec l'âge en raison de l'éruption des dents et des changements hormonaux.

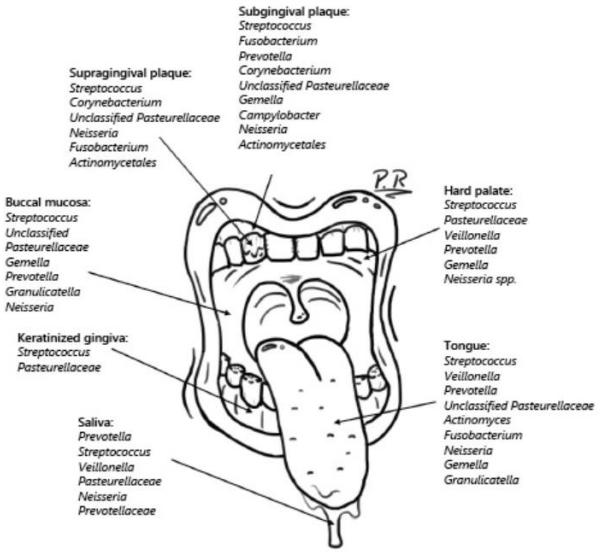
La cavité buccale abrite des **niches écologiques** multiples et variées.

- L'**épithélium buccal**, kératinisé ou non, est faiblement colonisé par les bactéries en raison de sa desquamation constante qui inhibe ou limite la fixation des bactéries.
- La **langue** avec ses fissures et sillons, est favorable à la colonisation bactérienne.
- Les **surfaces dentaires** sont intensément colonisées par le biofilm. (33)

L'habitat buccal est donc un milieu physique et biologique qui abrite un écosystème buccal riche et complexe (décrit précédemment).

L'anatomie de la cavité buccale est exceptionnelle comparée à celle des autres parties du corps humain. Elle comprend des **surfaces muqueuses** (langue, muqueuse buccal, gencive, palais), des **tissus durs** (les dents), et des **tissus des glandes exocrines** (glandes salivaires majeures et mineures). Cette **diversité anatomique** crée de **multiples niches écologiques**, permettant ainsi de différencier **divers environnements** au sein du même habitat : **zones aérobies** et **anaérobies**, **zones exposées** et **protégées**. Cela favorise la présence d'une **grande variété de bactéries selon les sites**, comme illustré dans la figure 12. (41)

Figure 12. Les espèces bactériennes les plus abondantes dans la cavité buccale selon les différentes zones anatomiques



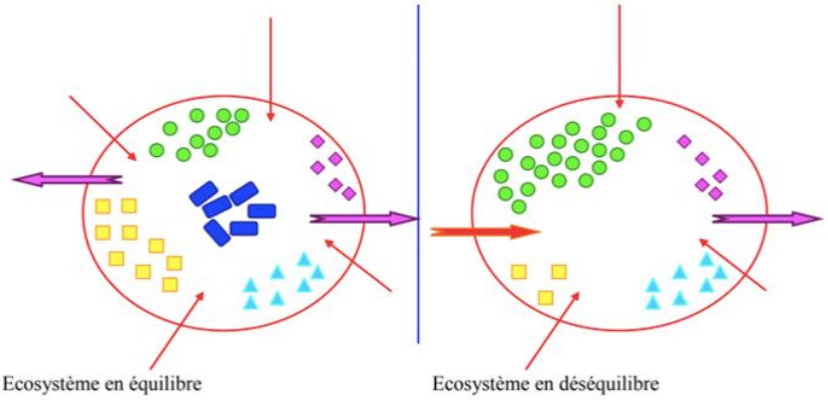
Source : Heidi Tuominen, Jaana Rautava, Oral Microbiota and Cancer Development, 2020. (41)

2. Le déséquilibre entrainé par la pratique sportive

L'habitat buccal décrit précédemment dispose de nombreux mécanismes efficaces permettant de maintenir une homéostasie bactérienne. Dans cet état d'équilibre, les bactéries sont présentes en grand nombre, mais elles coexistent dans un rapport stable et harmonieux. Cette communauté bactérienne équilibrée joue un rôle bénéfique en contribuant au maintien de la santé buccale et, par extension, à celle de l'organisme tout entier.

Cependant, cette homéostasie peut être perturbée en cas de modifications de l'environnement, passant d'une communauté bactérienne en symbiose à une communauté en **dysbiose**. C'est dans ces conditions de **déséquilibre** que se développent alors des **pathologies bucco-dentaires**. (35)

Figure 13. Schématisation d'un écosystème en équilibre et en déséquilibre



Source : Dr Martine Soell, L'écosystème buccal, 2020. (33)

La figure 13 illustre, sur la partie gauche une cavité buccale, représentée par un cercle rouge, où l'écosystème bactérien, représenté par des points colorés, est équilibré. Cet équilibre est maintenu grâce à des apports adéquats en nutriments et une évacuation efficace des déchets, favorisant ainsi la stabilité de la flore bactérienne. En revanche, la partie droite de la figure montre une situation où les apports en nutriments et l'évacuation des déchets sont perturbés. Ces déséquilibres entraînent une modification de la flore bactérienne, conduisant à la formation d'un écosystème déséquilibré.

Dans le contexte d'une activité sportive d'endurance assidue, des modifications de l'écosystème buccal ont été décrites. (39) On note des variations du pH salivaire, du débit salivaire, de la capacité tampon, de la charge bactérienne totale, de la concentration en bactéries cariogènes et des valeurs d'immunoglobulines A sécrétoires (S-IgA).

- Le pH salivaire diminue en parallèle d'une alimentation à pH faible,
- La charge microbienne est plus élevée, notamment la présence de micro-organismes cariogènes,
- La concentration de S-IgA diminue. (39)

En ce qui concerne la relation entre l'exercice physique intense et les niveaux d'IgA salivaire, des études (42,43) ont permis de mettre en évidence qu'un exercice prolongé

et intense, comme les marathons et les ultramarathons, entraine une diminution des niveaux d'IgA salivaire.
L'IgA présent dans la salive est un anticorps jouant un rôle clé dans l'immunité des muqueuses, ainsi que dans l'incidence des infections des voies respiratoires supérieures chez les athlètes. Une diminution de la production de S-IgA, combinée à une prolifération bactérienne pathogène, peut augmenter de manière notable la susceptibilité aux maladies buccales et la vulnérabilité des athlètes aux infections des voies respiratoires supérieures. (39)

Ces multiples changements amènent à considérer l'activité sportive comme une ***« fenêtre ouverte »*** d'exposition aux maladies de la cavité buccale du fait d'un déséquilibre de l'écosystème buccal. (39)

II. Les pathologies bucco-dentaires du sportif d'endurance

De nombreuses études ont révélé une prévalence élevée de maladies bucco-dentaires chez les athlètes d'élite. Les pathologies les plus courantes incluent la **xérostomie**, la **carie dentaire**, l'**érosion dentaire** et les **maladies parodontales**. (9) Les problèmes liés aux **accidents d'évolution des dents de sagesses** sont également fréquents et perturbent les performances des athlètes.
Ces problèmes sont principalement liés à des **facteurs spécifiques**, tels qu'un régime alimentaire riche en sucres et glucides, un apport insuffisant en protéines ou en graisses (notamment en oméga-3), et une hydratation inadaptée. La nutrition sportive inclut très souvent des boissons de l'effort, des barres énergétiques et des gels. Les dents sont donc exposées fréquemment et de manière prolongée à des aliments riches en sucres libres, en glucides et en produits acides. En outre, le stress oxydatif induit par une activité sportive intense et prolongée, associé à une hygiène bucco-dentaire insuffisante, augmente considérablement le risque de ces affections. (9)

1. La xérostomie

Le fluide oral, composé du fluide gingival et des salives pures, a été décrit précédemment (chapitre II, I.1.a.). Celui-ci a de multiples fonctions, et permet notamment de maintenir l'équilibre de l'écosystème buccal en protégeant et en soutenant les tissus de la cavité orale.

La « bouche sèche », ou xérostomie représente un **état de sécheresse anormale** de la cavité buccale et des lèvres. Cet état est ressenti de façon subjective par le patient et traduit une atteinte directe ou indirecte des glandes salivaires et se manifeste soit par une **diminution du flux salivaire** (hyposialie), soit par une **sécrétion salivaire nulle** (asialie). La présence de **manifestation cliniques objectives** est obligatoire pour poser le diagnostic. (44)

a. Les manifestations cliniques d'une sécheresse buccale

Les patients souffrant de sécheresse buccale consultent souvent pour des difficultés à parler, mastiquer ou déglutir, notamment des aliments secs. Ils éprouvent le besoin de s'humidifier la bouche fréquemment et de se désaltérer pendant la nuit, sans avoir véritablement soif.

La xérostomie est souvent accompagnée de « picotements » gingivaux, palatins, pharyngés, d'une sensation de palais « en carton », de douleurs de type brûlures, de dysesthésies buccales (troubles de la sensibilité au niveau de la bouche) et de dysgueusies (altération du goût).

Cliniquement, la muqueuse endo-buccale est modifiée. Celle-ci devient rouge et vernissée. Il est possible d'y observer l'apparition d'un enduit mucoïde blanchâtre notamment sur les muqueuses palatines, linguales et juguales. La langue est dépapillée. (44,45)

☞ Bien que des modifications salivaires existent chez les sportifs, le phénomène n'atteint généralement pas ce stade. (45)

b. Les facteurs étiologiques influençant la sécheresse buccale chez les sportifs.

Pratiquement tous les sportifs se plaignent de la « bouche sèche », quel que soit le sport pratiqué. (45) En effet, lors d'une activité sportive, particulièrement lorsqu'elle est intense ou prolongée, le débit mais également la composition salivaire sont modifiés.

En résumé, les **changements salivaires** sont les suivants :

- Une **réduction du débit salivaire**, entraînant une sensation de bouche sèche et altérant la capacité de la salive à protéger les tissus buccaux.
- Une **diminution de la concentration en immunoglobulines salivaires (S-IgA) et en protéines antimicrobiennes**, diminuant ainsi les défenses locales et favorisant la prolifération de bactéries pathogènes.
- Une **diminution du pH salivaire**, favorisant la déminéralisation de l'émail et la prolifération de bactéries pathogènes.

Le syndrome de la « bouche sèche » peut découler de plusieurs facteurs étiologiques associés ou non, tels que le **stress**, la **déperdition hydrique**, la **respiration buccale** ou la prise de diverses **médications**.

Les athlètes sont souvent soumis à un **stress** important en raison de leurs entrainements intenses, répétés et prolongés, mais également lors des compétitions. Cela provoque une augmentation conséquente des niveaux de **cortisol**, dite « l'hormone du stress », et ce, dans la salive également. Cette élévation du cortisol salivaire entraîne principalement des modifications du flux salivaire. En effet, **un stress psychique peut diminuer le flux salivaire par le facteur 10**, augmentant ainsi le risque de sécheresse buccale. (44,45)

Lors d'un effort musculaire, une importante **déperdition hydrique** se produit, rendant les besoins en eau particulièrement élevés chez les sportifs. En effet, l'activité physique engendre une perte de liquide corporel, principalement due à la transpiration, un mécanisme essentiel dans la régulation de la température corporelle. Plus l'intensité de l'effort est élevée, plus le taux de déshydratation augmente.

En cas de déshydratation, le **pourcentage hydrique** de la salive diminue, ce qui entraine une augmentation de la **concentration en protéines salivaires** et, par conséquent, une augmentation de sa **viscosité**. Or, plus la viscosité de la salive est élevée, plus le débit est faible, augmentant ainsi le risque de sécheresse buccale.
Une étude menée par Horswill et al. (2006), a mis en évidence que, même avec une hydratation régulière pendant l'entraînement, le débit et le volume salivaire restent significativement réduit, soulignant l'impact direct de l'exercice physique sur la fonction salivaire. (44,45)

Lors d'efforts physiques intenses notamment, le corps nécessite une quantité d'oxygène accrue. Pour répondre à ces besoins, les athlètes adoptent souvent une **respiration buccale**, qui permet un débit d'air plus important que la respiration nasale. La respiration buccale peut également résulter d'une dysfonction, comme une obstruction nasale, obligeant alors l'athlète à respirer principalement par la bouche. Chez certains athlètes, la respiration buccale devient malheureusement une habitude, même en l'absence de contraintes physiologiques. Cependant, le fait de respirer par la bouche accentue la perte d'humidité salivaire, ce qui favorise la sécheresse buccale. (4,45)

L'usage de **médicaments** est courant dans le milieu sportif. Comme toute autre personne, les sportifs peuvent avoir besoin de médicaments pour traiter diverses maladies. Cependant, la prise de médicaments dans ce milieu est souvent associée à la gestion des blessures et à la volonté des athlètes de poursuivre leur entrainement, même en cas de douleurs. Cela les conduit donc fréquemment à recourir à **l'automédication**, notamment avec des **anti-inflammatoires** et des **analgésiques**. En outre, malgré l'existence de lois antidopage et la mise en place de contrôles, certains sportifs consomment des substances interdites dans le but d'améliorer artificiellement leurs performances. Certains de ces médicaments ou substances, ainsi que les psychotropes, sédatifs, tranquillisants, neuroleptiques, antidépresseurs, diurétiques et anorexigènes peuvent **réduire la sécrétion salivaire** ou provoquer un **dessèchement des muqueuses**. Le risque de sécheresse buccale est donc augmenté. (45,46)

c. Les conséquences de la sécheresse buccale chez les sportifs

La diminution du débit salivaire ainsi que les changements salivaires liés à la pratique sportive ont des effets néfastes sur la santé bucco-dentaire.

Sans une protection suffisante de la salive, les tissus dentaires peuvent être endommagés par **attrition, abrasion, érosion et lésion carieuse**. Les tissus mous buccaux deviennent également plus sensibles, ce qui peut provoquer une inflammation de la muqueuse, appelée **mucite**. Par ailleurs, la langue, en se desséchant, développe des fissures où peuvent se nicher des aliments et des bactéries. Cela augmente les risques de **candidoses buccales**, de douleurs de type **brûlures** et une **dysgueusie**.

Lorsque le débit salivaire baisse, la sensibilité aux **infections fongiques** augmente, car la salive possède des propriétés antimicrobiennes et antifongiques. De plus, grâce au débridement mécanique de la muqueuse, elle empêche normalement la prolifération et l'adhésion de *Candida Albicans.*

En plus des lésions physiques sur les dents et les muqueuses, la réduction du débit salivaire peut engendrer des **troubles de la fonction orale** et donc de l'état nutritionnel, pouvant impacter les performances des sportifs. Une hyposalivation engendre des problèmes de déglutition et de mastication, pouvant contribuer par conséquent à une **malnutrition**. (44)

☞ La sécheresse buccale, ou xérostomie, est un phénomène fréquent chez les sportifs qui les gêne et les préoccupe souvent dans leur pratique. Elle est souvent exacerbée par des facteurs tels que le stress, la déshydratation, la respiration buccale et la prise de médicaments. Les conséquences sur la santé bucco-dentaires ne sont pas négligeables. Cela peut également affecter leur bien-être général et donc leurs performances.

2. La carie et sa possible évolution en pulpite voir en problème infectieux

a. Le processus carieux

- La carie dentaire

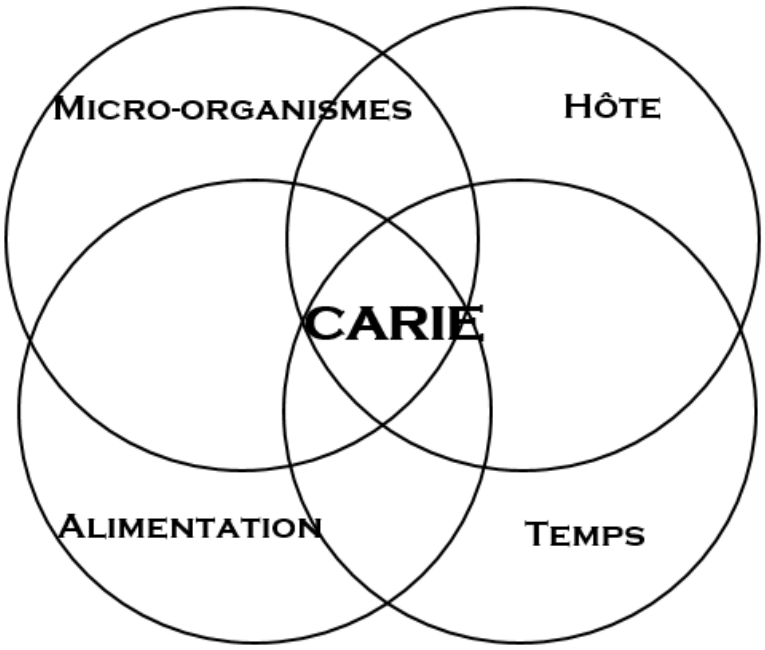
La carie dentaire est une **maladie infectieuse et transmissible des tissus durs de la dent** (émail, dentine, cément). C'est un phénomène **multifactoriel** et **complexe** qui implique principalement **trois facteurs** :

- La présence de micro-organismes cariogènes,
- Une alimentation contenant des sucres fermentescibles,
- L'hôte (système immunitaire local, qualité et quantité de la salive, forme des dents, porosité de l'émail…).

Un 4ème facteur, le temps d'interaction entre ces trois éléments principaux, joue également un rôle crucial. (47,48)

La figure 14 représente le schéma de Keyes, qui est un schéma de référence illustrant les facteurs impliqués dans le processus carieux.

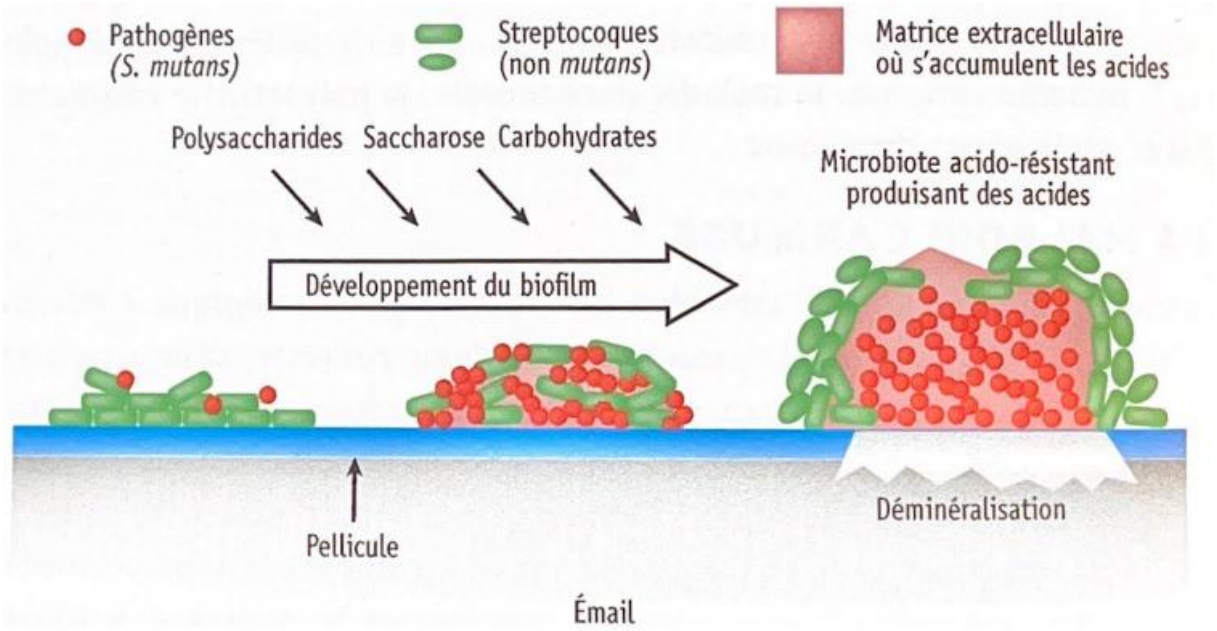
Figure 14. Schéma de Keyes



Source : Schéma Word Eva Blaise

Le processus carieux résulte d'un **déséquilibre** d'au moins un de ces facteurs, entraînant à terme une **déminéralisation des tissus**. Les tissus qui sont affectés peuvent l'être à des degrés variables, allant d'une simple déminéralisation non visible à l'œil nu, jusqu'à la destruction totale de la dent. (48) Cette déminéralisation est principalement causée par les bactéries cariogènes présentes dans la plaque dentaire qui produisent des acides attaquant l'émail (figure 15).

Figure 15. Développement du biofilm au cours du temps et formation de la carie dentaire



Source : Martine Bonnaure-Mallet, Jacques-Olivier Pers. Le milieu buccal : un écosystème : de l'équilibre au déséquilibre, 2021.(34)

La figure 15 illustre l'effet d'une exposition excessive, en quantité et en fréquence, aux sucres fermentescibles sur l'émail dentaire et le processus de formation de la carie dentaire. Ces sucres favorisent le développement de **bactéries acidogènes**, capables de produire des acides par métabolisation des sucres, et acidophiles, qui se développent dans un milieu acidifié par leur propre activité métabolique. L'excès de sucres agit donc comme un stress environnemental, induisant une **transition pathogénique du biofilm** (cf. chapitre II, I.1.a.). Ce phénomène favorise la sélection des organismes qui produisent des acides ou tolèrent mieux un environnement acide,

au détriment de ceux qui se développent dans des conditions neutres ou qui contribuent à la neutralisation du pH. (34)

Chez les athlètes d'endurance, certains des facteurs impliqués dans le processus carieux (schéma de Keyes) sont modifiés par leur hygiène de vie adaptée à leur pratique sportive. De ce fait, le risque de formation de carie dentaire augmente.
Leur alimentation joue un rôle clé dans la performance et la santé, mais la fréquence et la nature de leurs apports peuvent nuire à leur santé bucco-dentaire. Ce sont notamment les glucides et surtout les sucres, bien qu'essentiels pour l'endurance et la récupération musculaire, qui augmentent le risque de caries. Ces derniers sont fréquemment consommés sous forme de gels, de boissons ou de barres énergétiques. Leur ingestion répétée et leur rétention orale prolongée favorisent considérablement l'acidification du pH salivaire et la prolifération des bactéries cariogènes, augmentant ainsi le risque de caries.
À l'inverse, les protéines et les lipides, également essentiels dans les apports énergétiques des athlètes, peuvent avoir des effets protecteurs sur les dents. Les produits riches en protéines, notamment les produits laitiers, favorisent la reminéralisation de l'émail grâce à leur teneur en calcium, phosphate et caséine, tout en ayant des propriétés antimicrobiennes. De même, les lipides, en particulier les huiles essentielles grasses, offrent une protection buccale supplémentaire grâce à leurs propriétés antimicrobiennes efficaces contre les bactéries cariogènes.
☞ Ainsi, une gestion attentive des aliments consommés, associée à une hygiène bucco-dentaire rigoureuse, est essentielle pour concilier performance sportive et santé dentaire. (9)

- Les bactéries cariogènes

Comme évoqué dans le paragraphe précédent, les bactéries cariogènes sont acidogènes et acidophiles.
Bien que considéré comme le principal responsable de la carie dentaire depuis sa découverte en 1924, *Streptococcus mutans* n'est pas systématiquement détecté dans les prélèvements bactériens issus de caries dentaires. Bien que sa présence constitue un facteur défavorable pour la santé bucco-dentaire, d'autres espèces bactériennes et biofilms oraux cariogènes ont été identifiés. Parmi ceux-ci figurent des *Streptococcus*

non-*mutans*, tels que *S. parasanguinis*, *S. australis, S. salivarius, S. intermedius, S. constellatus* ou *S. vestibularis*, ainsi que des *Lactobacillus*, des *Bifidobacterium* et des *Veillonella.*

Le microbiote des cavités carieuses se caractérise par une proportion importante de *Veillonella*, *Neisseria*, ainsi que de *S. mitis* et *S. sanguinis*.

Par ailleurs, le biofilm cariogène peut varier et former différentes communautés sur une même dent, avec plusieurs sites carieux.

Ainsi, l'apparition des caries ne peut pas être attribuée à la présence d'une seule bactérie, mais résulte plutôt d'un **déséquilibre de l'ensemble de l'écosystème buccal**. (34)

- La formation de la carie dentaire

L'**émail dentaire** est la structure la plus minéralisée, la plus dure et la plus durable de tout le corps humain. Cependant, il est vulnérable aux agressions acides produites la plupart du temps par des bactéries. Ces agressions peuvent également provenir de l'**alimentation** ou encore des **reflux gastro-œsophagiens**.

L'unité élémentaire de l'émail est le cristal d'hydroxyapatite (HAP), de formule $Ca_5(PO_4)_3(OH)$, usuellement formulée $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ pour correspondre à la réalité chimique de la composition de la maille élémentaire cristalline.

L'HAP est peu soluble à pH neutre mais sa solubilité augmente à pH acide. (49) Une **chute du pH en dessous de 5,5** est suffisante pour attaquer l'émail et la dentine. (48)

Les bactéries cariogènes présentent dans les biofilms liés aux surfaces dentaires métabolisent les sucres fermentescibles de l'alimentation principalement en **acide lactique**, qui est fortement déminéralisant. L'acide va alors diffuser à travers ce biofilm et provoquer une chute du pH local, entrainant ainsi la **dissolution des phosphates de calcium** qui constituent la trame minérale de l'hydroxyapatite des tissus dentaires. (48)

Tout au long de la vie, l'émail se déminéralise et se reminéralise continuellement. Bien qu'il semble inerte, l'émail est **biochimiquement actif** et entretient des échanges permanent avec la salive. À pH acide, l'émail se **déminéralise** et sur le plan moléculaire on note une libération d'ions Ca^{2+} et $(PO_4)^{2-}$ dans la salive, ce qui peut entrainer une cavitation de la dent. Cependant, les **systèmes tampons** de la salive permettent de neutraliser les acides, stoppant ainsi la libération d'ions et faisant

remonter le pH buccal. Les ions Ca^{2+} et $(PO_4)^{2-}$ libérés dans la salive lors de la dissolution se re-précipitent alors à la surface de l'émail : c'est la **reminéralisation**. (48)

Lorsque la **balance déminéralisation-reminéralisation** est équilibrée, la carie dentaire ne se forme pas. En revanche, lorsqu'un déséquilibre survient, la balance penche du côté de la déminéralisation et les lésions carieuses se développent.

Ce déséquilibre survient fréquemment lorsque :

- Les prises alimentaires (sucrées ou acides notamment) sont trop fréquentes : le système salivaire tampon est dépassé et le pH n'est plus correctement régulé, restant ainsi acide et entrainant l'initiation et/ou la progression de la carie.
- Le brossage n'est pas assidu : les micro-organismes ne sont pas éliminés assez régulièrement, la plaque dentaire devient de plus en plus épaisse et de plus en plus cariogène. (48)

- La prévention de la carie dentaire

Si la plaque dentaire est correctement éliminée grâce à des **mesures d'hygiène bucco-dentaire adéquates**, ou si les prises alimentaires sucrées et/ou acides sont réduites ou stoppées, la production d'acides est neutralisée et l'évolution des lésions carieuses s'arrête. (48)

De plus, **l'apport d'ions fluorures** renforce les tissus dentaires en s'intégrant dans l'HAP pour substituer les ions hydroxydes par des ions fluorures, formant ainsi de la fluoroapatite. Celle-ci est plus résistante à l'acidité et réduit la solubilité des tissus dentaires. (47)

Les fluorures, en plus de protéger les surfaces dentaires de l'acidité, perturbent le métabolisme énergétique des bactéries, les rendant ainsi plus vulnérables à l'acidité. En effet, les fluorures permettent d'inhiber le métabolisme bactérien des espèces les plus cariogènes en bloquant des enzymes clés, comme l'énolase, et les systèmes de transport, notamment la pompe H+/ATPase. Par conséquent, la fermentation lactique et la production d'acides par les bactéries sont limitées, et leur tolérance à l'acidité est diminuée.

La plaque dentaire, en se chargeant d'ions fluorures, devient un véritable réservoir, prolongeant ainsi leur effet protecteur.

L’usage régulier de fluorures représente donc l’une des mesures prophylactiques les plus efficaces pour réduire l’incidence de la maladie carieuse. (47)

b. Evolution en problème infectieux

Non traitée, la maladie carieuse évoluera en **pathologie pulpaire**, caractérisée par une contamination bactérienne du tissu pulpaire. Elle peut également se compliquer en **pathologie pulpo-parodontale**, liée à la propagation bactérienne du tissu pulpaire vers les tissus parodontaux via l’endodonte. (50) Ces pathologies peuvent avoir des conséquences néfastes sur le bien-être et les performances des athlètes. (9)

L’endodonte constitue la partie la plus interne de la dent. Il comprend la chambre pulpaire, située à l’intérieur de la couronne et renfermant la pulpe camérale, ainsi qu’un ou plusieurs canaux radiculaires, situés à l’intérieur des racines et contenant la pulpe radiculaire. Le foramen apical est un orifice correspondant à l’ouverture du canal radiculaire à l’extérieur de la racine et permettant le passage d’un paquet vasculo-nerveux constitué d’un réseau nerveux, lymphatique, veineux et artériel. (51)
Les pathologies pulpaires ainsi que les pathologies pulpo-parodontales qui en découlent, résultent de **l’invasion du système endo-canalaire par des germes**. Les portes d’entrées sont multiples : caries (90% des pathologies pulpaires), fractures franches, fêlures plus discrètes ou manque d’herméticité des obturations coronaires. Ces lésions ont toutes en commun une **atteinte de l’émail**. En l’absence de cette protection, la dentine, qui est une structure naturellement perméable, est exposée, favorisant ainsi le passage de bactéries. (51)
Ces facteurs peuvent entraîner **l’infection** puis la **nécrose de la pulpe**. (52)

- Colonisation bactérienne de l’endodonte

En raison de la localisation de l’agent agresseur et de la structure anatomique de la pulpe, l’inflammation pulpaire évolue dans une direction corono-apicale, comme l’illustre la figure 16.

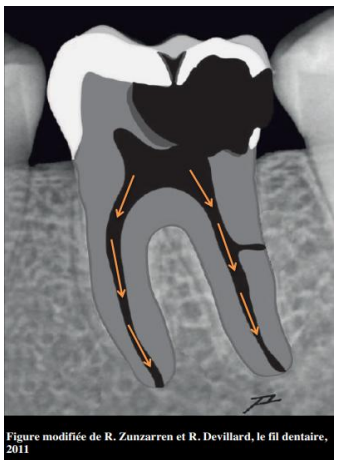
La **pulpite** désigne un état inflammatoire de la pulpe, caractérisé par une pulpe vivante mais enflammée. Lorsque la lésion carieuse atteint la dentine, elle favorise l'agression bactérienne de la pulpe, conduisant à une **pulpite réversible**.

Si cette agression évolue jusqu'à la colonisation bactérienne de l'endodonte, on parle alors de **pulpite irrevérsible**. Dans ce cas, l'état inflammatoire de la pulpe devient incompatible avec un retour à un état normal.

Les fibres nerveuses sont stimulées en permanence par les médiateurs chimiques de l'inflammation libérés par l'agression bactérienne. Ces médiateurs induisent une vasodilatation et une augmentation de la perméabilité vasculaire, entraînant un œdème pulpaire. Etant donné que la pulpe est confinée dans une structure rigide, l'œdème ne peut pas s'étendre librement, ce qui provoque une augmentation de la **pression intra-pulpaire**. Cette augmentation comprime les vaisseaux sanguins, entraînant une ischémie qui peut évoluer vers la nécrose des cellules pulpaires.

Si l'agression persiste, la pulpite peut progresser vers une **nécrose pulpaire complète**, avec une colonisation bactérienne envahissant l'ensemble des tissus pulpaires. (50)

Figure 16. Progression de l'inflammation pulpaire à partir d'une carie volumineuse



Source : cours du Pr Maryline MINOUX, Les pathologies pulpaires et pulpo-parodontales, mars 2021 (50)

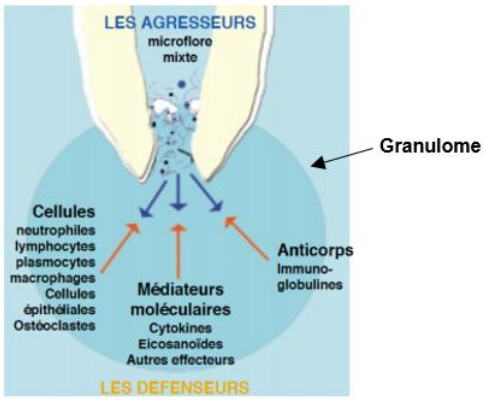
- Envahissement des tissus péri-apicaux

En l'absence de traitement de la nécrose pulpaire, l'inflammation et l'infection de l'endodonte gagnent progressivement le **périapex**. (50)
Ce processus entraine donc une complication du syndrome pulpaire, évoluant vers un **syndrome parodontal**.
Le premier stade correspond à la **parodontite apicale aiguë débutante** (pulpo-desmodontite), qui est une phase de transition entre la pulpite irréversible et la parodontite apicale aiguë installée. À ce stade, la pulpe est encore vivante mais sévèrement enflammée, et l'inflammation commence à atteindre la région péri-apicale. (50)

Avec le temps, la pulpe devient complètement **nécrosée** et **infectée**.
L'espace pulpaire nécrotique constitue alors un habitat idéal pour les bactéries, principalement anaérobies. Ces bactéries, parfois associées à des levures ou des virus, s'organisent en biofilm, une structure qui les rend plus résistantes aux agents antibactériens utilisés lors des actes thérapeutiques. (52)

Cette nécrose totale de la pulpe dentaire peut entrainer différentes réponses au niveau du péri-apex :
Réponse aiguë immédiate : il s'agit d'une parodontite apicale aiguë (PAA) installée ou d'un abcès apical aigu (AAA).
Réponse chronique : il s'agit d'une parodontite apicale chronique, associée à une destruction osseuse plus ou moins étendue. Cette destruction résulte de l'inflammation induite par les toxines et enzymes libérées par les bactéries intra-canalaires. Cette inflammation active les ostéoclastes, provoquant la résorption de l'os péri-apical et la formation d'un granulome péri-apical. Le granulome est une cavité remplie de tissu de granulation, entouré d'une capsule fibreuse et normalement exempt de bactéries, car elles sont éliminées par les mécanismes de défense de l'hôte et restent confinées dans l'espace pulpaire. La formation de ce granulome est illustrée sur la figure 17.

Figure 17. Schéma de la formation d'un granulome péri-apical



Source : cours du Pr Maryline MINOUX, Les pathologies pulpaires et pulpo-parodontales, mars 2021 (50)

Lors d'une réponse chronique, un granulome peut persister de manière quiescente pendant des années. Cependant, cet équilibre peut être rompu à tout moment, entraînant une évolution vers une phase aiguë (PAA ou AAA).
Ainsi, en l'absence de traitement, une parodontite apicale chronique peut évoluer vers une réponse aiguë, et/ou le granulome peut s'abcéder ou évoluer en kyste. (50)

Les pathologies pulpo-parodontales peuvent donc évoluer selon un mode aigu ou chronique, avec la possibilité de transitions entre ces deux formes. (50) Une infection chronique semble davantage associée à l'organisation en biofilm des bactéries, tandis qu'une phase aiguë serait plutôt associée à un état dispersé, appelé état planctonique. (52)
☞ La cinétique de développement de ces pathologies ainsi que leur symptomatologie ne sont pas vraiment prévisibles en raison de la variabilité de la virulence des souches bactériennes présentes ainsi que du statut immunitaire de l'hôte. (50)

- Envahissement des tissus mous de la face

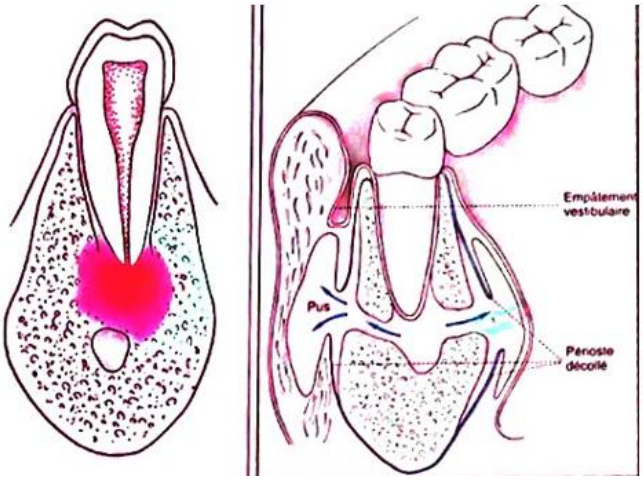
Une infection au niveau péri-apical non traitée peut finalement s'aggraver et former une **cellulite cervico-bucco-faciale odontogène**.
En effet, la cellulite dentaire est une infection bactérienne des tissus mous, résultant généralement de la **diffusion** d'une infection dentaire vers les tissus environnants, comme illustré sur la figure 18. Celle-ci se caractérise par une inflammation diffuse des

tissus cellulo-adipeux péri-faciaux, pouvant entraîner une **tuméfaction douloureuse**, des **rougeurs**, et parfois une **propagation vers des espaces anatomiques plus profonds**. Les tuméfactions ne contiennent pas que de l'infection, il y a de l'**œdème** issu de la réaction inflammatoire.

Les formes peuvent être **circonscrites** ou **diffuses**, et, dans des cas graves, la cellulite peut engendrer des **complications systémiques** ou mettre en jeu le **pronostic vital**.

Grâce à l'antibiothérapie, ces infections sont moins fréquentes qu'autrefois, mais leur gravité peut augmenter en cas d'immunodépression ou de prise d'anti-inflammatoires non stéroïdiens. (53)

Figure 18. Propagation d'une infection péri-apicale vers les tissus environnants



Source : cours d Pr Fabien BORNERT, Cellulites bucco-cervico-faciales, septembre 2020 (53)

☞ Une carie dentaire non traitée peut donc évoluer en un problème infectieux.

Dans un premier temps, les bactéries affectent les tissus internes de la dent, entraînant des pathologies pulpaires. Par la suite, les bactéries peuvent se propager aux structures environnantes, telles que le péri-apex, entraînant des pathologies pulpo-parodontales.

Si cette infection n'est pas maitrisée, les bactéries peuvent diffuser vers les tissus mous et entrainer des complications graves, telles que des infections des tissus mous de la face (cellulite faciale dentaire) ou même des troubles systémiques, mettant ainsi en péril la santé générale de l'individu.

En raison de la symptomatologie de ces pathologies dentaires, en particulier lors des phases aiguës, l'athlète peut voir son entrainement ou ses performances en compétition perturbés.

3. L'érosion dentaire

L'érosion est une **perte de tissus dentaires minéralisés** causée par un processus chimique de **déminéralisation** de la dent **sans participation bactérienne**.

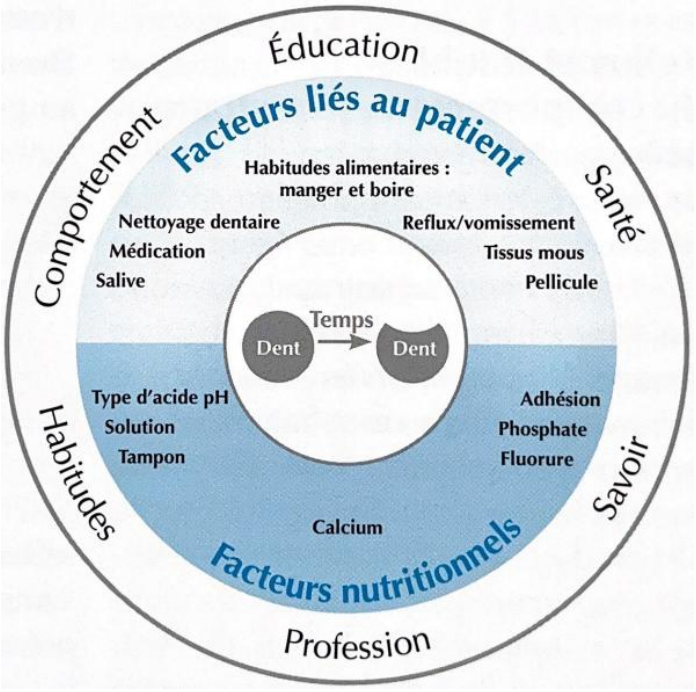
Ces dernières années, de manière générale, la prévalence de l'érosion a augmenté du fait de la modification des comportements alimentaires de la population. La consommation de sodas, boissons acides et sauces vinaigrettes par exemple, a fortement augmenté, de même que les habitudes telles que siroter, boire à la bouteille ou aspirer entre les dents.

Néanmoins, l'étiologie de l'érosion dentaire n'est pas attribuable seulement aux comportements alimentaires. Il s'agit d'un **processus multifactoriel**. Des facteurs **intrinsèques** et **extrinsèques**, protecteurs et endommageants doivent être considérés.

La figure 19 schématise une vue d'ensemble des **facteurs dépendants du patient** : habitudes alimentaires, hygiène bucco-dentaire, médication, salive, reflux/vomissements, et de **l'alimentation** : types d'aliments et de boissons, calcium, fluorure, etc.

À la périphérie du cercle du schéma, sont représentés les **facteurs généraux** impliqués dans le processus : éducation, santé, profession, savoir, etc. (54)

Figure 19. Facteurs influençant l'incidence de l'érosion dentaire



Source : Adrian Lussi, Thomas Jaeggi. L'érosion dentaire : diagnostic, évaluation du risque, prévention, traitement, 2012.(54)

Il a été démontré que la pratique d'un sport est à l'origine d'une érosion dentaire. Toutefois, l'érosion dentaire n'est pas une conséquence directe de la pratique sportive ; ce sont plutôt les **comportements associés** qui augmentent l'incidence de l'érosion chez les sportifs. La prévalence moyenne de cette érosion chez les athlètes a été estimée à 47% selon plusieurs études. (9) Elle est essentiellement due à la **consommation de boissons pour sportifs**, mais elle peut également résulter d'un **reflux gastro-œsophagiens** provoqué par un exercice intensif, une diminution de la salivation (54), ou encore de **troubles du comportement alimentaire**, notamment la boulimie nerveuse (55).

Les différentes étiologies, intrinsèques et extrinsèques de l'usure dentaire liée à la pratique sportive seront abordées ci-dessous :

a. L’usure d’origine extrinsèque

- L’alimentation et les boissons acides

La consommation d’aliments et de boissons acides a fortement augmenté ces dernières années, devenant la cause extrinsèque la plus fréquente des érosions dentaires. En Europe, la consommation de sodas et de jus de fruits augmente continuellement et représente 30% des boissons non alcoolisées consommées. Beaucoup de ces boissons disponibles sur le marché ont un pH inférieur à 5,5, le seuil critique en dessous duquel on observe une déminéralisation de l’émail.
Cependant, le potentiel érosif des aliments et des boissons n’est pas déterminé uniquement par le pH. Il dépend également du pouvoir tampon du produit, de sa concentration en ions calcium, phosphate ou fluor, ainsi que leurs propriétés chélatantes. Ces dernières peuvent affaiblir la protection naturelle de l’émail dentaire en se liant à des minéraux essentiels comme le calcium. L’acide citrique, par exemple, peut se lier au calcium de l’émail et contribuer à son affaiblissement. En raison de ces autres facteurs, les potentiels érosifs des aliments et des boissons peuvent être différents malgré un pH équivalent.
Un pouvoir tampon élevé prolonge l’élévation du pH dans la salive, une forte concentration en calcium, en phosphore ou en fluor semble avoir un effet protecteur pour les dents. (54)

- Boissons pour sportifs

Certaines boissons de l’effort ont un pH acide, inférieur à 5,5, favorisant ainsi l’apparition d’érosions dentaires. Les boissons isotoniques, par exemple, sont souvent acides et moins saturées en calcium et en phosphate que l’émail et la dentine, pouvant donc provoquer des érosions dentaires. (54)
Il a été démontré que la fréquence de consommation des boissons acides jour un rôle plus déterminant dans l’érosion dentaire que la quantité totale consommée. Les athlètes sont particulièrement exposés à ce risque, en raison de leur **consommation fréquente** de ces boissons, d’une **ingestion sur des périodes prolongées**, d’un **flux salivaire réduit** et d’une **respiration buccale**. (9)

Une **consommation raisonnable** de ces boissons n'augmente donc pas nécessairement l'incidence de l'érosion dentaire. De plus, des boissons pour le sport non érosives, enrichies en calcium, sont désormais disponibles sur le marché. (54)

- Médications

La prise de certains compléments alimentaires ou de certains médicaments, comme des tranquillisants, des antihistaminiques, des anticholinergiques ou encore des comprimés effervescents par exemple, peuvent **diminuer le pH salivaire** en raison de leur forte acidité et/ou **réduire la salivation**. Des contacts fréquents et prolongés des dents avec ces médicaments peuvent provoquer directement l'érosion dentaire ou l'accélérer. (54,56)

- Natation à haut niveau

Le pH recommandé pour les eaux des piscines se situe entre 7,2 à 8. Ainsi, des entraînements même prolongés dans ces eaux, ne conduisent généralement pas à l'érosion dentaire.
Mais malheureusement, le pH des piscines peut parfois être sujet à des contrôles insuffisants et descendre **sous la barre des 3**. Dans ce cas, cela peut alors être à l'origine d'une érosion dentaire très étendue et très rapide, en particulier chez les athlètes s'entraînant plusieurs fois par semaine dans des eaux à pH faible. (54)

b. L'usure d'origine intrinsèque

- Reflux gastro-œsophagien (RGO)

Le RGO existe chez 10% des adultes et des enfants, et conduit souvent à des lésions érosives au niveau dentaire. Il s'agit de **régurgitations répétées du contenu gastrique**, dont le pH varie en fonction des aliments et des boissons consommées. À jeun, ce pH est normalement compris entre 0,8 et 2. De plus, le suc gastrique contient de **l'acide chlorhydrique** ainsi que des **enzymes** telles que la pepsine et des acides biliaires, **qui favorisent l'érosion, surtout de la dentine.** (54)

Ces régurgitations résultent d'une **défaillance du système anti-reflux**, qui empêche habituellement la remontée du contenu gastrique dans l'œsophage. (56)

On distingue le **RGO dit « physiologique »**, qui se manifeste par intermittence sans provoquer de complications, du **RGO « pathologique »** durable et fréquent, qui entraine des symptômes et/ou des complications gênantes, pouvant donner naissance à des manifestations œsophagiennes ou extra-œsophagiennes. (54,56)

Chez le sportif, la présence du RGO varie en fonction de l'intensité et du type d'exercice, mais ne dépend pas de la durée de celui-ci.

Il est surtout observé pour des **efforts intenses** se situant à 70-80% de la consommation maximale en oxygène (VO2 max). Les sports tels que la course à pied, le cyclisme, l'haltérophilie ou l'aviron par exemple, sont les sports les plus reconnus pour favoriser le RGO.

Pendant l'exercice, notamment un effort intense, plusieurs mécanismes contribuent à ce risque :

- **Diminution de la salivation et de la déglutition de salive** : son rôle de tampon sur l'acidité gastrique est donc diminué, augmentant ainsi l'acidité pendant l'effort.
- **Diminution de la motricité œsophagienne** en raison de l'ischémie locale due à la redistribution sanguine vers d'autres organes plus prioritaires, empêchant l'évacuation efficace du reflux acide.
- **Diminution du tonus du sphincter inférieur de l'œsophage** (muscle situé à la jonction entre l'œsophage et l'estomac, qui empêche le reflux acide de l'estomac) **et augmentation de la pression intra-abdominale**, facilitant ainsi le passage des sécrétions acides de l'estomac vers l'œsophage.
- **Diminution de la vidange gastrique**, augmentant ainsi le volume gastrique, ce qui exerce une pression supplémentaire sur le sphincter inférieur de l'œsophage, qui est déjà plus vulnérable pendant l'exercice intense.
- **Augmentation compensatoire de la vitesse de propagation des ondes péristaltiques** (contractions successives des muscles de l'œsophage qui permettent de déplacer le contenu de l'œsophage vers l'estomac), permettant de contrebalancer les mécanismes qui ralentissent l'évacuation du contenu œsophagien. Cependant, cet effet peut ne pas être suffisamment prononcé pour prévenir efficacement le reflux acide.

Proportionnelles à l'intensité de l'effort, ces anomalies sont rapidement réversibles à l'arrêt de l'exercice, généralement en moins d'une heure.
Cependant, la **répétition** d'exercices intensifs peut favoriser l'apparition d'un RGO pathologique, accompagné de manifestations cliniques variées, telles que des douleurs épigastriques à type de crampes, de nausées, de vomissements, de manifestations pulmonaires ou encore d'**érosions dentaires,** pouvant être réellement problématiques pour les athlètes. (56,57)

Les **recommandations** pour prévenir le risque de RGO chez les sportifs sont les suivantes :

- Respecter une alimentation appropriée, permettant d'obtenir une vacuité gastrique dès le début de l'exercice.
- Eviter les boissons trop concentrées en glucose, acides ou gazeuses.
- Préférer les aliments/boissons à température ambiante plutôt que froides, permettant de stimuler la motricité de l'estomac.
- Prévenir la déshydratation en absorbant un volume important de solution aqueuse (eau avec des sels minéraux et des calories glucidiques) avant l'effort, puis en absorbant de petites quantités à intervalles réguliers pendant l'effort. (56,57)

- Troubles du comportement alimentaire (TCA) : boulimie et anorexie

Les troubles du comportement alimentaire (TCA) sont complexes à identifier, évaluer et gérer. Ils s'inscrivent sur un spectre allant d'une **nutrition optimisée** à des **troubles alimentaires cliniques**.
Les athlètes, notamment ceux de haut niveau, présentent un risque accru de développer des TCA par rapport à la population générale. Ces troubles peuvent toucher tout athlète, mais les femmes sont toutefois plus fréquemment touchées que les hommes (de 0 à 19% chez les hommes et de 6 à 45% chez les femmes). De plus, les athlètes qui participent à des sports jugés sur des critères esthétiques, gravitationnels et à catégories de poids, présentent un risque plus élevé de TCA.
Ces troubles peuvent inclure des régimes restrictifs à court terme évoluant vers une **restriction chronique** des apports énergétiques ou des nutriments, des **crises de boulimie**, des **vomissements provoqués**, une **déshydratation** active ou passive, ou

encore l'utilisation de **laxatifs**, de **diurétiques** ou de **pilules amaigrissantes**, souvent accompagnés d'un **entraînement excessif**.
Ces comportements ont des répercussions majeures sur la santé et la performance. Parmi les principaux risques figurent le développement d'une déficience énergétique, une altération des fonctions physiologiques et psychologiques, une augmentation des risques de maladies et de blessures, ainsi qu'une baisse de la qualité et la régularité de l'entraînement. Ces pratiques peuvent entrainer des déséquilibres électrolytiques, une déshydratation, des carences nutritionnelles, des troubles gastro-intestinaux, cardiovasculaires, immunitaires et hormonaux. La santé mentale, la fonction menstruelle, la croissance et le développement osseux peuvent également être affectés. (58)

Les deux formes les plus courantes des troubles du comportement alimentaire sont l'**anorexie mentale** et la **boulimie nerveuse**. L'anorexie mentale est principalement associée à une restriction alimentaire, tandis que la boulimie nerveuse se caractérise par des épisodes récurrents d'hyperphagie incontrôlée compensés par des comportements tels que des vomissements auto-induits, des purges ou un excès d'exercice.
Ces troubles sont associés à un **risque accru d'érosion dentaire**, notamment chez les personnes atteintes d'un trouble associé à des **vomissements** auto-induits fréquents. (55)

Au niveau dentaire, des **vomissements chroniques** (au moins trois fois par semaine (55)) entraînent généralement **l'érosion des faces occlusales et palatines des dents maxillaires, en particulier des incisives**. (54) Il s'agit des surfaces dentaires qui entrent le plus en contact avec l'acide gastrique. Cela provoque la perte d'émail, exposant ainsi la dentine et/ou modifiant la forme des dents. Chez les personnes atteintes de boulimie nerveuse, 78% d'entre elles présentent en moyenne 7,6 surfaces dentaires érodées, contre 0,2 surface érodée chez des sujets sains. (55)
Des études ont montré que le brossage des dents immédiatement après un épisode de vomissement peut aggraver l'érosion dentaire.
Afin de prévenir les dommages dentaires chez les patients souffrant d'un TCA associé à des vomissements, il est recommandé de se rincer la bouche avec de l'eau ou d'autres liquides neutres pour neutraliser l'acide présent dans la cavité buccale. (55)

- Salive

La salive joue un rôle marquant au cours de l'érosion. (54) En effet, comme vu au chapitre II, I.1.a., celle-ci protège les dents des acides grâce à son pouvoir tampon permettant de maintenir un pH salivaire aux alentours de 7 et aide au processus de reminéralisation de l'émail par les ions calcium et phosphate.
Il a été démontré que lors d'une activité physique intense, la sécrétion salivaire diminuait. De plus, lors de ces efforts intenses, les athlètes adoptent une respiration buccale ce qui accentue la sécheresse buccale. ☞ Sans protection suffisante de la salive, les tissus dentaires sont donc plus vulnérables et peuvent être endommagés par l'érosion dentaire. (44)

4. Les parodontopathies

Les parodontopathies regroupent l'ensemble des maladies affectant le **parodonte**, c'est-à-dire les **tissus de soutien de la dent** : la gencive, le ligament parodontal, le cément et l'os alvéolaire.
Ces maladies résultent d'une **dysbiose du microbiote buccal**, qui déclenche une réponse inflammatoire de l'organisme plus ou moins importante. Ce n'est ni la dysbiose seule, ni la réponse inflammatoire de l'hôte seule, qui cause la maladie, mais **l'interaction mutuelle** entre ces deux composantes.
Certaines espèces bactériennes bien spécifiques, dites **« pathogènes clés »**, jouent un rôle central dans le déclenchement de la dysbiose et des maladies parodontales. Parmi elles figurent *Porphyromonas gingivalis, Aggregatibacter actinomycetemcomitans, Fusobacterium nucleatum, Prevotella intermedia*…
Quelle que soit la composition du biofilm sous-gingival, une bonne **hygiène bucco-dentaire** est essentielle pour limiter l'accumulation bactérienne à l'origine des maladies parodontales. Toutefois, d'autres facteurs influencent la réponse immunitaire et inflammatoire, notamment des **facteurs intrinsèques** (propres à l'hôte : composante génétique) et **extrinsèques** (environnementaux : tabac, nutrition, médicaments, pathologies systémiques, stress, etc.). Cette nature multifactorielle de la maladie explique la multitude de profils cliniques des patients, qui peuvent parfois

présenter un niveau d'hygiène bucco-dentaire comparable mais des atteintes parodontales très différentes. (34)

Les maladies parodontales peuvent se diviser en deux grandes catégories : la **gingivite** et la **parodontite**.

- La **gingivite** correspond au stade initial et **réversible** de la maladie parodontale. La gencive apparaît érythémateuse, œdématiée et saigne au brossage.
- En progressant, elle peut entraîner une destruction inflammatoire du ligament parodontal et de l'os alvéolaire **irréversible**, évoluant ainsi vers une **parodontite**.

Selon des études menées chez les athlètes d'élite, la prévalence de la gingivite varie de 58 à 77%. La prévalence de la parodontite est moins élevée, mais touche tout de même de 0 à 41% des athlètes. Comparés aux personnes non sportives, il a été décrit une santé gingivale significativement plus mauvaise chez les athlètes. (9)

La santé parodontale des sportifs est influencée par de nombreux facteurs : hygiène bucco-dentaire, alimentation, stress et « bouche sèche » :

- **L'alimentation du sportif a un impact sur la santé parodontale.**

Les **glucides**, sont néfastes pour la santé parodontale en raison de leurs effets pro-inflammatoires. Leur consommation élevée, fréquente chez les athlètes, favorise l'inflammation gingivale par une augmentation de la plaque dentaire et la prolifération de bactéries pathogènes.

En revanche, une alimentation riche en **protéines** et en **graisses saines** est bénéfique pour le parodonte. Les protéines participent au maintien des tissus gingivaux, à la cicatrisation et à la défense immunitaire. Les graisses, notamment les graisses polyinsaturées comme les **oméga-3**, possèdent des propriétés anti-oxydantes et anti-inflammatoires qui protègent les tissus parodontaux. À l'inverse, les graisses saturées augmentent le stress oxydatif et peuvent aggraver les lésions.

De ce fait, des **carences alimentaires**, notamment en protéines et en oméga-3, peuvent ralentir la cicatrisation, affaiblir les propriétés antibactériennes de la salive et diminuer la réponse anti-inflammatoire et immunitaire du parodonte. De plus, chez les

sportifs, la consommation fréquente de produits sucrés peut contrecarrer les effets bénéfiques des protéines et des graisses. Ces éléments augmentent alors le risque des maladies parodontales. (9)

- **Le stress du sportif a également un impact sur la santé parodontale**.

Les athlètes sont souvent soumis à un stress intense dû à l'entraînement et aux exigences de performance.

Le stress entraine une augmentation du taux de **cortisol**, ce qui peut altérer le rôle anti-inflammatoire de la salive (par une baisse des taux de cytokines anti-inflammatoires) et la défense immunitaire salivaire (par le dysfonctionnement des macrophages). Cela contribue à une inflammation accrue et à une dégradation de la santé parodontale. (9)

- De plus, la **« bouche sèche »**, fréquente chez les sportifs, aggrave encore ce problème.

En effet, le flux salivaire étant réduit, les taux d'immunoglobulines salivaires A et de protéines antimicrobiennes (α-amylase, lysozyme et lactoferrine) diminuent, ce qui rend les tissus plus vulnérables aux infections et à l'inflammation. (9)

5. Les problèmes bucco-dentaires liés aux dents de sagesse

Les troisièmes molaires appelées « dents de sagesse » sont localisées aux extrémités les plus en arrière de chaque mâchoire. (59)

Les dents de sagesse maxillaires peuvent provoquer des difficultés en raison de leur relation avec les sinus et les yeux, mais ce sont surtout les dents de sagesse mandibulaires qui risquent de poser le plus de problèmes aux sportifs. (45)

Les problèmes liés aux **accidents d'évolution** des dents de sagesses sont fréquents et perturbent les performances des athlètes.

✶ Par exemple, en 1997, le cycliste Richard Virenque, prétendant au titre du Tour de France, a dû se faire **extraire une dent de sagesse** en urgence et a ainsi perdu trois semaines de préparation.

En 2010, Mark Cavendish, cycliste professionnel et l'un des meilleurs sprinters au monde, a connu un début de saison difficile en raison d'une **infection au site**

d'extraction d'une dent de sagesse retirée durant l'hiver. Sa préparation hivernale a de ce fait été perturbée.

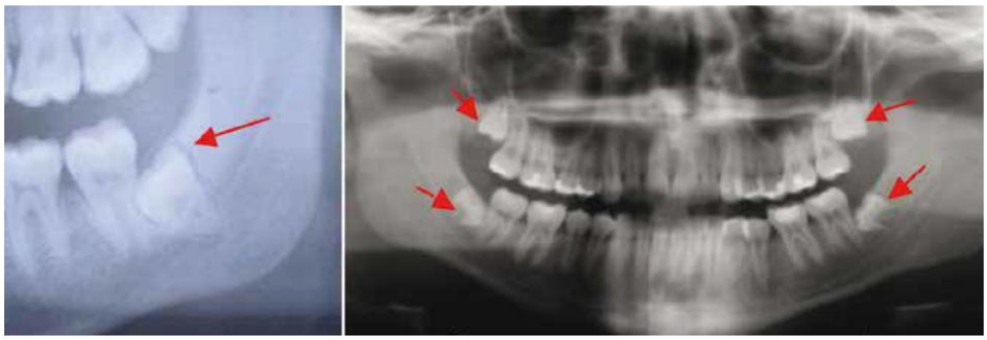
De même, en 2011, le cycliste Andy Schleck, coureur luxembourgeois et vainqueur du Tour l'année précédente, s'est vu obligé d'écourter sa saison et déclarer forfait pour les championnats du monde, pour subir **l'extraction d'une dent de sagesse mandibulaire problématique**.

En 2013, le cycliste Finlandais de la Française des Jeux, Jussi Veikkanen, a dû renoncer au Tour d'Italie pour se faire **opérer des dents de sagesse**. (60)

a. Evolution des dents de sagesse maxillaires et mandibulaires

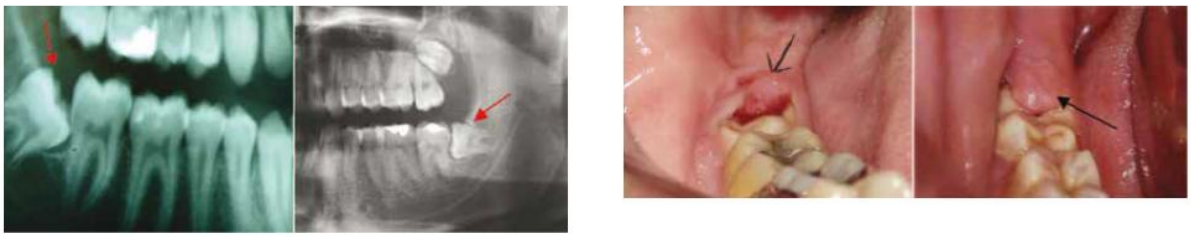
La croissance de la tête s'effectue normalement dans les trois plans de l'espace : le plan transversal, le plan frontal et le plan sagittal. Si cette croissance est insuffisante dans le plan sagittal, les dents de sagesse peuvent rencontrer des difficultés à s'intégrer dans les arcades dentaires. Dans ce cas, au-delà de la date normale d'éruption (entre 16 et 25 ans), elles seront alors qualifiées d'**incluses** : figure 20 (totalement enfouies dans l'os et entourée par leur sac péri-coronaire sans communication avec la cavité buccale), ou **semi incluses** : figure 21 (une partie de la dent émerge dans la gencive). (59)

Figure 20. Dents de sagesse incluses asymptomatiques



Source : Dr Frédéric Denis, La médecine du sport.com : Dent de sagesse et cyclisme de haut niveau, 2014 (60)

Figure 21. Dents de sagesse en désinclusion (gauche) et présence de capuchons muqueux (droite)



Source : Dr Frédéric Denis, La médecine du sport.com : Dent de sagesse et cyclisme de haut niveau, 2014 (60)

La dent de sagesse mandibulaire est la plus souvent incluse. Elle n'est présente sur l'arcade que dans 20% des cas. Bjork et al (1956) attestent que l'inclusion de la dent de sagesse mandibulaire est généralement liée à un manque d'espace de la région rétromolaire, qui représente l'espace entre la seconde molaire et le ramus mandibulaire.

Les paramètres squelettiques importants qui expliquent les variations de taille de cet espace sont :

- La direction de croissance du condyle,
- La croissance mandibulaire en longueur,
- La direction de l'éruption dentaire.

Une direction de la croissance condylienne verticale, une longueur mandibulaire réduite et la direction d'éruption dentaire orientée vers l'arrière, favoriseraient l'inclusion de la dent de sagesse mandibulaire (Bjork et coll, 1956). (61,62)

La dent de sagesse maxillaire évolue généralement plus facilement que la dent de sagesse mandibulaire, en raison de l'absence d'obstacle osseux au niveau du maxillaire. Elle peut ainsi faire plus facilement son éruption dans la bonne position ou en légère vestibuloversion. (61)

b. Anomalies d'évolution de la dent de sagesse

Normalement, le processus de verticalisation aboutit à l'éruption de la dent de sagesse en bonne position sur l'arcade, avec une édification complète des racines et du parodonte. Cependant, en raison d'un manque d'espace ou de la présence d'un

obstacle osseux, infectieux ou musculo-tendineux, une anomalie d'évolution de la dent de sagesse peut survenir au cours de son éruption. Cela peut alors entrainer un **accident d'éruption**, se manifestant par des **péricoronarites** et/ou des **kystes folliculaires / dentigères**. (61)

- La péricoronarite

Les poussées des dents de sagesse sont très souvent accompagnées d'**états inflammatoires** et parfois **infectieux**. Ces états sont souvent liés à une hygiène bucco-dentaire déficiente. (45) On parle de péricoronarite.

La péricoronarite est une affection inflammatoire (**péricoronarite aiguë congestive**) et/ou infectieuse (**péricoronarite aigüe suppurée**) qui peut survenir lors de l'éruption des dents de sagesse lorsque l'espace péricoronaire est en communication avec la cavité buccale. *Cette situation est illustrée sur la figure 21*. Un capuchon muqueux difficilement accessible au brossage est présent. De ce fait, une flore microbienne, essentiellement anaérobie, peut s'y développer. (61)

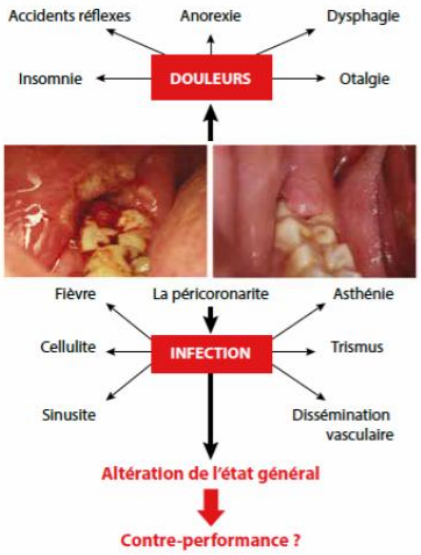
La **péricoronarite aiguë congestive** se manifeste par une douleur spontanée de la région rétromolaire avec possible irradiation vers l'oreille. L'examen clinique révèle une gencive érythémateuse, œdématiée, laissant apparaître une partie de la couronne de la dent de sagesse. De la plaque dentaire et/ou des débris alimentaires sont très souvent présents dans cette zone.

L'évolution est variable. Si le patient ne consulte pas un chirurgien-dentiste, l'accident d'évolution peut guérir avec la mise en place de la dent sur arcade, ou bien la phase aiguë congestive évolue vers une phase aiguë suppurée.

La **péricoronarite aiguë suppurée** révèle la présence d'une infection du sac péricoronaire. Elle se manifeste par des douleurs intenses, qui deviennent insomniantes, associées à des otalgies violentes. Elle peut s'accompagner d'une dysphagie, d'un trismus (ouverture buccale diminuée voire empêchée), d'une sinusite, d'une cellulite faciale, de fièvre, de fatigue et peut même, dans des cas exceptionnels, provoquer une infection focale. L'examen clinique révèle la présence d'un capuchon muqueux laissant sourdre un liquide purulent à la pression. (61)

L'état général de l'athlète est donc altéré, ce qui ne le place pas dans de bonnes conditions pour pratiquer son sport. Ce tableau clinique est illustré sur la figure 22.

Figure 22. Tableau clinique de la péricoronarite



Source : Dr Frédéric Denis, La médecine du sport.com : Dent de sagesse et cyclisme de haut niveau, 2014 (60)

Il existe également une forme **chronique**, souvent négligée car les douleurs s'atténuent, mais elle est associée à une haleine fétide liée à la suppuration chronique du sac péricoronaire. Une adénopathie sous-maxillaire est fréquente et indolore. Cette forme chronique entraîne une baisse de forme, et peut à tout moment passer vers le stade aigu. (45,61)

- Le kyste dentigère

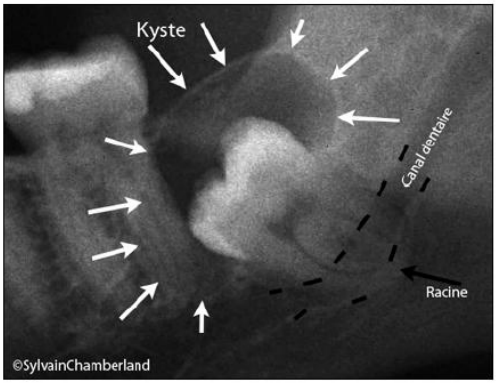
Le kyste dentigère, anciennement appelé kyste folliculaire ou kyste corono-dentaire, se développe à partir du sac péricoronaire d'une dent incluse ou enclavée suite à l'accumulation de liquide kystique.
Ce kyste représente plus de 20% des kystes odontogènes et est localisé dans 75% des cas à la mandibule, principalement en regard des dents de sagesse incluses ou enclavées. Il peut également se développer au niveau des canines maxillaires incluses, des dents de sagesse maxillaires, des dents surnuméraires ou des odontomes. (63)

Ce kyste est très souvent **asymptomatique**, ce qui peut retarder le diagnostic. Il est généralement révélé par un retard d'éruption dentaire asymétrique, par l'apparition

d’une tuméfaction, le plus souvent mandibulaire, ou la survenue d’un épisode infectieux, conduisant à un bilan radiographique.

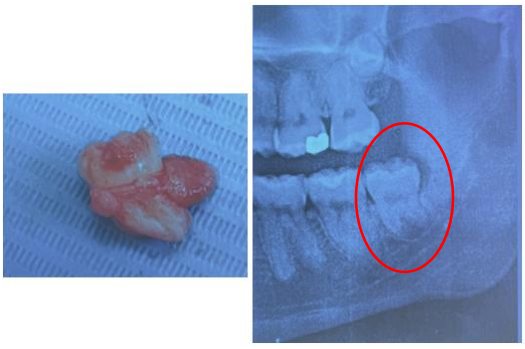
L’image radiologique observée est presque toujours monogéodique, radioclaire et régulière avec un liseré de condensation périphérique. Cette image englobe la couronne de la dent incluse, avec une insertion de la poche kystique au niveau de la jonction amélo-cémentaire de la dent. L’évolution lente et progressive du kyste peut entrainer une rhizalyse des dents adjacentes. (61,63) Les figures 23 et 24 illustrent ces aspects.

Figure 23. Aspect radiologique d’un kyste dentigère de petite étendue au niveau d’une dent de sagesse mandibulaire



Source : Docteur Chamberland, 2012 (61)

Figure 24. Aspect radiologique d’un kyste dentigère de petite étendue au niveau d’une dent de sagesse mandibulaire (droite) et aspect clinique de son exérèse (gauche)



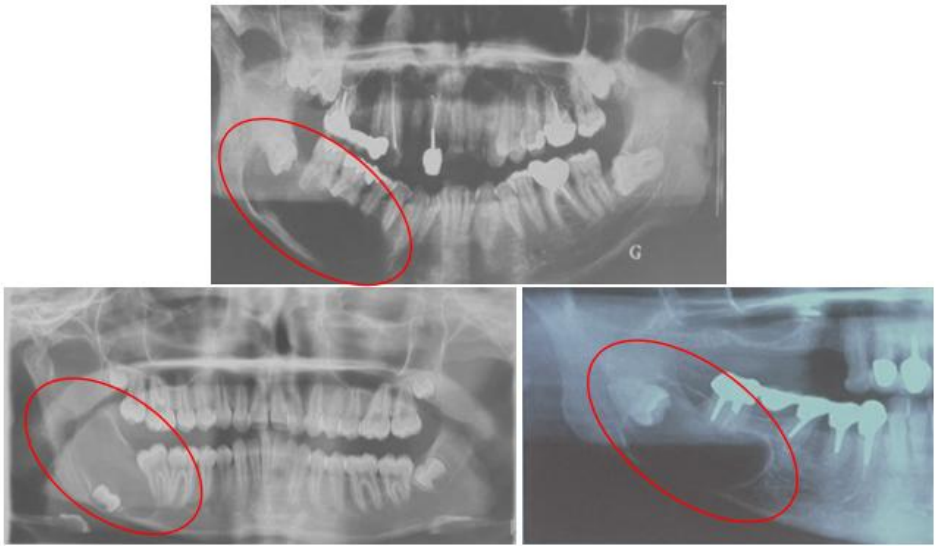
Source : images du Docteur Sophie Bahi-Gross, présentation sur les kystes du maxillaire, 2022 (63)

La figure 23 montre l'aspect radiologique d'un kyste dentigère de petite étendue localisé au niveau d'une dent de sagesse mandibulaire incluse. La figure 24 présente, à droite, l'aspect radiologique d'un kyste dentigère de petite taille avec, à gauche, l'aspect clinique de son exérèse associée à l'extraction de la dent causale dans le même temps opératoire. Le kyste dentigère est très adhérent à la jonction amélo-cémentaire de la dent.

À noter : radiologiquement, une péricoronarite peut ressembler à un kyste folliculaire de petite étendue, comme sur l'image de droite de la figure 24. Cependant, contrairement au kyste folliculaire, la péricoronarite est symptomatique.

Un kyste dentigère volumineux peut refouler la dent causale à distance de son site et/ou refouler les dents adjacentes. Il peut également provoquer la compression du canal mandibulaire, des hypoesthésies, des asymétries faciales plus rarement, ou encore un amincissement important de la corticale lié à une destruction osseuse importante augmentant le risque de fracture mandibulaire. (63) La figure 25 illustre des cas de kystes dentigères volumineux provoquant un refoulement de la dent causale, une résorption osseuse importante ainsi que des résorptions radiculaires des dents adjacentes.

Figure 25. Kystes dentigères de grande étendue au niveau des dents de sagesse mandibulaires



Source : images du Docteur Sophie Bahi-Gross, présentation sur les kystes du maxillaire, 2022 (63)

Dans certains cas, un kyste dentigère volumineux peut présenter un aspect radiologique polycyclique et peut être cloisonné, ce qui peut conduire à une confusion avec un améloblastome. (63)

Dans tous les cas, **l'exérèse chirurgicale** de ce kyste est nécessaire et un **examen anatomopathologique** de toute la pièce opératoire est indispensable pour confirmer le diagnostic. (61)

- Dent incluse et risque de fracture de l'angle mandibulaire

La présence d'une dent de sagesse incluse au niveau mandibulaire pourrait augmenter le **risque de fracture de l'angle mandibulaire**, en particulier chez les sportifs pratiquant des sports à risque, notamment les sports de contact. Selon les études, 64% des fractures de l'angle goniaque sont associées à l'existence d'une dent de sagesse incluse. (64) En effet, il a été démontré qu'en présence d'une dent de sagesse incluse, le risque de fracture du gonion était de 2 à 3 fois supérieur qu'en l'absence de celle-ci. (Safdar et coll.,1995;Lee et coll.,2000). (61)
Ce phénomène s'explique par l'occupation de l'espace osseux par la dent incluse qui, par conséquent, affaiblit la région de l'angle mandibulaire. Plus le degré d'inclusion de la dent de sagesse augmente, plus le risque de fractures du gonion est élevé (Reitzik et coll, 1978). (61)

c. Germectomie

Les radiographies panoramiques (ou d'autres clichés, si besoin) complètent l'examen clinique et permettent d'évaluer très tôt, dès 8 ou 9 ans, la place osseuse disponible et la position des germes des dents de sagesse mandibulaires. En général, ces germes commencent à se former et deviennent visibles sur un orthopantomogramme (OPT) vers 8-10 ans.
S'il est possible de prédire que ces dents risquent de poser problème à l'avenir, une **intervention préventive** appelée germectomie peut être envisagée. Cette opération consiste à retirer le germe d'une dent avant sa formation complète et est donc plus bénigne et moins traumatisante que l'extraction de la dent formée. Elle permet ainsi

d’éviter d’éventuelles complications liées à l’évolution des dents de sagesse, comme évoquées précédemment.

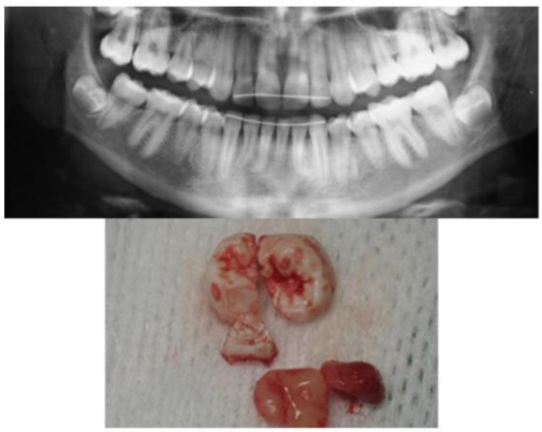
L’extraction d’une dent de sagesse incluse totalement formée peut être particulièrement traumatisante et fragiliser la mandibule. De plus, le risque de douleurs importantes et/ou d’infections post-opératoires est plus élevé si l’intervention est longue et complexe. Pour ces raisons, les germectomies des quatre dents de sagesse sont fréquemment pratiquées aujourd’hui. Celles-ci sont réalisées **vers 14 ans**, avant l’édification radiculaire totale.

Cette approche est particulièrement pertinente chez les jeunes sportifs se destinant au sport, car elle prévient d’éventuelles complications futures connues liées aux dents de sagesse.

Cependant, cette procédure n’est pas sans limites. Il arrive que dans certains cas, les germes soient difficiles à atteindre et à retirer, rendant l’intervention plus complexe et traumatisante que prévue. De plus, ces opérations sont souvent effectuées en une seule séance sous anesthésie générale, pour le confort du patient et du praticien. Cela comporte certains risques, comme une luxation de la mandibule et/ou une déchirure des capsules articulaires en raison des hyper-ouvertures buccales nécessaires. Une intervention prolongée peut également induire une fatigue ligamentaire des articulations temporo-mandibulaires.

☞ L’idéal reste de réaliser les extractions une par une, sous anesthésie locale, en respectant l’ouverture buccale, et en adoptant une approche aussi douce et non traumatisante que possible. (45,64)

Figure 26. Illustration d’une germectomie



Source : Dr Michel Abehsera, La germectomie - Dentiste Paris 16, 2025 (65)

La figure 26 illustre le cas d'une germectomie, avec au-dessus la radio panoramique et en dessous les germes retirés.

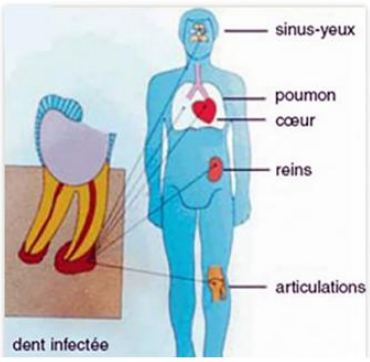
III. Les conséquences des pathologies bucco-dentaires sur la santé générale

Une **infection focale** se définit comme une infection localisée dans une partie spécifique du corps, souvent appelée **foyer primaire**, qui peut entrainer des complications à distance, par la **migration de germes**, de **toxines** ou de **fragments inflammatoires** via la circulation sanguine ou lymphatique. Ces complications peuvent entrainer des dommages dans un autre organe ou tissu, appelé **foyer secondaire**.
Le « déversement » de produits septiques d'origine dentaire dans la circulation peut survenir de plusieurs façons :

- Soit par **pyophagie** (ingestion de pus), via une lésion préexistante de la muqueuse digestive ou buccale,
- Soit par la **libération de toxines et/ou bactériémie**, c'est-à-dire la pénétration directe des germes dans le sang, qui vont ensuite se fixer sur un organe à distance.

La preuve pathogénique la plus tangible de la causalité d'un foyer sur l'autre est apporté par l'identité des germes retrouvés dans le second site, comme l'illustre la figure 27. (45,65)

Figure 27. Facteurs microbiens d'origine dentaire dans le corps



Source : Sophie Cantamessa, Le dentiste du sport et la performance sportive, AO News #066 (66)

Cependant, les foyers primaires abritent souvent une diversité microbienne plus riche que celle observée dans les sites secondaires. Par voie sanguine, les micro-organismes de la flore buccale vont se fixer à distance sur des tissus ou organes pour lesquels ils présentent une **affinité spécifique**. Ils sont particulièrement attirés par des **zones inflammatoires** ou des **lésions nécrotiques**, où la résistance locale est diminuée : c'est le phénomène d'**anachorèse**. (67)

Outre la dissémination bactérienne dans le sang, une **infection buccale** peut entraîner la **libération systémique de médiateurs inflammatoires**, tels que des cytokines pro-inflammatoires, favorisant ainsi le développement de **pathologies inflammatoires associées**. Ces pathologiques peuvent également résulter des **mécanismes de défense immuno-inflammatoires** de l'hôte.
☞ Si l'infection est sévère et prolongée, la réponse immunitaire et inflammatoire, qui sert normalement à protéger l'organisme, peut devenir délétère et provoquer des lésions. La réaction inflammatoire, la formation d'anticorps et de complexes immuns ainsi que les réactions d'hypersensibilité sont autant de mécanismes impliqués dans les manifestations pathologiques observées lors des infections. (67)

Parmi ces infections focales, celles d'origine bucco-dentaire occupent une place importante.
Cependant, les infections bucco-dentaires sont souvent diagnostiquées tardivement, lorsque les lésions sont déjà installées. Cette situation s'explique en partie par une surveillance préventive trop souvent négligée, en particulier en l'absence de symptômes évidents dans la région buccale. Pourtant, il est bien établi que de nombreuses pathologies graves, tant dans la sphère bucco-dentaire qu'ailleurs, évoluent souvent de manière silencieuse jusqu'à ce qu'une phase aiguë tardive survienne, généralement de façon imprévisible et brutale. (45)

Chez le sportif d'endurance, le risque élevé de pathologies bucco-dentaires, telles que les infections dentaires ou parodontales (chapitre II, II.) peut être à l'origine du développement d'une infection focale.
De plus, en raison de la sollicitation intense et prolongé de son organisme, l'athlète peut présenter des défenses immunitaires affaiblies (68,69), ce qui l'expose davantage

à des altérations de son état de santé général par une inflammation et/ou une infection buccale.

Parmi les conséquences des pathologies bucco-dentaires sur la santé générale figurent les **complications cardio-vasculaires et respiratoires**, **les blessures musculaires et les tendinopathies**, la **polyarthrite rhumatoïde**, ou encore un **déséquilibre insulinique chez le patient diabétique**.

1. Les complications cardio-vasculaires et respiratoires

a. Atteintes cardio-vasculaires

Les maladies cardiovasculaires figurent parmi les principales causes de décès dans le monde et sont à l'origine de nombreuses invalidités.
La **relation entre les maladies cardiovasculaires et les maladies parodontales** suscite un net intérêt dans la communauté scientifique.
Plusieurs études ont mis en évidence des **liens significatifs** entre ces deux pathologies :

- La santé bucco-dentaire est significativement plus dégradée chez les patients atteints d'infarctus du myocarde que chez les témoins (Mattila et coll., 1989).
- La forte composante inflammatoire dans la pathogénèse de l'athérosclérose (Ross, 1999) renforce la probabilité d'un mécanisme commun entre la parodontite et les maladies cardiovasculaires.
- Les personnes atteintes de maladie parodontale ont un risque 1,27 fois plus élevé de développer une athérosclérose carotidienne (Zeng et coll., 2016).
- Après ajustement des facteurs confondants (tabac, diabète, éducation…), une augmentation significative du risque de premier infarctus aigu du myocarde a été observée chez les patients atteints d'une parodontite (Rydén et coll., 2016).
- La parodontite constitue un facteur de risque indépendant des maladies cardiovasculaires (Beukers et coll., 2017). (34)

Les atteintes cardio-vasculaires en lien avec la santé bucco-dentaire, incluent principalement **l'endocardite infectieuse** et **les maladies coronariennes** dont l'origine bucco-dentaire est bien établie.

- L'endocardite infectieuse

L'endocardite infectieuse est un enjeu majeur de santé publique. En 2019, son incidence était estimée à 13,8 cas pour 100 000 sujets par an, entraînant environ 66 300 décès dans le monde. En raison de sa morbidité et de sa mortalité élevées, l'optimisation des stratégies de prévention fait l'objet d'une grande intention. (70)
L'endocardite infectieuse se définit comme une infection touchant une ou plusieurs valves cardiaques, qu'elles soient natives ou prothétiques. Elle résulte généralement d'un passage dans le sang de bactéries ou, plus rarement de champignons, qui vont ensuite se fixer et proliférer sur l'endocarde, la couche la plus interne du cœur.
L'**origine bactérienne** est la première cause de l'endocardite infectieuse, impliquant principalement les **streptocoques d'origine bucco-dentaire**. D'autres agents pathogènes, comme les staphylocoques ou certains bacilles à Gram négatif, peuvent également être en cause. (71)

Parmi les patients à risque d'endocardite infectieuse, on distingue les patients à **haut risque d'endocardite infectieuse** et les patients à **risque intermédiaire** d'endocardite infectieuses.

Les patients à haut risque d'endocardite infectieuse incluent :

- Les porteurs d'un matériel prothétique valvulaire,
- Les personnes ayant un antécédent d'endocardite infectieuse
- Les patients atteints de cardiopathie congénitale cyanogène, non opérée ou opérée avec un matériel prothétique depuis moins de 6 mois.

Les personnes à risque doivent être informées de l'importance de maintenir une bonne hygiène dentaire pour limiter la survenue de cette infection. Il est également crucial que les dentistes adoptent les mesures préventives adaptées lors de la prise en charge de ces patients. La figure 28 est un schéma de l'ESC (European Society of Cardiology) qui résume les **mesures préventives essentielles** pour les patients à haut risque

d’endocardite infectieuse : maintenir une bonne hygiène bucco-dentaire et cutanée, être vigilant aux infections, ne pas s’automédiquer avec des antibiotiques et informer les professionnels de santé avant toute intervention. (70)

Figure 28. Conseils de prévention des patients à haut risque d’endocardite infectieuse

Source : Victoria Delgado, Michael A. Borger et all., Lignes directrices 2023 de l’ESC pour la prise en charge de l’endocardite, European Heart Journal, 14 octobre 2023. (70)

- Les maladies coronariennes

Les maladies coronariennes désignent les pathologies causées par une interruption ou une diminution de l’apport sanguin vers le muscle cardiaque. Elles résultent principalement de l’obstruction des artères coronaires par des plaques d’athérome riches en cholestérol. Ce processus, appelé **athérosclérose**, favorise les maladies cardiovasculaires et peut entrainer une **angine de poitrine,** un **infarctus du myocarde** (communément appelé « crise cardiaque ») ou encore un **accident vasculaire cérébral** (AVC).

Des études ont mis en évidence un lien bidirectionnel entre la parodontite et les maladies cardiovasculaires. Cette relation repose sur des mécanismes biologiques, notamment **l'inflammation systémique** et la **dissémination de bactéries pathogènes dans la circulation sanguine** (bactériémie).
En effet, la parodontite provoque une inflammation chronique qui favoriserait le développement de l'**athérosclérose**. De plus, des bactéries d'origine parodontale ont été identifiées dans les plaques d'athérome, suggérant un rôle direct dans leur formation. Par ailleurs, la parodontite est associée à des niveaux élevés de marqueurs inflammatoires, tels que la protéine C-réactive et l'interleukine-6, ainsi qu'à des perturbations du métabolisme lipidique. Ces anomalies favorisent la thrombose par l'activation de l'agrégation plaquettaire et en favorisant l'adhésion de lipides aux parois internes des artères, augmentant ainsi le risque cardiovasculaire. (71,72)

Des preuves limitées mais encourageantes suggèrent que l'amélioration de la santé bucco-dentaire pourrait réduire l'incidence des événements cardiovasculaires majeurs. En effet, le traitement des maladies parodontales contribuerait à une réduction des marqueurs inflammatoires et à une amélioration de la fonction des vaisseaux sanguins.
Il est donc essentiel, notamment pour les personnes présentant des facteurs de risque cardiovasculaires, mais aussi pour la population générale saine et sportive par exemple, d'adopter une hygiène bucco-dentaire stricte et de consulter régulièrement un dentiste. (72)

b. Atteintes respiratoires

Des études ont démontré que les maladies bucco-dentaires peuvent favoriser le développement d'**infections respiratoires**. Elles suggèrent que les agents pathogènes oraux ou non oraux présents dans la cavité buccale, jouent un rôle dans l'apparition des maladies respiratoires. (34) Parmi les infections pulmonaires concernées, figurent notamment les pneumonies et les bronchopneumopathies chroniques obstructives (BPCO). (71)

- Les pneumonies

La pneumonie est une cause importante de morbidité et de mortalité à tout âge, touchant particulièrement les personnes âgées et immunodéprimées.
Il s'agit d'une **inflammation pulmonaire**, le plus souvent **d'origine infectieuse**, entraînant une diminution des capacités respiratoires. Cette infection peut être causée par divers agents pathogènes, tels que des bactéries, des champignons, des virus et des parasites. L'infection, ou la surinfection, des voies respiratoires peut se produire par **bactériémie** et/ou **pyophagie**.
La cavité buccale joue un rôle clé dans cette infection, la plaque dentaire constituant un réservoir de **germes pathogènes respiratoires**.
☞ Il a été démontré que les individus atteints de parodontite présentaient un risque trois fois plus élevé de développer une pneumonie, par rapport à ceux qui en sont exempts (Gomes-Filho et coll., 2014). De même, un nombre accru de caries dentaires et de dents manquantes (x1,2) est associé à un risque significativement plus élevé de contracter cette infection. En revanche, le risque est diminué chez les patients ayant une hygiène bucco-dentaire régulière (Son et coll., 2020).
Une hygiène bucco-dentaire insuffisante favorise la prolifération des bactéries anaérobies dans les poumons des patients atteints de pneumonie. Ainsi, le traitement des infections bucco-dentaires contribuerait à réduire l'incidence des infections respiratoires. (34,71)

- Les bronchopneumopathies chroniques obstructives (BPCO)

La bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) est la première cause d'insuffisance respiratoire chronique en France. Elle touche 7,5% des Français de plus de 40 ans et a été responsable de 16000 décès en France en 2016 et de 3,17 millions décès dans le monde en 2015. (73)

La BPCO est une **maladie inflammatoire chronique des voies respiratoires**, caractérisée par une obstruction bronchique irréversible et une évolution marquée par des exacerbations (décompensations). Les conséquences de cette affection sont un déclin accéléré de la fonction pulmonaire et une altération de la qualité de vie. Les exacerbations nécessitent généralement une hospitalisation du patient et les plus

sévères peuvent mettre en jeu son pronostic vital. Les symptômes sont généralement caractérisés par une toux chronique, des expectorations fréquentes et une dyspnée (essoufflement). (73)

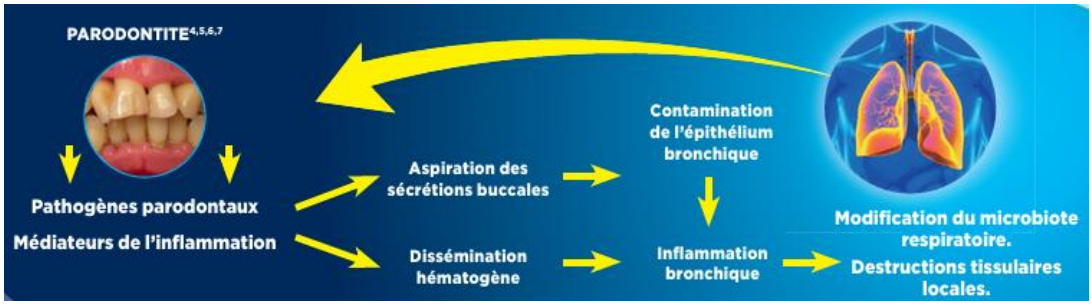
Plusieurs facteurs de risque rentrent en compte dans le développement d'une BPCO, à savoir la consommation de tabac (principal facteur), l'âge, l'exposition à des produits chimiques et à la pollution, un antécédent d'infection respiratoire et un faible statut socio-économique. (71,73)

Les recherches ont mis en évidence une forte association entre la BPCO et la parodontite.

- ❖ Plus la parodontite est sévère, plus le risque de BPCO est élevé.
- ❖ Les traitements de la BPCO (corticoïdes ou bronchodilatateurs inhalés) altèrent la production salivaire et modifient le pH de la cavité buccale, augmentant ainsi le risque de caries et de maladies gingivales.
- ❖ Les deux affections partagent plusieurs facteurs communs :
- ➢ Des facteurs de risque similaires : tabac, âge…
- ➢ Inflammation chronique persistante,
- ➢ Inflammation riche en polynucléaires neutrophiles,
- ➢ Destruction progressive et irréversibles des tissus conjonctifs,
- ➢ Nécessité d'une implication active du patient dans la gestion de sa maladie.

Les pathogènes parodontaux et les médiateurs de l'inflammation associés, peuvent atteindre les voies respiratoires par inhalation des sécrétions buccales et/ou par dissémination hématogène. Ils contaminent l'épithélium bronchique, provoquant une **inflammation bronchique** qui entraine une **perturbation du microbiote respiratoire** et des **destructions tissulaires locales**. (71) La figure 29 schématise le lien entre la BPCO et les maladies parodontales.

Figure 29. Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) et maladies parodontales



Source : European Federation of Periodontology (EFP), American Academy of Periodontology, BPCO et maladies parodontales, 23 juin 2020. (73)

Longtemps silencieuse, la BPCO est largement sous-diagnostiquée. Le chirurgien-dentiste joue un rôle essentiel dans la détection et la prise en charge des patients atteints de BPCO.

En effet, il doit orienter tout patient de plus de 40 ans présentant au moins un facteur de risque et/ou un symptôme respiratoire (tel que toux, essoufflement, expectorations) vers son médecin généraliste.

Le chirurgien-dentiste doit dépister, traiter et surveiller régulièrement les infections bucco-dentaires chez les patients atteints de BPCO.

Il doit également les accompagner dans le sevrage tabagique.

Selon les recommandations de la Haute Autorité de Santé (HAS), le bilan initial de la BPCO doit inclure une évaluation de l'état parodontal et la recherche de foyers infectieux dentaires. (73)

La prise en charge de la BPCO ne doit pas négliger l'aspect bucco-dentaire, car une bonne santé parodontale peut avoir un impact positif sur la gestion de la maladie et réduire les complications. Une collaboration étroite entre médecins et chirurgiens-dentistes est essentielle pour optimiser le suivi et la qualité de vie des patients. (73)

2. Les blessures musculaires et les tendinopathies

a. Blessures musculaires

Dans les systèmes impliqués à l'exercice, le muscle squelettique est le dernier maillon de la chaîne. Grâce au sang, il reçoit l'oxygène, les nutriments et les hormones nécessaires à son fonctionnement. La consommation du muscle en O2 est directement liée à la resynthèse de l'ATP dans les mitochondries de la cellule musculaire, une molécule essentielle pour créer et maintenir le mouvement. L'architecture du muscle a été vue au chapitre I, I.2.a.

Les blessures musculaires sont fréquentes chez les athlètes, qu'ils soient amateurs ou professionnels. Elles sont largement bien documentées et constituent un enjeu majeur en médecine du sport. Parmi elles, les blessures musculaires de la cuisse sont les plus courantes en athlétisme, mais elles touchent également les sportifs évoluant dans des disciplines collectives comme le rugby, le basket-ball et le football américain. Ces blessures entraînent des périodes d'absence aux entraînements et aux compétitions. Pour les athlètes de haut niveau, la décision de reprendre le sport après une blessure a des conséquences importantes, qu'elles soient financières ou stratégiques, aussi bien pour eux-mêmes que pour leur équipe. C'est pourquoi il existe un fort intérêt à optimiser le processus de diagnostic, de traitement et de rééducation des blessures musculaires, afin de réduire le temps d'arrêt et de minimiser le risque de récidive ou de complications. Dans cette optique, Hans-Wilhelm Mueller-Wohlfahrt et ses collaborateurs ont proposé une classification des blessures musculaires dans leur article *« Terminology and classification of muscle injuries in sport : The Munich consensus statement »* (74).
Cette classification distingue deux grandes catégories de blessures : **Les troubles ou blessures musculaires indirectes** et **les lésions musculaires directes**. (74)

1. Les **blessures musculaires indirectes** incluent :

- Des troubles musculaires fonctionnels (sans preuve macroscopique de déchirure) :

- Type 1 : Trouble musculaire lié au surmenage
    - 1A : Trouble musculaire induit par la fatigue
    - 1B : Courbatures à apparition retardée (DOMS)
- Type 2 : Trouble neuromusculaire
    - 2A : Trouble neuromusculaire lié à la colonne vertébrale
    - 2B : Trouble neuromusculaire d'origine musculaire

➢ Des blessures musculaires structurelles (avec des preuves macroscopiques de déchirure)

- Type 3 : Déchirure musculaire partielle
    - 3A : Déchirure musculaire partielle mineure
    - 3B : Déchirure musculaire partielle modérée
- Type 4 : Déchirure (sub)totale
    - Déchirure musculaire subtotale ou complète
    - Avulsion tendineuse

2. Les **blessures directes** incluent les contusions (traumatismes directs causés par un impact) et les lacérations (coupures profondes dans le muscle).

Chaque type de blessure musculaire est défini avec précision, en tenant compte des symptômes, des signes cliniques, de la localisation et des résultats d'imagerie. (74)
Au-delà des facteurs mécaniques et musculaires, d'autres éléments, comme la santé bucco-dentaire, pourraient influencer la fréquence des blessures. En effet, une bonne santé bucco-dentaire pourrait jouer un rôle clé dans la performance physique et la prévention des blessures chez les athlètes de haut niveau. Plusieurs études ont établi un lien entre une mauvaise santé bucco-dentaire et un risque accru de blessures musculaires. (75–77)

Outre les déficits fréquents du comportement en matière d'hygiène bucco-dentaire, des changements systémiques dus à un stress physique intense pourraient également influencer les tissus bucco-dentaires des athlètes de haut niveau. Une relation bidirectionnelle a été mise en évidence entre l'inflammation buccale et la pratique du sport de haut niveau. Cette inflammation provoque une augmentation des **cytokines inflammatoires circulantes**, qui sont déjà associées aux lésions des tissus mous et aux altérations des protéines musculaires. ☞ Ainsi, une inflammation buccale non

maîtrisée serait liée à des altérations des paramètres sanguins, une condition physique amoindrie (notamment la VO2 max) et un risque accru de blessures musculaires non traumatiques. (75)

Une corrélation préoccupante a été observée entre une mauvaise santé bucco-dentaire et la **récurrence des blessures chez les sportifs**. En effet, une étude (76) a révélé que les athlètes souffrant de deux à trois types de problèmes dentaires présentaient un risque nettement plus élevé de souffrir de crampes musculaires associées à l'exercice répété, de récidives de blessures musculaires ou tendineuses, ainsi que plusieurs types de récidives de blessures. Comparé aux sportifs ne présentant aucun problème bucco-dentaire, leurs risques étaient multipliés par des facteurs allant de 2,48 à 3,40.
Ces observations suggèrent qu'une mauvaise santé bucco-dentaire pourrait être considérée comme un facteur de risque intrinsèque des blessures sportives, classée comme « problèmes de santé » par Bahr et Krosshaug. Cette hypothèse est soutenue par des études montrant qu'une mauvaise santé bucco-dentaire est associée à des niveaux chroniquement élevés **d'IL-6** et **d'autres cytokines inflammatoires**. Or, ces marqueurs inflammatoires sont directement liés à la **fatigue**, qui elle-même constitue un **facteur de risque majeur de blessures et de récidives**. Selon la théorie neuromusculaire des crampes musculaires associées à l'exercice, la fatigue musculaire n'est pas seulement un facteur de risque, mais une condition nécessaire à leur apparition. ☞ Par conséquent, l'association entre un effort physique intense et une mauvaise santé bucco-dentaire favorise le développement de la fatigue musculaire et le risque de blessures. (76,77)

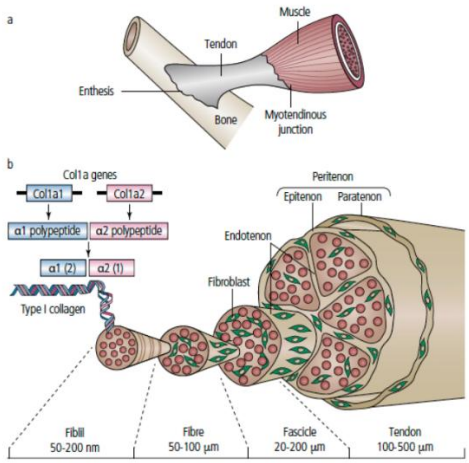
Enfin, une étude a révélé que les athlètes souffrant de problèmes de gencives et/ou de caries dentaires ont signalé un nombre significativement plus élevé de blessures au cours de l'année écoulée. Ces résultats renforcent l'importance d'une bonne santé bucco-dentaire dans la prévention des blessures musculaires et la performance sportive. (77)

b. Tendinopathies

Les **tendons** attachent les muscles aux os et permettent de transmettre la force générée par la contraction musculaire au squelette, permettant ainsi le **mouvement**. Composés de collagène, de glycoprotéines et de protéoglycanes, ils forment des microfibrilles, qui s'assemblent en fibres. Ces fibres se regroupent ensuite pour former des faisceaux (faisceaux primaires) puis des super-faisceaux (faisceaux secondaires et tertiaires). Ces faisceaux sont alignés dans le sens de la longueur du tendon afin d'optimiser sa solidité.

Les tendons sont constitués d'environ 70 % d'eau, essentielle à la structure régulière des microfibrilles, des fibres et des faisceaux. Toutefois, ils sont très peu vascularisés. Ils subissent un remodelage constant, où de nouvelles fibres remplacent progressivement les anciennes.
Le tendon est entouré d'une membrane appelée épitenon, et se trouve dans une gaine protectrice, le paratenon, qui produit un liquide lubrifiant favorisant son glissement. Ces membranes contiennent des récepteurs nerveux qui signalent au cerveau la tension du tendon, mais aussi la nature du mouvement effectué. Ainsi, elles contribuent à la perception du corps dans l'espace, le maintien de la posture et l'équilibre. L'architecture du tendon est illustrée sur la figure 30.

Figure 30. Architecture du tendon



Source : d'après G. Nourissat, F. Berenbaum, Les tendinopathies mécaniques – Ce qu'il faut savoir, La médecine du sport. (78)

Grâce à sa structure multifibreuse, le tendon est à la fois **très résistant à la tension** et **très élastique**.
Un entraînement sportif adapté permet de renforcer ces propriétés en augmentant sa résistance et sa souplesse.
En revanche, un effort répété inhabituel sur un tendon peu entraîné et mal échauffé fragilise sa structure, en particulier au niveau de ses extrémités ainsi que dans la zone soumise aux plus fortes tensions. La sédentarité et le vieillissement contribuent également à cette fragilisation. (79)

Le terme de tendinopathies regroupe **l'ensemble des atteintes du tendon**. Ces affections constituent un motif fréquent de consultation et résultent généralement d'une **sollicitation excessive**, de **microtraumatismes répétés** ou du **vieillissement des fibres tendineuses**. Elles surviennent lors d'activités professionnelles, domestiques ou sportives intensives.
Les tendinopathies se manifestent principalement par des douleurs, une raideur et parfois une diminution de la fonction du tendon atteint.
De nombreuses classifications ont été proposées, à savoir une **classification topographique** (selon la localisation de l'atteinte), **lésionnelle** (selon la nature et l'évolution de la lésion) et **fonctionnelle** (selon les manifestations cliniques ressenties par le patient).
La classification lésionnelle est la plus couramment utilisée. Elle distingue trois grandes catégories : la tendinite, la tendinose et la ténosynovite ou paraténonite.

- **Tendinite** : inflammation aiguë du tendon, souvent causée par un surmenage ou un traumatisme.
- **Tendinose** : dégénérescence chronique non inflammatoire du tendon. Elle se caractérise par une désorganisation des fibres de collagène, des microdéchirures et une néovascularisation, entraînant une perte d'élasticité et de résistance. Des calcifications, des foyers de nécrose et parfois des nodules tendineux palpables peuvent être observés.
- **Ténosynovite** : inflammation de la gaine synoviale entourant le tendon, pouvant être d'origine inflammatoire (ex. polyarthrite rhumatoïde) ou mécanique (surutilisation).

- **Paraténonite** : inflammation aiguë de la gaine péritendineuse (tissu conjonctif autour du tendon, sans membrane synoviale) avec œdème et épanchement dans la bourse/gaine ou inflammation chronique qui évolue vers la fibrose. (78,80)

L'étiopathogénie des tendinopathies est multiple. Les **causes mécaniques** et **dégénératives** sont les plus fréquentes.

La cause mécanique survient lors de la répétition de microtraumatismes ou de sollicitations excessives et trop fréquentes. Cela entraine des pathologies de fatigue qui débutent par des lésions infra-cliniques asymptomatiques avant de devenir symptomatiques. Un **traumatisme direct** peut aussi provoquer une tendinopathie.

La cause dégénérative, quant à elle, est liée au vieillissement, à des facteurs nutritionnels ou à la condition physique.

Bien que les causes mécaniques et dégénératives soient majoritaires, il existe également des **causes inflammatoires ou rhumatismales**, **métaboliques**, **infectieuses**, **tumorales**, **iatrogènes** (liées à la prise de médicaments), dues à l'introduction de **corps étrangers** ou à des **maladies systémiques** qui fragilisent le tendon. (80)

En général, la pathologie tendineuse résulte de la combinaison de plusieurs de ces facteurs, auxquels s'ajoute une surutilisation du tendon. Cette affection évolue souvent selon un mode chronique.

Les causes infectieuses, bien que rares, ne doivent pas être négligées, d'autant plus qu'une prévention adéquate permet souvent de les éviter. Parmi ces infections, les **foyers infectieux bucco-dentaires** constituent des réservoirs de bactéries susceptibles de déclencher une réponse inflammatoire locale, de se propager dans la circulation sanguine et ainsi d'atteindre des sites à distance de la cavité buccale. (80)

Les infections dentaires peuvent ainsi, non pas provoquer directement, mais **ralentir ou empêcher la guérison d'une tendinopathie**. En effet, l'élimination des foyers infectieux dentaires et parodontaux permet parfois de résoudre certains troubles musculaires ou tendineux, jusque-là persistants. ☞ Cette observation a été confirmée par des chirurgiens-dentistes spécialisés, comme ceux de l'INSEP (Institut National du Sport et de l'Expertise de la Performance) et de l'Institut National de Football à Clairefontaine, qui suivent de nombreux athlètes. Ces experts soulignent que certains

sportifs en rééducation ne retrouvent leur forme physique optimale qu'après avoir traité leurs problèmes bucco-dentaires. (67)

Concernant les mécanismes potentiels liant les infections bucco-dentaires et les tendinopathies, certains mécanismes comme la **transmission par contiguïté** (qui concerne uniquement des structures proches de la cavité buccale), la **pyophagie** (par déglutition ou par inhalation-aspiration de pathogènes) et la **théorie nerveuse réflexe**, sont exclus comme responsables des lésions tendineuses. (67)

En revanche, une origine infectieuse par **bactériémie ou toxémie**, bien que très rare, pourrait indirectement participer au développement des tendinopathies. La présence de composants bactériens dans les tendons est envisageable du fait de la vascularisation terminale, susceptible de favoriser l'arrêt ou le dépôt d'antigènes à ce niveau. La diffusion de composants bactériens, à distance de leur site de pénétration, pourrait se produire en cas de dysfonctionnement immunitaire. Dès lors, ils seraient capables de déclencher une réaction inflammatoire locale. (67)

De plus, le rôle clé des **réactions immuno-inflammatoires** est mis en avant, particulièrement l'impact des cytokines et autres médiateurs inflammatoires. Bien que ces substances soient impliquées dans la défense de l'organisme, une production excessive, prolongée et non contrôlée peut perturber l'équilibre entre la dégradation et la réparation des tendons, aggravant ainsi les pathologies tendineuses.
Les foyers infectieux bucco-dentaires chroniques libèrent des médiateurs inflammatoires dans la circulation sanguine, perturbant ainsi cet équilibre et favorisant la dégénérescence des tendons.

Il existe également une hypothèse selon laquelle des ressemblances peptidiques entre des antigènes oraux et certains constituants tendineux pourraient amener à une **réponse auto-immune** ciblant les tendons où les anticorps des germes parodontaux peuvent s'attaquer aux structures tissulaires des tendons. Cela entrainerait ainsi le développement d'une réponse immunitaire locale dont la toxicité peut aboutir à des atteintes tendineuses.

Un autre élément encore à prendre en considération est l'augmentation du taux de **protéines de choc thermique, ou Heat Shock Proteins (HSP)** au niveau des tendons, en réponse à un stress mécanique. Ces protéines protègent les cellules des effets cytotoxiques des cytokines et des médiateurs de l'apoptose. Elles régulent la réparation du tendon, orientant le processus vers la réparation ou la dégénérescence. Cependant, en raison d'un fort mimétisme moléculaire entre les versions humaines et bactériennes des HSP, il est possible que la réponse immunitaire générée contre la version microbienne de cette protéine puisse réagir de façon croisée avec la version humaine. Cela peut entrainer un risque d'auto-immunité, où le système immunitaire attaque les cellules du tendon. Des bactéries responsables de maladies parodontales peuvent donc participer au déclenchement d'une réaction auto-immune entraînant une réponse pro-inflammatoire. (67)
Ainsi, bien que la transmission directe d'infections bucco-dentaires aux tendons soit très peu probable, l'inflammation systémique générée par des infections buccales chroniques, les réponses auto-immunes possibles, et les interactions avec des protéines similaires entre les bactéries orales et les tendons peuvent indirectement contribuer à ralentir ou empêcher la guérison des tendinopathies.

☞ Les foyers infectieux bucco-dentaires peuvent agir comme des **facteurs aggravants** sur des terrains déjà fragilisés, en entretenant à distance l'inflammation de tendons lésés ou cicatriciels, et ce, d'autant plus facilement si le système immunitaire de l'hôte est défaillant.
Le rôle des professionnels de santé constituera à s'assurer que le niveau infectieux buccodentaire soit réduit au minimum. Ainsi, l'identification de dents ou de tissus parodontaux infectés sera une priorité. (67)

3. La polyarthrite rhumatoïde

La polyarthrite rhumatoïde (PR) est une maladie auto-immune qui touche entre 0,5 et 1% de la population adulte. Elle survient généralement entre 30 et 50 ans, avec un pic d'incidence autour de 45 ans, et est 2 à 3 fois plus fréquente chez les femmes que chez les hommes.

Il s'agit d'une **maladie inflammatoire** sévère qui évolue par poussées, entrecoupées de phases de rémissions plus ou moins complètes, vers la destruction progressive des articulations, provoquant douleurs et handicaps.
Plusieurs facteurs de risque sont impliqués dans son développement, à savoir le facteur génétique (principal facteur), le tabagisme, la pollution atmosphérique, certains agents infectieux (comme le virus d'Epstein-Barr et les bactéries *P. gingivalis* et *A. actinomycetemcomitans,* bien que leur implication ne soit pas formellement prouvées), l'obésité, un faible taux de vitamine D ainsi que l'utilisation de certains contraceptifs oraux. (81)

L'impact buccal de la PR est étroitement lié à son association avec les parodontites, tant sur le plan physiopathologique qu'épidémiologique. Ces deux maladies partagent des mécanismes de destruction des tissus minéralisés au niveau d'interface avec des tissus mous. La relation entre la dent et l'os alvéolaire peut être comparée à une articulation, où le ligament parodontal sert d'interface fonctionnelle et nutritionnelle entre deux structures minéralisées. Dans les deux cas, **l'inflammation chronique** est caractérisée par des poussées, reflétant une **activité ostéoclastique accrue**. (34)

Tableau 10. Similitudes entre maladie parodontale et polyarthrite rhumatoïde

CARACTÈRES PATHOPHYSIOLOGIQUE	MALADIE PARODONTALE	POLYARTHRITE RHUMATOÏDE
Rôle des micro-organismes	Rôle majeur	Rôle accessoire
Facteurs génétiques	HLA-DR4	HLA-DR4
Cellules infiltrées	LT, LB, Macrophages, PMN	LT, LB, Macrophages, PMN
Tissus atteints	Attache parodontale Os alvéolaire	Interface os-cartilage
Immunoglobulines produites	IgG, IgA	Facteur rhumatoïde
Cytokines produites	IL-1, TNFα, IL-6, IL-8, TGFβ	IL-1, TNFα, IL-6, IL-8, TGFβ
Induction de la résorption osseuse	LPS, PGE2, IL-1, TNFα	PGE2, IL-1, TNFα
Destruction tissulaire	MMP	MMP
Autres médiateurs	Radicaux libres	Radicaux libres

Source : Martine Bonnaure-Mallet, Jacques-Olivier Pers. Le milieu buccal : un écosystème : de l'équilibre au déséquilibre, 2021.(34)

Le tableau 10 présente les similitudes entre la maladie parodontale et la PR.

Les principales ressemblances, telles que la **perte osseuse** et l'**inflammation**, permettent d'établir un **lien biologique** entre ces deux pathologies. Cette association est aujourd'hui bien établie : les patients atteints de PR présenteraient une incidence significativement plus élevée de parodontite et de dents manquantes (Kaur et coll., 2013 ; Tang et coll., 2017). De plus, le risque de développer une PR serait également augmenté de 69% chez les patients souffrant de parodontite par rapport aux témoins (Qiao et coll., 2020).

Parmi les hypothèses expliquant ce lien, l'inflammation occupe une place centrale. Certaines bactéries, telles que *P. gingivalis* et *A. actinomycetemcomitans* ont été suspectées d'interférer avec la PR.

Une autre théorie suggère une relation bidirectionnelle entre la parodontite et la PR : ces deux maladies pourraient s'aggraver mutuellement, les réponses inflammatoires contribuant à la destruction tissulaire auto-entretenue à la fois dans les articulations et le parodonte. Ainsi, l'inflammation systémique chronique liée à la PR influence les niveaux de cytokines inflammatoires dans les tissus buccaux. Chez les rongeurs atteints de PR, une augmentation des **cytokines inflammatoires** dans le parodonte a été observée, un phénomène également retrouvé dans la salive des patients humains.

Au niveau buccal, les sujets atteints de PR présentent une diminution des espèces bactériennes associées à la santé parodontale, alors qu'une augmentation du genre *Prevotella* a été décrite, connues pour favoriser la production de cytokines inflammatoires et donc favoriser l'inflammation muqueuse (Larsen, 2017). Cette altération du microbiote accroît donc la sensibilité aux maladies parodontales et aux inflammations articulaires.

Les études démontrant un effet bénéfique du traitement parodontal sur la PR restent rares et leurs résultats sont parfois contradictoire. De la même manière, des améliorations de la parodontite ont été observées suite à des traitements de la PR, mais les preuves restent limitées.

Cependant, une bonne hygiène bucco-dentaire fait partie intégrante de la prise en charge de la PR. Une collaboration étroite entre rhumatologues et chirurgiens-dentistes doit être mise en œuvre pour optimiser la santé globale des patients. (34)

4. Le diabète et le déséquilibre insulinique

Le diabète est une **maladie chronique** caractérisée par un excès de sucre dans le sang, appelé **hyperglycémie**. Il est avéré lorsque :

- La glycémie à jeun est égale ou supérieure à 1,26g g/l ou 7mmol/l de sang lors de deux dosages successifs, effectués après un jeûne de 8 heures ;
- Des symptômes typiques du diabète (polyurie : besoin fréquent d'uriner, polydipsie : soif intense et amaigrissement) sont présents et associés à une glycémie égale ou supérieure à 2g/l, à n'importe quel moment de la journée.

L'**insuline**, une hormone produite par le pancréas, est présente en permanence dans le sang et son rôle est de maintenir la glycémie autour de 1g/l, même lorsque les apports en sucres sont importants. Lorsque le taux de sucre s'élève, le taux de production d'insuline augmente pour ramener la glycémie à un niveau normal. Ainsi, l'insuline est une **hormone hypoglycémiante**. Elle permet également aux cellules de l'organisme de capter le sucre qui circule dans le sang selon leurs besoins et de l'utiliser pour le transformer en énergie. Si nécessaire, elle permet le stockage du sucre non utilisé, dans le foie ou les cellules graisseuses.

Si l'insuline est en quantité insuffisante ou si elle est inefficace, le sucre s'accumule dans le sang et la glycémie augmente de façon excessive. En l'absence de traitement, cette hyperglycémie se maintient à un niveau trop élevé, provoquant une **hyperglycémie chronique**, définissant le diabète.

On distingue 2 principaux types de diabète :

- Le **diabète de type 1** (6% des cas) : d'origine auto-immune, il est dû à une insuffisance voire une absence de sécrétion d'insuline par le pancréas.
- Le **diabète de type 2** (92% des cas), dû à une altération de l'action de l'insuline sur les cellules de l'organisme. Son développement se fait très progressivement, et de façon insidieuse sur de nombreuses années. Il est souvent lié à un mode de vie sédentaire, une mauvaise alimentation, un surpoids. (82)

D'autres formes plus rares (2% des cas) existent, comme le diabète gestationnel, le diabète MODY, le diabète LADA ou encore des diabètes secondaires à certaines maladies ou traitements médicamenteux. (83)

Le diabète constitue un véritable enjeu de santé publique. En France, plus de 4 millions de personnes étaient atteintes de diabète en 2022, avec une prévalence en constante hausse, passant de 5,6% en 2015 à 6,30% en 2022.

Les causes du diabète de type 1 et de type 2 sont diverses. Leur survenue dépend de **facteurs de risque génétiques** et **environnementaux** (mode de vie, alimentation, sédentarité). (83)

Il existe un lien bien établi entre les **maladies bucco-dentaires** et le **diabète**, et ceci, à double-sens. On estime qu'une personne diabétique sur deux souffre d'une maladie parodontale. (83)

Les personnes diabétiques, surtout celles ayant un taux d'hémoglobine glyquée supérieur à 8% (diabète déséquilibré), ont trois fois plus de risque de développer des caries, des infections bucco-dentaires, et en particulier une maladie parodontale, en raison d'une production réduite de salive, d'un système immunitaire affaibli et d'un déséquilibre de la flore bactérienne. (84–86)

À la fois causes et effets du diabète, les maladies bucco-dentaires sont synonymes d'un **déséquilibre** (83), et leur développement peut rendre le contrôle métabolique du diabète plus difficile et aggraver les complications connues du diabète. (85–87) En effet, chez le patient diabétique qui présente une parodontite, des études interventionnelles suggèrent que le traitement de la parodontite peut améliorer le contrôle glycémique, et sur 9 mois il est possible de noter une amélioration significative du taux d'hémoglobine glyquée. (85,88)

De plus, certaines recherches suggèrent que la parodontite pourrait augmenter le risque d'apparition d'un diabète de type 2 et peut-être de diabète gestationnel, bien que des études supplémentaires soient nécessaires pour confirmer ce lien. (86)

Les voies mécanistiques qui lient le diabète et la parodontite ne sont pas encore totalement comprises en raison de l'absence de résultats expérimentaux issus d'études cliniques.

Cependant, les données actuelles suggèrent une interaction complexe impliquant l'**inflammation**, le **fonctionnement immunitaire**, les **cytokines** et l'**activité des neutrophiles**.

L'hyperglycémie semble favoriser l'augmentation des niveaux de plusieurs **cytokines** et **médiateurs** dans la salive et le liquide gingival, du niveau de **stress oxydatif** dans les tissus parodontaux et la formation de **produits de glycation avancée** (AGEs, qui

sont des molécules formées par la réaction entre des sucres et des protéines, lipides ou acides nucléiques dans l'organisme. Ce processus, appelé glycation, se produit naturellement mais est accéléré en cas d'hyperglycémie chronique, comme dans le diabète). L'interaction entre AGE et son récepteur, RAGE, conduit à une réponse inflammatoire excessive et à la destruction des tissus parodontaux.
De même, la parodontite favorise le stress oxydatif systémique et augmente les marqueurs inflammatoires, comme la protéine C-réactive. Cette inflammation chronique dérivée de la maladie parodontale complique le contrôle glycémique du diabète et favorise ses complications. (85)

Dans l'ensemble, malgré ces liens avérés, il a été constaté que de nombreuses personnes diabétiques manquaient de connaissances suffisantes sur les risques bucco-dentaires associés à leur maladie. Elles adoptent souvent une mauvaise attitude à cet égard et ne sont pas rigoureuses en matière d'hygiène bucco-dentaire et des visites dentaires.
De plus, elles ne reçoivent pas toujours les informations et les conseils de soins adaptés de la part des professionnels de santé chargés du suivi du diabète. Il est essentiel que les personnes diabétiques soient sensibilisées à leur risque accru de maladies bucco-dentaires et encouragées à effectuer des examens dentaires réguliers.
Dans la prise en charge du diabète, une approche multidisciplinaire, intégrant des professionnels de la santé bucco-dentaire est nécessaire pour aider les professionnels de santé en charge du diabète à mieux promouvoir l'importance de la santé bucco-dentaire et à encourager leurs patients à consulter un dentiste.
Une prise en charge conjointe entre diabétologues et chirurgiens-dentistes permettrait donc une meilleure prévention des complications, un contrôle plus efficace du diabète et ainsi une amélioration globale de la santé des patients diabétiques et leur qualité de vie. (85)

Certains athlètes sont atteints d'un diabète de type 1, une condition qui exige une rigueur et une discipline particulières dans la pratique sportive. En effet, une surveillance et une régulation permanentes et très précises de la glycémie sont nécessaires.

Pour cela, une organisation rigoureuse, un équipement adapté et une alimentation spécifique sont indispensables à la gestion du taux de sucre dans le sang. Les diabétiques ne peuvent évidemment pas consommer autant de glucides que les athlètes sains, mais ils en consomment donc plus régulièrement, en plus petites quantités, et souvent sous forme liquide. Malgré ces contraintes, cela n'empêche pas de nombreux sportifs à relever des défis d'endurance exigeants. (89–91)
Cependant, le diabète et la pratique sportive peuvent augmenter le risque de développer des maladies bucco-dentaires. De plus, des problèmes de santé bucco-dentaire, peuvent compliquer l'équilibre du diabète. C'est pourquoi les athlètes diabétiques doivent accorder une attention particulière à leur santé bucco-dentaire.

☞ Toutes les infections, y compris celles d'origine buccale, sont responsables de réactions inflammatoires locales dans leurs tissus respectifs. Cependant, elles contribuent également à la charge totale de **l'inflammation systémique**, participant ainsi au développement de nombreuses maladies. (67) Les pathologies bucco-dentaires ne se limitent donc pas seulement à la cavité orale mais elles peuvent avoir des conséquences sérieuses sur la santé globale. Chez les athlètes, elles peuvent donc impacter non seulement leur santé et leur bien-être, mais aussi leurs performances.

IV. Impact des pathologies bucco-dentaires sur la performance des athlètes

Il est essentiel que les athlètes prennent conscience des risques associés à leur pratique sportive, notamment en ce qui concerne leur santé bucco-dentaire. En effet, les maladies bucco-dentaires ne se limitent pas à la bouche. Elles peuvent avoir divers effets indésirables sur la santé générale, le bien-être, la qualité de vie et les performances physiques. La cavité buccale constitue un habitat pour les agents pathogènes et une fenêtre d'entrée pour les infections systémiques. Une inflammation locale causée par une mauvaise santé bucco-dentaire peut alors induire une réponse inflammatoire systémique susceptible d'affecter la performance physique. (9,92)

De nombreuses études mettent clairement en évidence l'impact des problèmes dentaires sur la performance sportive. Les athlètes eux-mêmes rapportent que des douleurs dentaires ou des maladies bucco-dentaires affectent leur bien-être général et leur capacité à performer. (16,18,20,21)

1. Facteurs psychologiques

a. La douleur dentaire

La douleur est une conséquence bien connue des pathologies buccales. Elle résulte, au moins en partie, d'une réaction inflammatoire impliquant divers récepteurs et neurotransmetteurs. Les mécanismes de la douleur périphérique associés aux affections douloureuses odontogènes sont globalement similaires à ceux observés dans toutes les autres parties du corps. Le signal de la douleur est transmis par de fines fibres nerveuses, comprenant des fibres C non myélinisées et des fibres A-δ myélinisées, depuis les neurones sensoriels primaires jusqu'aux neurones secondaires de la moelle épinière, avant d'atteindre le cortex via un relais dans le thalamus.
Il a été mis en évidence le rôle clé de la substance P (SP), un neuropeptide jouant le rôle de neurotransmetteur et de neuromodulateur, dans le développement et le maintien de la douleur et de l'inflammation dentaires. Son expression et sa libération augmentent à la suite de certaines pathologies et procédures dentaires courantes. À des niveaux physiologiques, la SP permet de garantir un bon flux sanguin dans la pulpe dentaire, contribuant ainsi à la cicatrisation des tissus. Cependant, la littérature scientifique disponible montre clairement qu'une production excessive de cette molécule est associée à une douleur accrue et à une inflammation persistante. (93)

La douleur dentaire a été décrite comme responsable de jusqu'à 18% de perte de performance chez les athlètes. (9) Même une douleur dentaire mineure, pendant l'entraînement ou la compétition, peut altérer la concentration et réduire la capacité de l'athlète à performer à son meilleur niveau. (65)
Une étude a révélé qu'une mauvaise santé bucco-dentaire est associée à des impacts négatifs sur le quotidien et les performances des joueurs de football professionnels.

En effet, 10,2% d'entre eux ont rapporté des douleurs dentaires. De plus, plus de 45% des footballeurs se sont dits gênés par leur santé bucco-dentaire, 20% ont signalé un impact sur leur qualité de vie, et 7% ont noté un effet négatif sur leur entraînement ou leurs performances. Enfin, les caries dentinaires étaient statistiquement très fortement associées aux impacts négatifs rapportés par les athlètes. (18)

b. Le bien-être, la qualité de vie

Une bonne santé bucco-dentaire améliore la confiance en soi, la qualité de vie et le bien-être, qui sont tous nécessaires à de bonnes performances sportives. (94)
Plusieurs études ont révélé que plus de 20% des athlètes ont déclaré que des problèmes de santé bucco-dentaire avaient eu un impact négatif sur leur qualité de vie. (18,20)

Lorsqu'une inflammation chronique est présente, liée à une pathologie bucco-dentaire par exemple, le système nerveux subit un stress constant. Ce stress peut se manifester sous diverses formes. Les symptômes suivants indiquent que le corps est confronté à un facteur de stress chronique :

- Epuisement et fatigue constants,
- Douleurs dans la nuque et articulaires,
- Eruption cutanée d'apparition récente,
- Ventre constamment gonflé,
- Chute soudaine des performances chez les sportifs,
- Difficulté à se lever le matin,
- Sensation constance de fièvre. (35)

Récemment, des recherches se sont intéressées aux causes physiques potentielles de la **dépression** (trouble mental caractérisé par un sentiment de tristesse et de vide, une perte durable de la capacité à éprouver du plaisir ou de l'intérêt, une baisse de l'énergie, ainsi que des troubles du sommeil et de l'appétit (95)), mettant particulièrement en évidence le rôle des marqueurs de l'inflammation. Les scientifiques ont remarqué que, pour de nombreuses maladies chroniques associées à des inflammations, une proportion conséquente des patients est atteinte également de

dépression. En effet, il a été révélé que les personnes ne réagissent pas seulement psychologiquement à leur maladie, mais qu'une part significative des dépressions pourrait avoir une origine biologique. Lors d'une maladie, le système immunitaire est fortement sollicité, déclenchant ce que l'on appelle le « comportement du malade », un syndrome qui pousse le corps à se mettre en repos total, sans envie particulière. Bien que cet état soit bénéfique à court terme, il devient problématique lorsqu'il perdure et peut conduire à une dépression. Ce phénomène peut provenir de toute forme d'inflammation chronique dans le corps, ainsi que dans la cavité buccale. Une mauvaise santé bucco-dentaire peut donc être un facteur déclencheur de la dépression et détériorer la qualité de vie. (35)

Une étude menée auprès d'athlètes élites pakistanais a révélé qu'en raison de problèmes de santé bucco-dentaire, 47,1% des athlètes ont signalé avoir des difficultés à manger ou boire, 40,4% ont des difficultés à se détendre, 35,5% sont impactés dans leur pratique sportive et 36,5% sont gênés à sourire, rigoler ou montrer leur dent. (21)
Cela révèle que la santé bucco-dentaire joue un rôle crucial dans la qualité de vie, le bien-être mental et la performance sportive des athlètes.

2. Facteurs microbiens

La sphère bucco-dentaire peut provoquer et entretenir des inflammations et des infections à distance (affections cardiovasculaires, musculo-squelettiques, etc.) par la diffusion de toxines bactériennes ou de médiateurs inflammatoires dans la circulation sanguine. (94) Cela peut nettement avoir des répercussions sur les performances sportives. Par exemple, il a été observé qu'une capacité cardiorespiratoire réduite, est significativement associée à une parodontite plus sévère, un indice de masse corporelle (IMC) élevé et des marqueurs inflammatoires accrus. (92)

a. Infections et inflammations

Les maladies bucco-dentaires entraînent une augmentation des taux de cytokines inflammatoires, favorisant la fatigue musculaire et le stress oxydatif. La fatigue

musculaire accroît le risque de crampes musculaires, de dysfonctionnements proprioceptifs et, par conséquent, de blessures sportives. (9)
Par ailleurs, la dissémination bactérienne dans la circulation sanguine et l'inflammation systémique causées par des pathologies bucco-dentaires peuvent contribuer au développement de maladies générales, telles que des maladies cardiovasculaires et respiratoires, la polyarthrite rhumatoïde ou encore le diabète par exemple. *Ces liens ont été détaillés dans le chapitre II, III.*

La santé bucco-dentaire et la santé générale jouent un rôle important dans la performance sportive. Une altération de la santé bucco-dentaire a un impact négatif sur les performances sportives. Il a été établi dans une étude que lorsque le DMFT augmente, on constate une diminution de la performance sportive avec un allongement du temps d'exécution des tests d'agilité et de vitesse. (19)

3. Facteurs fonctionnels

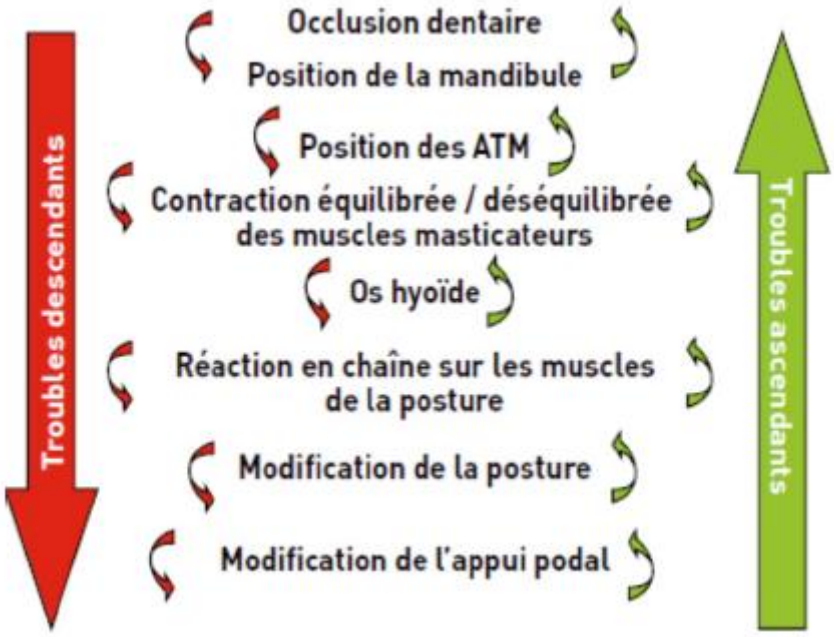
a. L'occlusion dentaire

Les **désordres occlusaux** et les **troubles temporo-mandibulaires** peuvent impacter la posture et la démarche. Ils peuvent affecter la performance, augmenter le risque de blessures et retarder la guérison. (94) Il a été prouvé que des relations fonctionnelles, bien que complexes, existent entre le système manducateur et la position de la tête, qui dépend des muscles du cou et du rachis. Lorsqu'elles sont perturbées, ces relations s'inscrivent dans le contexte général des syndromes de déficience posturale, un dérèglement du système postural fin, sous-système de celui de l'équilibre. Dans le milieu sportif, une mauvaise occlusion dentaire peut entrainer des problèmes musculo-tendineux, de type affection focale d'ordre « mécanique » et/ou des contre-performances. (45)
Il a été prouvé que l'occlusion dentaire et le nombre de dents influencent significativement la capacité de marche. Une mauvaise occlusion augmente la proportion de contractions musculaires asymétriques et réduit la puissance musculaire des athlètes. (92) De plus, un nombre réduit de dents est associé à une marche plus lente, une masse musculaire plus faible et un risque accru de déclin du contrôle de

l'équilibre corporel, pouvant entrainer une diminution de la qualité de vie. La perte de dents et l'instabilité occlusale peuvent ainsi affecter la condition physique, mais également être associées à un déclin de la fonction cognitive. Les troubles occlusaux sont également liés à des effets négatifs sur la posture corporelle et les performances sportives, notamment en diminuant la puissance musculaire des athlètes. Ainsi, la présence d'une malocclusion dentaire serait associée à une mauvaise condition physique. (92)

La figure 31 illustre le lien étroit existant entre la musculature masticatoire, le squelette et la musculature sous-jacente. Ainsi, toute modification de l'activité des muscles impliqués dans la mastication telles que des tensions, des tractions, des contractions, mais aussi des relâchements, se répercuteront au niveau de la musculature générale. Ces influences peuvent être transmises soit du crâne vers le bas du corps, entraînant des **troubles dits descendants**, soit de la région podale, ou de la posture, vers la région crânienne, provoquant des **troubles ascendants**. Un même individu peut présenter ces deux types de dysfonctionnements simultanément, on parle alors de **trouble « mixte »**. (45,96)

Figure 31. Troubles posturaux ascendants et descendants



Source : présentation des Dr Saïd Mouiny et Dr Mounir El Himdy, L'importance de la santé bucco-dentaire chez les sportifs, 2021. (96)

Les malocclusions dentaires peuvent provenir, par exemple, d'anomalies de la taille des dents/des mâchoires, de problèmes de croissance, d'une mauvaise posture de la langue, d'un dysfonctionnement des muscles faciaux ou encore d'une mauvaise santé bucco-dentaire.

La Fédération dentaire internationale (FDI) recommande d'assurer le bon fonctionnement du système stomatognathique, notamment en remplaçant les dents manquantes, en rétablissant une occlusion fonctionnelle et, le cas échéant, en envisageant un traitement orthodontique. (94) Il est essentiel que tout sportif, notamment de haut niveau, subisse un examen bucco-dentaire approfondi, particulièrement occlusal, soit à titre préventif, soit pour corriger une occlusion dentaire en cas de dysfonctions posturales installées. Lors de traitements visant la rééquilibration de l'occlusion dentaire, il est recommandé d'effectuer des bilans posturaux dynamiques avant, pendant et à l'issu du traitement, afin d'évaluer les progrès et prévenir l'induction de problèmes posturaux. Une rééquilibration de l'occlusion dentaire bien menée peut permettre d'améliorer les performances sportives. (45)

b. Le système digestif et la digestion

Comme mentionné dans le chapitre I, I.3.e., le système digestif joue un rôle clé dans la performance sportive en assurant une assimilation efficace des nutriments, garantissant ainsi un apport énergétique efficient et une meilleure récupération. À l'inverse, une digestion perturbée peut provoquer des troubles tels que des ballonnements, des gaz ou des diarrhées, pouvant ainsi nuire aux performances. Des études ont révélé qu'une mauvaise santé bucco-dentaire pouvait impacter la digestion. Par exemple, la présence de moins de 20 dents réduit les capacités masticatoires, perturbant ainsi le processus de digestion. (7)

Par ailleurs, des études ont mis en évidence un lien entre une mauvaise santé bucco-dentaire et **certaines pathologies digestives**.

Il a été démontré qu'une mauvaise hygiène bucco-dentaire pouvait favoriser la colonisation de l'estomac par ***Helicobacter pylori***, une bactérie impliquée dans le développement de **maladies gastroduodénales** telles que la gastrite active

chronique, la dyspepsie, l'ulcère, les lymphomes, et le cancer gastrique. Bien que son principal réservoir soit l'estomac, la cavité buccale a été révélée comme le premier réservoir extra-gastrique. Elle a été détectée dans la salive, dans la plaque supra-gingivale, sous-gingivale, sur la langue et les amygdales. Il a également été révélé que l'inflammation chronique et l'environnement complexe de la poche parodontale, observés chez les patients atteints de parodontite, créent des conditions favorables pour la colonisation par cette bactérie, et que sa présence dans la cavité buccale pouvait compromettre l'efficacité de la thérapie gastrique (Bago et coll. 2011).(97)

Un lien a également été établi entre la parodontite et les **maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (MICI)**, qui sont un ensemble de troubles inflammatoires chroniques idiopathiques affectant le tube digestif. Elles regroupent des affections telles que la maladie de Crohn et la rectocolite hémorragique. La parodontite et les MICI impliquent des interactions entre le système immunitaire microbien et celui de l'hôte qui créent une inflammation chronique et des lésions tissulaires chez les individus sensibles. Des recherches récentes suggèrent un lien entre l'inflammation buccale et l'inflammation intestinale par des mécanismes directs et indirects, notamment la circulation hématologique et lymphatique des lymphocytes T activés et la transmission entérique des bactéries inflammatoires.

Ainsi, l'axe bucco-intestinal est un domaine d'étude émergent qui souligne l'importance de la santé buccale dans la prévention de certaines maladies digestives. Le chirurgien-dentiste apparait alors au premier rang dans la détection précoce des affections bucco-dentaires susceptibles d'affecter le système digestif. (98)

☞ Maintenir un système digestif sain constitue un atout majeur pour tout sportif cherchant à améliorer ses performances et optimiser sa récupération.

CHAPITRE III - ENQUÊTES RELATIVES AU SUIVI ET À LA SANTÉ BUCCO-DENTAIRES DES SPORTIFS D'ENDURANCE : analyse des données et interprétation des résultats

Dans ce chapitre, une analyse des données ainsi qu'une interprétation des résultats de **deux questionnaires distincts** seront faites.

- Le premier questionnaire, intitulé *« Évaluation des pratiques sportives et leur lien avec la prévention et le suivi bucco-dentaire »*, s'adressait aux sportifs pratiquant un sport d'endurance de manière assidue.
- Le second questionnaire, intitulé *« Évaluation de la prévention bucco-dentaire réalisée par les professionnels de santé auprès des sportifs »*, était destiné aux professionnels de santé prenant en charge des sportifs.

Ces enquêtes viennent compléter les chapitres précédents (chapitres I et II), qui proposaient une revue de la littérature existante sur le sujet. Elles ont été menées dans le but d'apporter une réponse plus approfondie à la problématique centrale de ce travail : *La prévention et le suivi bucco-dentaire sont-ils suffisants chez les athlètes de sports d'endurance assidus sachant qu'ils constituent une population à risque sur le plan bucco-dentaire ?*

Ces deux questionnaires ont été élaborés sous forme de formulaires **Google Forms,** diffusés via les réseaux sociaux et partagés directement auprès de connaissances plus ou moins proches.

I. Questionnaire destiné aux sportifs d'endurance

Titre du questionnaire : Évaluation des pratiques sportives et leur lien avec la prévention et le suivi bucco-dentaire.

INTRODUCTION :

Cher(e)s athlètes,

Nous vous proposons de participer à une étude basée sur un questionnaire intitulé « Évaluation des pratiques sportives et leur lien avec la prévention et le suivi bucco-dentaires ».

Si vous pratiquez un sport d'endurance de manière assidue, je vous laisse prendre connaissance de ce document.

Ce questionnaire est rédigé dans le cadre de ma thèse d'exercice en chirurgie dentaire. Celle-ci traite le sujet de la prévention et du suivi bucco-dentaire chez les athlètes de sports d'endurance. L'objectif principal de cette enquête est de répondre à la problématique suivante : La prévention et le suivi bucco-dentaire sont-ils suffisants chez les athlètes de sports d'endurance assidus sachant qu'ils constituent une population à risque à ce niveau ?

La participation à cette étude est volontaire et anonyme, sans aucune conséquence sur votre prise en charge en cas de refus.
Je vous remercie par avance du temps consacré à cette enquête.

Eva Blaise

QUESTIONS :

I. Vous et votre pratique sportive :

Sexe : □ Féminin □ Masculin
Âge : ……
Profession : ……
Pays de naissance : ……
Ville de résidence : ……

Sport(s) pratiqué(s) : ……
Votre sport « principal » : ……

Depuis combien de temps pratiquez-vous ce(s) sport(s) ? ……..

À quel niveau pratiquez-vous ce(s) sport(s) ?
□ Sport amateur engagé : Niveau régional
□ Sport amateur engagé : Niveau national
□ Sport amateur engagé : Niveau international
□ Sport de haut niveau : Élite
□ Sport de haut niveau : Professionnel

Êtes-vous licencié dans un club et/ou êtes-vous membre d'un team ?
□ Oui
□ Non

II. Votre entrainement :

1. Est-ce que vous suivez un plan d'entrainements spécifique ?
□ Oui
□ Non

2. Combien d'heures de pratique sportive par semaine ?
.....

3. Vous arrive-t-il de doubler vos entrainements dans une journée ?
□ Oui
□ Non
Si oui, à quelle fréquence dans la semaine ?
……

III. Votre alimentation :

1. Estimez-vous avoir une alimentation saine, variée et équilibrée ?
□ Oui
□ Oui, mais je sais que je pourrais modifier certains apports
□ Non

2. Suivez-vous un programme alimentaire spécifique à votre pratique sportive ? (ex : apports très précis/jour…)
□ Oui
□ Non
Si oui, est-ce encadré par un professionnel ? □ Oui □ Non

3. Nombre de repas par jour :
- en période d'entrainements : …….
- en période de préparation à une compétition : …….

4. Avez-vous connaissance de vos apports en glucides/jour ?
□ Oui
□ Non
Si oui, quel est cet apport (en grammes) ?
- en période d'entrainements : …….
- en période de préparation à une compétition : …….

5. Consommez-vous des boissons spécifiques de l'effort ?
□ Oui
□ Non
Si oui, de quel(s) type(s) de boisson(s) s'agit-il ?
……..
Les consommez-vous durant l'effort ? :
- Pendant l'entrainement ? □ Jamais □ Occasionnellement □ Systématiquement
- Pendant une compétition ? □ Jamais □ Occasionnellement □ Systématiquement

6. Consommez-vous des collations spécifiques de l'effort ?
□ Oui
□ Non
Si oui, de quel(s) type(s) de collation(s) s'agit-il ?
……..
Les consommez-vous durant l'effort ? :
- Pendant l'entrainement ? □ Jamais □ Occasionnellement □ Systématiquement
- Pendant une compétition ? □ Jamais □ Occasionnellement □ Systématiquement

7. Nombre de collations par jour en dehors des repas (durant l'effort ou non) :
- en période d'entrainements : …….
- en période de préparation à une compétition : …….

IV. Votre suivi médical :

1. Bénéficiez-vous d'un suivi médical adapté dans le cadre de votre pratique sportive ?
□ Oui
□ Non
Si oui, inclue-t-il un suivi bucco-dentaire ?
□ Oui
□ Non

2. Si vous ne bénéficiez pas d'un suivi médical adapté :
Avez-vous un médecin traitant ?
□ Oui
□ Non
Avez-vous un chirurgien-dentiste traitant ?
□ Oui
□ Non
Si oui, fréquence de consultation : ……..
Si non, pourquoi ?
□ J'estime ne pas en avoir besoin car j'ai jamais eu de problèmes dentaires
□ Je ne prends pas le temps d'aller consulter
□ Je ne trouve pas de chirurgien-dentiste acceptant les nouveaux patients
□ Autre : ……

V. Votre santé bucco-dentaire :

1. Avez-vous des antécédents de soins dentaires ?
□ Oui
□ Non

Si oui, la cause était :
□ Caries (rage de dents, douleurs chroniques, abcès…)
□ Problèmes parodontaux (saignement des gencives, déchaussement, mobilités dentaires…)
□ Complications dents de sagesse (inflammation, infection, problèmes post extraction…)
□ Autre :
……
-> Type de soin(s) réalisé(s) par le chirurgien-dentiste :
……

2. Considérez-vous que des problèmes dentaires ont déjà eu un impact négatif sur :
□ Votre qualité de vie générale
□ Votre pratique sportive et vos performances
□ Les 2
□ Aucun des 2
Si vous avez coché une des 3 premières cases, quel(s) étai(en)t le(s) problème(s) dentaire(s) en question et comment cela vous a affecté ? …….

3. Pensez-vous que votre pratique sportive peut avoir une influence sur votre santé bucco-dentaire ?
□ Oui
□ Non
Si oui, par quels procédés ?
□ Alimentation
□ Sécheresse buccale
□ Stress
□ Autre : ……

4. Pensez-vous que des pathologies dentaires peuvent avoir des répercussions sur votre santé générale ?
□ Oui
□ Non
Si oui, quels types de répercussions ?
…….

5. Considérez-vous faire partie d'une population à risque en ce qui concerne la santé bucco-dentaire ?
□ Oui
□ Non
Si oui, est-ce votre chirurgien-dentiste qui vous a parlé de ce risque ?
□ Oui
□ Non : Qui est ce alors ?
……

VI. Votre hygiène bucco-dentaire :

1. À quelle fréquence vous brossez-vous les dents ?
□ 1 fois par jour
□ 2 fois par jour
□ 3 fois par jour
□ Autre : ……

2. A quelle fréquence changez-vous de brosse à dents ?
Tous les :
□ 2 mois
□ 3 mois
□ 4 mois
□ Lorsque j'estime qu'il est nécessaire de changer. C'est environ tous les ……. mois.
Dans ce dernier cas, quels sont vos critères pour changer ?
……..

3. Utilisez-vous un dentifrice fluoré ?
□ Oui
□ Non

4. Utilisez-vous un complément à la brosse à dents après le brossage des dents ?
□ Oui
□ Non
Si oui, il s'agit de :
□ Brossettes interdentaires
□ Fil dentaire
□ Hydropulseur
Autre : ……

5. Pensez-vous à vous brosser les dents après une prise alimentaire ?
□ Oui
□ Non
- Si oui, pensez-vous à respecter un certain délai entre la prise alimentaire et le brossage ?
□ Oui □ Non : Si oui, quel est ce délai (en minutes) ?
……
- Si non, pensez-vous à vous rincer la bouche à l'eau après une prise alimentaire ?
□ Oui □ Non

VII. En plus…

1. Réflexion libre sur le sujet : remarque(s) estimée(s) pertinente(s) à rajouter.
……

II. Questionnaire destiné aux professionnels de santé impliqués dans le suivi d'athlètes : évaluation des pratiques professionnelles

Titre du questionnaire : Évaluation de la prévention bucco-dentaire réalisée par les professionnels de santé auprès des sportifs

INTRODUCTION :

Chers professionnels de santé,

Nous vous proposons de participer à une étude des pratiques et des connaissances professionnelles basée sur un questionnaire intitulé "Evaluation de la prévention bucco-dentaire réalisée par les professionnels de santé auprès des sportifs".
Ce questionnaire est rédigé dans le cadre de ma thèse d'exercice en chirurgie dentaire. Celle-ci traite le sujet de la prévention et du suivi bucco-dentaire chez les athlètes de sports d'endurance assidus. L'objectif principal de cette enquête est de répondre à la problématique suivante : La prévention et le suivi bucco-dentaire sont-ils suffisants chez les athlètes de sports d'endurance assidus sachant qu'ils constituent une population à risque sur le plan bucco-dentaire ?

La participation à cette étude est volontaire et anonyme, sans aucune conséquence sur votre prise en charge en cas de refus.

Je vous remercie par avance du temps consacré à cette enquête.

Eva Blaise

QUESTIONS :

I. Informations générales

- Sexe : □ Féminin □ Masculin
- Âge : ……
- Faculté/Ecole de formation : ……
- Profession médicale exercée : ……

- Ville d'exercice professionnel : ……..

II. Type d'exercice

- Depuis combien d'années exercez-vous ?
- Quel type de pratique avez-vous ? Salariée - Libérale – Hospitalière – Mixte
- Avez-vous participé à des formations relatives à la pratique sportive et à l'odontologie du sport ? OUI ou NON
  Si oui, quelle est la date de votre dernière formation ? ……..
  Si oui, citez la ou les formation(s) réalisée(s) : ……

III. Santé bucco-dentaire

- Avez-vous connaissance des affections focales odontogènes ? OUI ou NON
- Estimez-vous avoir connaissance des répercussions possibles des pathologies bucco-dentaires sur la santé générale ? OUI ou NON
  - Si oui, quelles sont ces répercussions d'après vous ?
  - Si oui, où en avez-vous appris l'existence ? Formation initiale – Formation complémentaire / post-universitaire – Autre : …..

IV. Prévention bucco-dentaire et odontologie du sport

- Connaissez-vous la branche de la médecine du sport spécifique à la santé bucco-dentaire des sportifs, appelée odontologie du sport ? OUI ou NON

- Lors d'une consultation avec un patient pratiquant une activité sportive, évoquez-vous le sujet de sa santé bucco-dentaire ? OUI ou NON

- Avez-vous des connaissances concernant les mesures de prévention bucco-dentaire et les conseils hygiéno-diététiques spécifiques aux sportifs ? OUI ou NON
  Si oui, quels sont-ils ? ……

- Évoquez-vous l'augmentation du risque individuel, carieux et parodontal, aux patients pratiquant une activité sportive ? OUI ou NON

- Si le patient sportif n'a pas de suivi bucco-dentaire, pensez-vous à l'orienter vers un chirurgien-dentiste ? OUI ou NON

- Si le patient sportif a un chirurgien-dentiste mais n'a pas de suivi bucco-dentaire approprié, pensez-vous à lui proposer un suivi spécifique à sa pratique sportive ? OUI ou NON

- Pensez-vous à évoquer aux patients sportifs le lien entre l'état de santé bucco-dentaire et les performances sportives ? OUI ou NON

- Estimez-vous que ce critère peut motiver le patient à se préoccuper de sa santé bucco-dentaire ? OUI ou NON

- Pensez-vous à une origine bucco-dentaire si le patient sportif se présente avec :
  □ Une tendinite qui ne guérit pas malgré les soins proposés
  □ Des blessures récidivantes et des problèmes de récupération musculaire
  □ Des problèmes cardio-vasculaires ou respiratoires inexpliqués
  □ Un diabète qui ne s'équilibre pas
  □ Je ne connais pas le lien entre ces problèmes médicaux et les pathologies bucco-dentaires
  □ Autre : ……

- Lorsque vous faites des prescriptions, avez-vous connaissances des substances susceptibles de positiver le patient à un contrôle anti-dopage ? OUI ou NON

III. Analyse des réponses

1. Questionnaire 1 : résultats

Sur un échantillon de 126 réponses, 5 ont été exclues de l'étude : 1 en raison de réponses non valables et 4 car leur sport principal n'était pas un sport d'endurance, laissant ainsi **121 réponses prises en compte**.

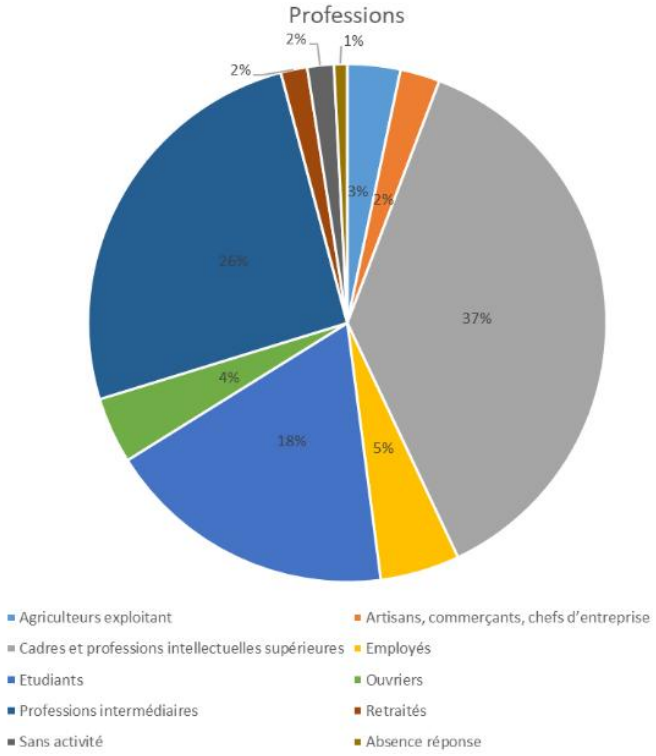
a. Vous et votre pratique sportive

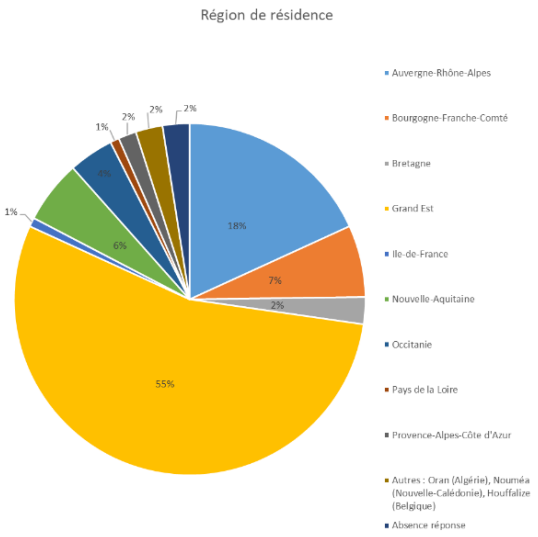
La population étudiée est composée de 64,5% d'hommes et 35,5% de femmes, âgés en moyenne de **33,6 ans**. En termes de catégorie socio-professionnelle, on retrouve une majorité de **cadres et professions intellectuelles supérieures** (37%), suivis des **professions intermédiaires** (26%) et des **étudiants** (18%).
La grande majorité des individus sont nés en **France** (92%), bien que quelques-uns soient originaires de pays étrangers comme la Belgique, la Suisse, les Pays-Bas, l'Espagne, l'Algérie et Madagascar.
La région de résidence principale de cette population est la région **Grand Est** (55%), suivie par la région **Auvergne-Rhône-Alpes** (18%).
Le sport principal pratiqué est la **course à pied et le trail** (69%), suivi du **triathlon** (7%) et du **cyclisme** (7%). Les sportifs de cette étude pratiquent leur sport principal de manière assidue depuis **8,8 ans** en moyenne.

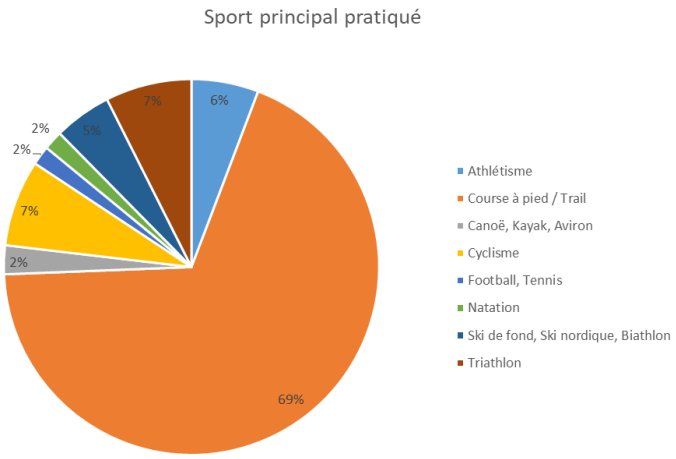
La majorité de ces sportifs (68,1%) pratiquent leur discipline en tant **qu'amateurs engagés au niveau régional**. 16% évoluent en **amateur engagé au niveau national** et 10,1% concourent à **l'échelle internationale**.

Par ailleurs, 10,1% sont des **sportifs de haut niveau d'élite** et 2,5% exercent en tant que **professionnels**.

Une grande majorité de ces sportifs (76,5%), sont **licenciés** dans un club et/ou sont **membre d'un team**.







b. Votre entrainement

60% des sportifs suivent un **plan d'entraînement spécifique**, tandis que 40% n'en ont pas. Leur pratique sportive est en moyenne de **9,66 heures** par semaine.
Par ailleurs, 57,9% d'entre eux effectuent 2 séances d'entraînement (voire 3) dans une même journée.

c. Votre alimentation

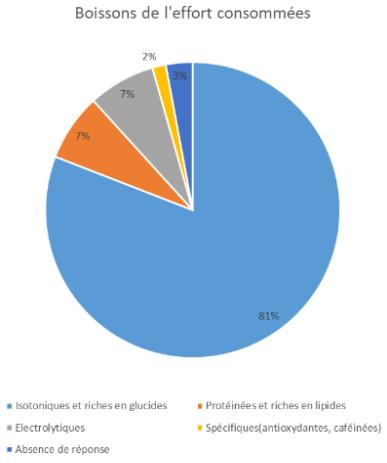
Parmi les sportifs interrogés, 44,6% estiment avoir une **alimentation saine et variée**, tandis que 51,2% partagent cet avis tout en reconnaissant qu'ils pourraient encore **améliorer certains apports**. À l'inverse, 5% considèrent ne pas avoir une bonne alimentation.
Une très large majorité (92,6%) ne suit pas de **programme alimentaire spécifique**.

- <u>Fréquence des repas</u> : nombre moyen de repas par jour :

En moyenne, les sportifs prennent **3,11** repas par jour en période d'entraînement et **3,17** repas par jour lorsqu'ils se préparent à une compétition.
95,8% des sportifs ne connaissent pas précisément leurs apports quotidiens en glucides. Parmi les 4,2% qui en ont connaissance, ils indiquent en consommer en moyenne **485g /jour** en période d'entrainement et **560g/jour** en période de préparation à une compétition.

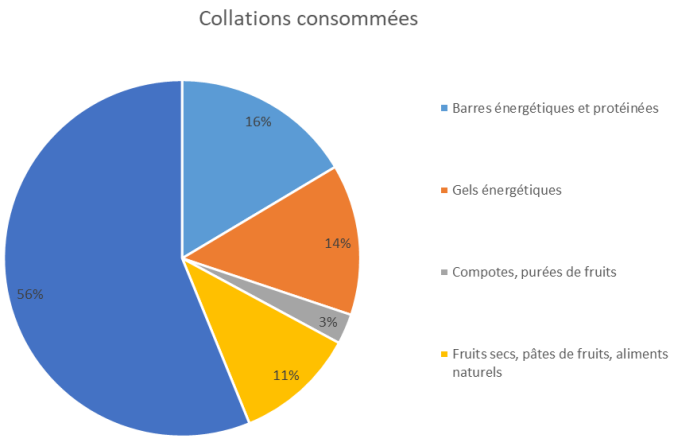
- <u>Boissons spécifiques de l'effort</u>

Concernant l'hydratation, 65% des sportifs consomment des **boissons spécifiques** de l'effort, dont 81% privilégient des **boissons isotoniques et riches en glucides**.



- <u>Collations spécifiques de l'effort</u>

Par ailleurs, 66% des sportifs ont recours à des **collations spécifiques de l'effort**, et 56% varient leurs apports en consommant au moins deux types de collations différents, tels que des gels énergétiques, des barres énergétiques et protéinées, des compotes et purées de fruits, des fruits secs ou encore des pâtes de fruits.



En moyenne, durant la période d'entraînement, une personne consomme 1,1 collation en dehors des repas par jour, tandis que pendant la période de préparation à une compétition, cette moyenne passe à 1,3 collation par jour.

d. Votre suivi médical

Parmi les sportifs interrogés, 34% bénéficient d'un **suivi médical adapté** dans le cadre de leur pratique sportive, et, parmi eux, 41% précisent que ce suivi inclut un **suivi bucco-dentaire**.

En revanche, parmi les 66% qui ne disposent pas d'un suivi médical spécifique, 90% ont un **médecin traitant** et 75% un **chirurgien-dentiste traitant**. En moyenne, ils consultent un chirurgien-dentiste **1 fois par an**.

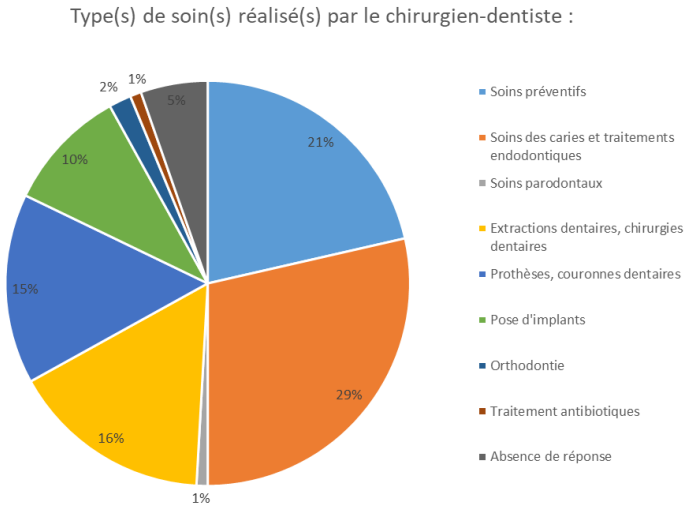
Parmi ceux qui ne consultent pas de chirurgien-dentiste, la principale raison évoquée (55,9%) est le manque de temps : « Je ne prends pas le temps d'aller consulter ». De plus, 38,2% estiment ne pas en avoir besoin : « J'estime ne pas en avoir besoin », tandis que 5,9% rencontrent des difficultés à trouver un chirurgien-dentiste acceptant les nouveaux patients.

e. Votre santé bucco-dentaire

Parmi les sportifs interrogés, 66,7% déclarent avoir des **antécédents de soins dentaires**. Les principales **raisons** de ces soins sont :

- Les **caries dentaires** (diagnostiquée lors d'un contrôle, rage de dents, douleurs chroniques, abcès) pour 65%,
- Les **problèmes parodontaux** (saignement des gencives, déchaussement, mobilités dentaires) pour 12%,
- Les **complications liées aux dents de sagesse** (inflammation, infection, problèmes post-extraction) pour 18%,
- Les **fractures dentaires** pour 5%.

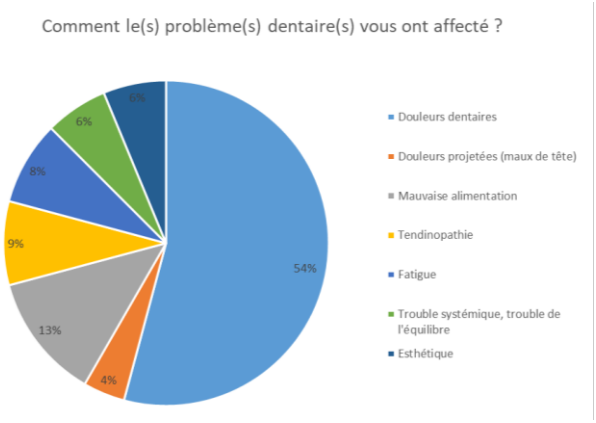
Les soins les plus fréquemment réalisés par les chirurgiens-dentistes sont les soins de caries et les traitements endodontiques, représentant 29% des actes. Par ailleurs, 21% des sportifs ont recours à des soins préventifs lors de leurs consultations chez le chirurgien-dentiste, tandis que 16% mentionnent avoir subi des extractions ou des chirurgies dentaires. Enfin, 15% ont bénéficié de soins prothétiques, tels que la pose de couronnes dentaires, et 14% ont eu recours à des soins implantaires (10%), orthodontiques (2%), parodontaux (1%) ou médicamenteux (1%).



- <u>Impact négatif lié à des problèmes dentaires</u>

61% des sportifs déclarent que leurs problèmes bucco-dentaires n'ont jamais eu d'impact négatif sur leur qualité de vie générale et/ou leur pratique sportive et leurs performances.

En revanche, 36% affirment avoir déjà été affectés par des problèmes bucco-dentaires, que ce soit sur leur qualité de vie générale, leur pratique sportive et leurs performances, ou les deux. Parmi eux :



- 54% évoquent des **douleurs dentaires** comme principal facteur d'impact,
- 13% signalent des difficultés alimentaires,
- 9% associent ces problèmes à des tendinopathies,
- 8% mentionnent un impact sur le sommeil,
- 6% rapportent des troubles systémiques,
- 6% soulignent une gêne esthétique,
- 4% évoquent des douleurs projetées.

- <u>Répercussions des pathologies bucco-dentaires sur la santé générale</u>

La majorité des sportifs interrogés sont bien, voire très bien informés des répercussions des pathologies bucco-dentaires sur la santé générale : 79,8% déclarent en avoir connaissance. En revanche, 21% des sportifs ne sont pas conscients de cette influence : 5% estiment que les pathologies bucco-dentaires n'ont aucun impact sur la santé générale et 16% ne se prononcent pas et répondent « Je ne sais pas ».

- <u>Influence d'une pratique sportive sur la santé bucco-dentaire</u>

42,1% des sportifs déclarent être informés de l'impact que leur pratique sportive peut avoir sur leur santé bucco-dentaire. Parmi eux, 60% l'associent à l'alimentation, 20% à la sécheresse buccale, 14% au stress, et 6% à une mauvaise hygiène bucco-dentaire ou aux chutes. Certains athlètes ont mentionné plusieurs de ces facteurs.
En revanche, 57,9% ne sont pas conscients de cette influence : 24% estiment que la pratique sportive n'a aucun effet sur la santé bucco-dentaire et 33,9% ne se prononcent pas et répondent « Je ne sais pas ».

- Population à risque ?

Seuls 11,7% des sportifs interrogés estiment appartenir à une population à risque en matière de santé bucco-dentaire. Parmi eux, 31,6% en ont pris conscience grâce à leur chirurgien-dentiste. La majorité des autres sportifs informés de ce risque sont eux-mêmes chirurgiens-dentistes. Un athlète a mentionné avoir été sensibilisé par le médecin du sport de son équipe professionnelle.
À l'inverse, 66,7% des sportifs estiment ne pas être à risque, tandis que 21,7% ne se prononcent pas et répondent « Je ne sais pas ».

f. Votre hygiène bucco-dentaire

Les sportifs interrogés se brossent les dents en moyenne **2,15 fois par jour**, mais 10% révèlent le faire qu'une seule fois par jour.

- La brosse à dent

Concernant la fréquence de renouvellement, plus de la moitié (54%) des sportifs la changent tous les **2 à 4 mois**. 46% la remplacent lorsqu'ils estiment nécessaire de la changer. Parmi eux, la majorité (53%) se fient uniquement à l'état d'usure des poils (43%) ou à l'indicateur de leur brosse électrique (10%). 32% conservent leur brosse plus de 4 mois et 14% la changent en moins de 2 mois.

- Le dentifrice et les compléments à la brosse à dents

55% des sportifs interrogés utilisent un **dentifrice fluoré** pour se brosser les dents.
31% complètent leur brossage avec des compléments à la brosse à dents. Parmi eux, 41% utilisent du fil dentaire, 35% privilégient les brossettes interdentaires. 13% combinent les deux et 11% ont recours à d'autres compléments tels que l'hydropulseur ou des bains de bouche.

- Les habitudes de brossage

En dehors des brossages principaux, après une prise alimentaire, seulement 12% des sportifs se brossent systématiquement les dents. Parmi eux, 57% ne respectent aucun délai entre la prise alimentaire et le brossage, et les 43% affirment respecter un délai de 30,9 minutes en moyenne.

61% des sportifs ne se brossent jamais les dents en dehors des brossages principaux, et 27% le font occasionnellement. Parmi eux, 53% ne pensent pas à se rincer au moins la bouche à l'eau tandis que 47% le font.

g. Réflexion libre sur le sujet : remarque(s) estimée(s) pertinente(s) à rajouter.

- J'utilise une gouttière la nuit pour éviter d'avoir mal aux cervicales la journée. (stress)
- En période de forte charge d'entrainement, parfois des inconforts dentaires, pour autant aucune carie ou autre.
- C'est un sujet intéressant sur lequel on en sait sûrement pas assez.
- Je n'ai aucune idée d'un quelconque lien entre les risques bucco-dentaires et la pratique d'un sport pratiqué à haute intensité.
- Je n'ai jamais eu de prévention à ce sujet, mais je serais curieux d'en apprendre plus : personnellement je consomme très peu de boissons ou d'aliments sucrés de manière général et pendant l'effort.
- Très intéressant, je serais curieux de voir les statistiques globales.
- J'ai acquis certains réflexes grâce aux recommandations de mon chirurgien-dentiste (rinçage de la bouche même sans brossage ou lorsque le délai entre la prise alimentaire et le brossage est inférieur à 30 minutes).
- Une infection, inflammation, carie, ont des effets indéniables sur le corps entier, donc les capacités sportives.

2. Questionnaire 1 : <u>discussion et conclusion</u>

a. Discussion

- <u>Fréquence de l'entraînement</u>

Les sportifs interrogés pratiquent régulièrement une activité physique et quasiment 60% d'entre eux effectuent 2 entraînements dans une même journée. Cependant, le doublement des séances ne se produit pas quotidiennement. En moyenne, ils doublent

leur entrainement à une fréquence de 2,2 fois par semaine ce qui suggère une modulation de l'intensité en fonction des objectifs et des contraintes individuelles.

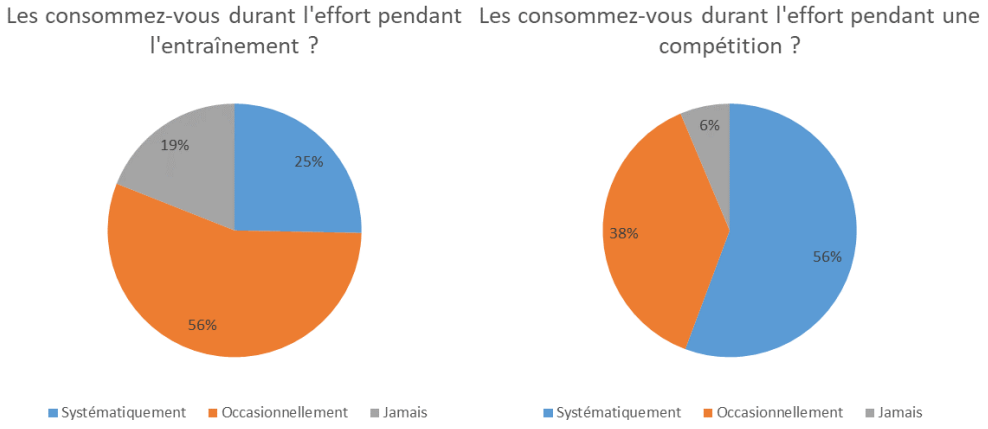
- Suivi d'un régime alimentaire spécifique

Une très large majorité des sportifs interrogés ne suit pas de programme alimentaire spécifique. Par ailleurs, il est intéressant de noter que les trois sportifs professionnels ayant participé à l'étude ne figurent pas parmi les participants suivant un régime alimentaire spécifique. Parmi ceux qui suivent un régime alimentaire spécifique (9 sportifs au total), seuls 3 bénéficient d'un **encadrement** par un professionnel de santé. Cela souligne une certaine autonomie dans la gestion nutritionnelle des athlètes interrogés.

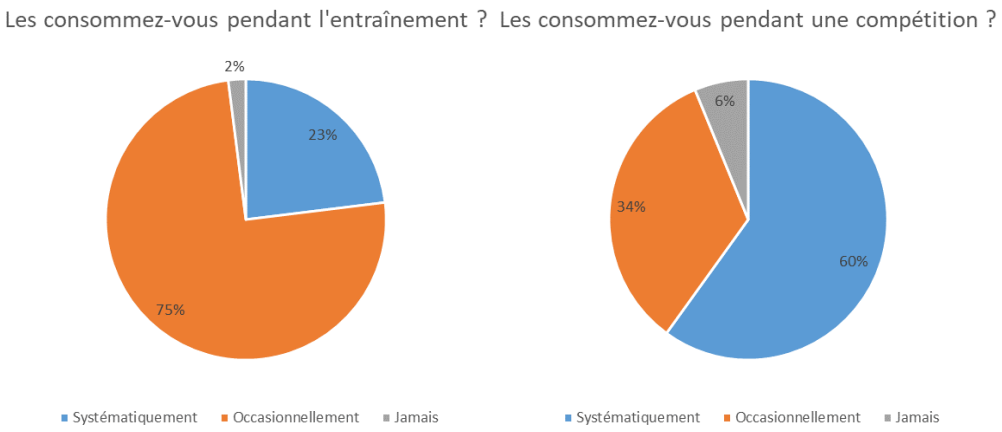
- Consommation de boissons et collations spécifiques de l'efforts

Les boissons et collations spécifiques de l'effort sont largement consommées par les athlètes. Cependant, leur consommation varie selon les circonstances : entraînement ou compétition.

En ce qui concerne les boissons, lors des entraînements, celles-ci sont majoritairement consommées de manière occasionnelle (56%), alors qu'en compétition, elles sont majoritairement consommées systématiquement (56%).



Pour ce qui est des collations, lors des séances d'entraînement, 75% des sportifs les consomment occasionnellement, tandis qu'en compétition, 60% d'entre eux les utilisent systématiquement.



Ces résultats suggèrent qu'en contexte de performance, les athlètes perçoivent un besoin accru de stratégies nutritionnelles et donc sont davantage dans la gestion de leur apport énergétique.

- <u>Suivi médical</u>

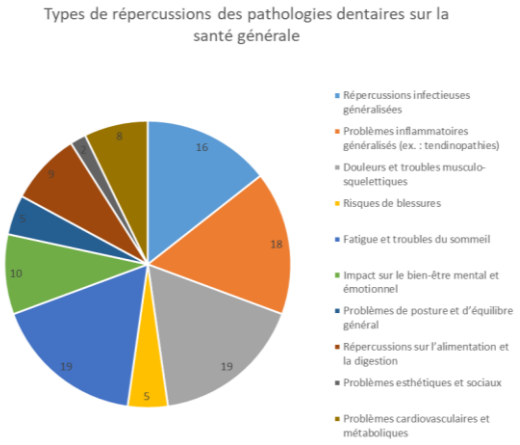
Concernant le suivi médical, les résultats révèlent que la majorité des sportifs interrogés ne bénéficient pas d'un suivi médical adapté dans le cadre de leur pratique sportive. Cependant, ils sont en très grande majorité suivis par un médecin traitant et un chirurgien-dentiste traitant, ce qui montre un bon accès aux soins mais un possible manque de prise en charge spécialisée à leur pratique sportive.

Il est particulièrement intéressant de noter que parmi les 3 athlètes professionnels inclus dans l'étude, seul 1 bénéficie d'un suivi médical adapté à sa pratique. Les deux autres ne disposent d'aucun suivi spécifique : l'un d'entre eux n'a ni médecin traitant, ni chirurgien-dentiste traitant, tandis que l'autre est tout de même suivi par un médecin traitant et un chirurgien-dentiste traitant.

Bien qu'il n'est pas possible de tirer des conclusions à l'aide d'un échantillon aussi restreint, on peut se poser des questions quant à l'encadrement et à l'importance accordée au suivi médical dans le cadre de la haute performance sportive.

- <u>Répercussions des pathologies bucco-dentaires sur la santé générale</u>

Les athlètes interrogés sont bien, voire très bien informés des répercussions des pathologies bucco-dentaires sur la santé générale. Ils ont mentionné de nombreux effets agissant sur la santé mais également sur le bien-être.



Parmi les effets mentionnés, les plus cités sont les troubles du sommeil et de la fatigue (19%) ainsi que les douleurs et troubles musculo-squelettiques (19%). Les problèmes inflammatoires (18%) et infectieux (16%) généralisés ont également été mentionnés ainsi que l'impact sur le bien-être mental et émotionnel (10%), sur l'alimentation et la digestion (9%). En outre, 20% des sportifs évoquent des répercussions cardiovasculaires et métaboliques (8%), des conséquences esthétiques et sociales (2%), un risque accru de blessure (5%) ainsi que des problèmes de posture et d'équilibre général (5%).

En revanche, certains sportifs ne sont pas conscients de cette influence. Fait notable, cette méconnaissance concerne également certains athlètes professionnels et kinésithérapeutes, ce qui met en lumière un manque de sensibilisation et de connaissances sur l'influence de certains facteurs en lien avec la performance sportive.

b. Conclusion de l'étude

Cette étude menée auprès de 121 sportifs pratiquant des sports d'endurance révèle plusieurs éléments clés sur leurs habitudes de vie, leur entraînement et leur santé bucco-dentaire.

La population étudiée est composée en majorité d'hommes et de personnes relativement jeunes, avec une forte proportion de cadres et de professions intellectuelles supérieures. Le sport de prédilection est la course à pied et le trail, pratiqué de manière régulière et sérieuse, avec un nombre d'heures d'entraînement conséquent chaque semaine depuis de nombreuses années.

En termes d’alimentation, la grande majorité des répondants se considère en bonne santé alimentaire, bien qu’ils reconnaissent pouvoir améliorer certains apports. La consommation de boissons et de collations spécifiques de l’effort est courante, et varie selon le contexte d’entraînement ou de compétition.

Concernant leur suivi médical, un tiers des sportifs bénéficie d’un suivi médical adapté dans le cadre de leur pratique sportive, et parmi eux, moins de la moitié mentionne un suivi bucco-dentaire inclus. Bien que beaucoup n’aient pas de suivi médical adapté, ils ont pour une grande majorité un médecin traitant ainsi qu’un chirurgien-dentiste traitant qu’ils consultent en moyenne une fois par an.

Les antécédents de soins dentaires sont assez fréquents et 36% des sportifs affirment avoir déjà été affectés par des problèmes bucco-dentaires, que ce soit sur leur qualité de vie générale, leur pratique sportive et leurs performances, ou les deux. La majorité des sportifs interrogés sont bien, voire très bien informés des répercussions possibles des pathologies bucco-dentaires sur la santé générale et ont évoqué de multiples exemples précis et justes. En revanche, plus de la moitié des répondants ne sont pas conscients de l’influence de leur pratique sportive sur leur santé bucco-dentaire et estiment ne pas appartenir à une population à risque en matière de santé bucco-dentaire.

Enfin, concernant l’hygiène bucco-dentaire, les sportifs participants à cette étude sont relativement rigoureux et se brossent les dents en moyenne deux fois par jour avec un dentifrice fluoré et utilisent souvent des compléments tels que du fil dentaire ou des brossettes interdentaires. Cependant, une part importante d’entre eux ne se brosse pas systématiquement les dents ou ne se rince pas la bouche à l’eau après une prise alimentaire en dehors des brossages principaux.

Étant donné que la majorité des répondants au questionnaire sont des sportifs issus de catégories socio-professionnelles globalement élevées, les résultats en matière d'alimentation, de suivi médical, de connaissances des impacts des pathologies bucco-dentaires sur la santé générale, ainsi que des habitudes d'hygiène bucco-dentaire, sont globalement satisfaisants. Cependant, cette étude souligne l'importance d'une prise de conscience accrue des liens entre la pratique sportive et la santé bucco-dentaire, tout en mettant en évidence des axes d'amélioration en matière de prévention pour cette population.

3. Questionnaire 2

L'étude a recueilli seulement 12 réponses, ce qui ne constitue pas un échantillon très représentatif. Toutefois, une analyse des réponses aux questions posées sera tout de même réalisée, mais les résultats seront présentés sous forme de valeurs simples plutôt qu'en pourcentages.

a. Informations générales

L'échantillon se compose de 7 femmes et 5 hommes, âgés en moyenne de 27,5 ans. Les professionnels de santé ayant participé à l'étude regroupent 5 chiropracteurs, 4 dentistes, 2 kinésithérapeutes et 1 sage-femme. Ils exercent principalement dans la région Grand Est.

b. Type d'exercice

Les participants exercent en moyenne depuis 3,4 ans et pratiquent principalement en libéral.
Seule une personne mentionne avoir participé à des formations relatives à la pratique sportive et à l'odontologie du sport, et ce, dans le cadre de son cursus initial en sciences maïeutiques.

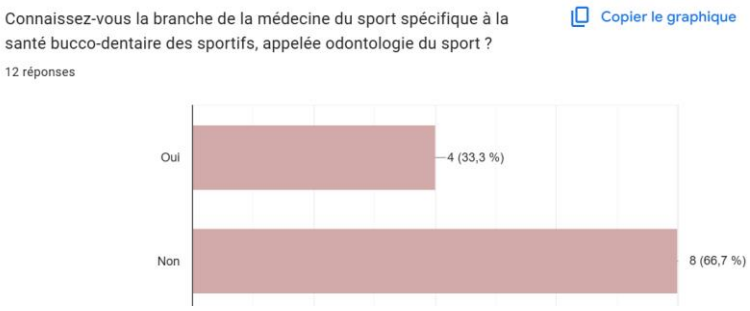
c. Santé bucco-dentaire

Seulement 5 participants connaissent les affections focales odontogènes, tandis que 10 déclarent être informés des répercussions possibles des pathologies bucco-dentaires sur la santé générale. Parmi les effets mentionnés, on retrouve des problèmes inflammatoires et infectieux généralisés, des répercussions cardiovasculaires et métaboliques, des troubles de la posture et d'équilibre général, ainsi que des douleurs et troubles musculo-squelettiques, sans oublier l'impact sur l'alimentation et la digestion.

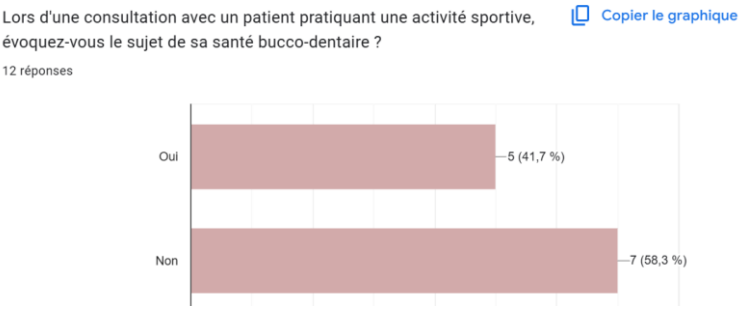
Pour 7 participants, ces connaissances proviennent de leur formation initiale, tandis que les autres les ont acquises par des formations complémentaires post-universitaires, des séminaires, des conseils d'anciens praticiens chiropracteurs, des échanges familiaux, des recherches personnelles ou encore des observations sur le terrain.

d. Prévention bucco-dentaire et odontologie du sport

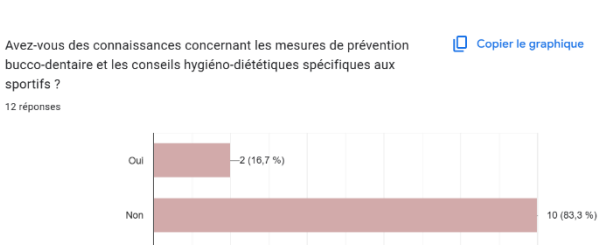
8 participants à l'étude ne connaissent pas l'odontologie du sport, branche de la médecine du sport dédiée à la santé bucco-dentaire des sportifs.

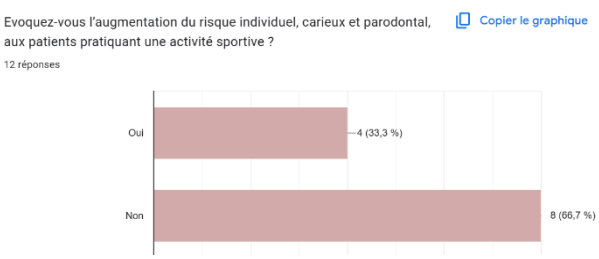


Lors d'une consultation avec un patient pratiquant une activité sportive, 5 praticiens (3 chirurgiens-dentistes et 2 chiropracteurs) abordent la question de la santé bucco-dentaire, tandis que 7 ne le font pas.



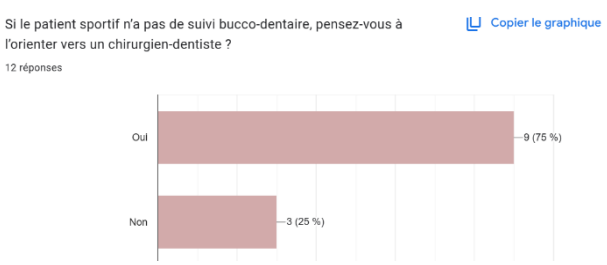
10 praticiens reconnaissent ne pas avoir de connaissances concernant les mesures de prévention bucco-dentaire et les conseils hygiéno-diététiques spécifiques aux sportifs. Seuls 4 praticiens (3 chirurgiens-dentistes et 1 chiropracteur) mentionnent l'augmentation du risque individuel, carieux et parodontal, chez les patients sportifs.

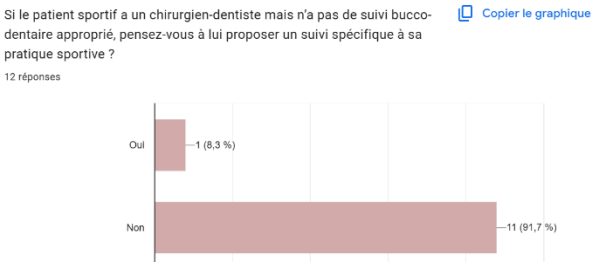




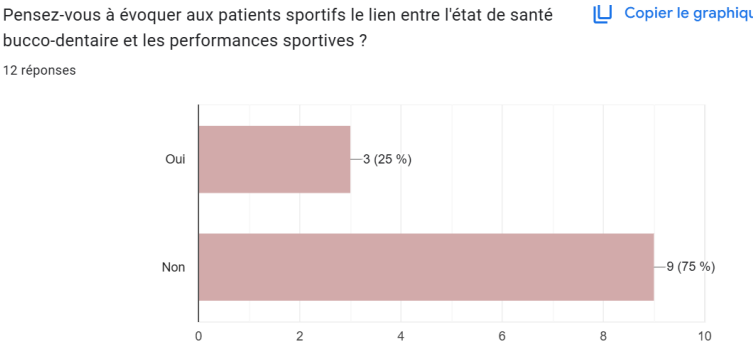
Si un patient sportif n'a pas de suivi bucco-dentaire, 9 praticiens envisagent de l'orienter vers un chirurgien-dentiste.

En revanche, si le patient sportif a déjà un chirurgien-dentiste mais n'a pas de suivi bucco-dentaire approprié, seulement 1 kinésithérapeute propose un suivi spécifique à sa pratique sportive.





Seuls 3 praticiens abordent avec les patients sportifs le lien entre leur santé bucco-dentaire et leurs performances sportives, bien que tous estiment que ce lien pourrait motiver le patient à mieux prendre soin de sa santé bucco-dentaire.



Les praticiens associent une origine bucco-dentaire principalement à des blessures récidivantes et des problèmes de récupération musculaire ou un diabète qui ne s'équilibre pas. Un praticien évoque un lien avec des problèmes cardio-vasculaires et/ou respiratoires inexpliqués, et un autre mentionne des troubles musculo-squelettiques non expliqués. Deux praticiens reconnaissent ne pas connaître le lien entre certains problèmes médicaux mentionnés et les pathologies bucco-dentaires.

Enfin, lors de la réalisation de prescriptions, seulement 4 praticiens ont connaissance des substances susceptibles de positiver le patient à un contrôle anti-dopage.

e. Réflexion libre sur le sujet : remarque(s) estimée(s) pertinente(s) à rajouter.

- Serait-il possible d'avoir un récapitulatif à la fin ? Je ne connais que très peu le sujet et ça a l'air très intéressant. (Kinésithérapeute)

f. Conclusion de l'étude

Cette étude, bien que limitée par un échantillon restreint de 12 réponses, offre un aperçu intéressant des connaissances et des pratiques des professionnels de santé concernant la santé bucco-dentaire dans le contexte de l'odontologie du sport.
Les résultats révèlent un manque de sensibilisation et de formation sur le sujet. Une grande partie des participants ne semble pas au fait sur l'odontologie du sport : ils reconnaissent ne pas avoir connaissance des mesures de prévention bucco-dentaire et des conseils hygiéno-diététiques spécifiques aux sportifs. De plus, un faible nombre de professionnels abordent avec les patients sportifs la question de sa santé bucco-dentaire ainsi que le lien entre leur santé bucco-dentaire et les performances sportives. L'orientation des patients vers un chirurgien-dentiste reste tout de même une pratique courante pour les cas nécessitant un suivi.
Par ailleurs, la majorité des participants sont informés des répercussions possibles des pathologies bucco-dentaires sur la santé générale, mais ils ne l'associent pas à l'impact sur les performances sportives.
Cela souligne l'existence de certaines connaissances concernant l'odontologie du sport, bien qu'elles demeurent insuffisantes et nécessiteraient d'être approfondies, notamment en matière de prévention bucco-dentaire pour les sportifs. Un renforcement de la formation et de la sensibilisation dans ce domaine pourrait contribuer à améliorer les pratiques et la prise en charge de ces patients.

CHAPITRE IV - FICHE CONSEIL : SANTÉ BUCCO-DENTAIRE DES SPORTIFS D'ENDURANCE

SANTÉ BUCCO-DENTAIRE DES SPORTIFS D'ENDURANCE*

*Course de fond, cyclisme, natation, ski de fond, ski-alpinisme, biathlon, patinage sur glace, aviron, canoë, kayak...

Carie et érosion dentaire chez un **sportif**.

Carie avec atteinte pulpaire chez un **joueur de tennis.**

POURQUOI UN RISQUE ACCRU DE PATHOLOGIES BUCCO-DENTAIRES ?

- Mode de vie **intense**
- **Stress** et exigences de **performances**
- **Alimentation fractionnée**, riche en sucres et en acides
- **Déshydratation** et **respiration buccale** = **bouche sèche**
- Manque de **sensibilisation** à l'hygiène bucco-dentaire

UN IMPACT DIRECT SUR VOS PERFORMANCES SPORTIVES !

FACTEURS BACTÉRIENS
Caries, Maladies parodontales

FACTEURS FONCTIONNELS
Désordres occlusaux, ATM (Articulations-temporo-mandibulaires)

Pathologies cardiovasculaires, Inflammations, Lésions musculotendineuses, Force musculaire, Posture, Démarche, Appuis podaux...

- Augmentation des risques de blessures
- Diminution de la performance
- Baisse de la condition physique
- Diminution du bien-être et de la confiance en soi
- Effets négatifs sur la santé générale

Crédit photos: www.ufsbd.fr | Eva Blaise © 2025

PROTÉGEZ VOTRE SOURIRE, BOOSTEZ VOS PERFORMANCES !

COMMENT PRÉSERVER VOTRE SANTÉ BUCCO-DENTAIRE ?

1 UNE BONNE HYGIÈNE DENTAIRE

- Brossez vos dents **matin et soir pendant 2 min**, 30 min après avoir mangé.
- Utilisez une brosse à dents **souple** (manuelle ou électrique) et du **dentifrice fluoré**.
- Complétez avec du **fil dentaire** ou des **brossettes interdentaires**.
- **Rincez-vous la bouche avec de l'eau** après les repas et les collations.
- Consultez votre chirurgien-dentiste **1 fois/an (amateurs)** et **2 fois/an (sportifs de haut niveau)**.

2 UNE ALIMENTATION ADAPTÉE

- Réduisez le **grignotage**, les **boissons sucrées et acides**.
- Évitez les **aliments collants**.
- Privilégiez les aliments riches en **fibres**, en **calcium** et **phosphore** ainsi que les **aliments alcalins**.
- Terminez votre repas avec un **produit laitier**.
- Utilisez une **paille** pour limiter le contact des boissons acides et sucrées avec les dents.
- Buvez de l'eau **régulièrement en petites quantités**.

3 ATTENTION AUX MÉDICAMENTS !

- Le chirurgien-dentiste peut être amené à vous prescrire des **substances interdites** par la **loi antidopage**.
- Informez-le de votre statut de sportif !
- Besoin d'un médicament interdit ? **Demandez une AUT** (autorisation d'usage à des fins thérapeutiques) auprès de l'**AFLD** (Agence française de lutte contre le dopage).

Eva Blaise © 2025

CONCLUSIONS

L'objectif de ce travail était de répondre à la problématique suivante : « La prévention et le suivi bucco-dentaire sont-ils suffisants chez les athlètes de sports d'endurance assidus sachant qu'ils constituent une population à risque à ce niveau ? ».

Après avoir exploré les généralités sur les sports d'endurance, en abordant les spécificités physiologiques et nutritionnelles des athlètes pratiquant ces disciplines, nous avons réalisé une revue de la littérature portant sur l'état de santé bucco-dentaire des sportifs de haut niveau et sur leur niveau de connaissance quant à son importance. Nous avons ensuite analysé les facteurs de risques et les pathologies bucco-dentaires spécifiques à cette population, ainsi que leurs potentielles répercussions sur la santé générale et les performances sportives.

Afin d'approfondir cette analyse, nous avons mené une enquête auprès de sportifs d'endurance, amateurs et professionnels, pour évaluer leur niveau de connaissance sur l'importance d'une bonne santé bucco-dentaire. En complément, une seconde enquête a été réalisée, bien que limitée par un échantillon restreint, auprès de professionnels de santé, afin d'évaluer les pratiques en matière de prévention et de prise en charge bucco-dentaires des athlètes.

Ce travail a permis de mettre en évidence des disparités en fonction du statut socio-professionnel des athlètes, du sport pratiqué et de l'ethnie, notamment en ce qui concerne l'alimentation, le suivi médical, l'hygiène bucco-dentaire et les connaissances générales sur le sujet. Toutefois, un constat majeur ressort : une très grande majorité des individus, y compris certains professionnels de santé, méconnaissent l'odontologie du sport ainsi que l'influence de la pratique sportive sur la santé bucco-dentaire et ses répercussions potentielles sur les performances sportives.

En définitive, cette étude souligne la nécessité d'une meilleure intégration de l'odontologie du sport dans le suivi des athlètes. Le renforcement de la formation des professionnels de santé et la multiplication des campagnes de sensibilisation auprès des sportifs apparaissent comme des leviers essentiels pour encourager de meilleures pratiques en matière d'hygiène bucco-dentaire, améliorer la prise en charge globale des athlètes et, par extension, optimiser leurs performances.

Faculté de chirurgie dentaire
Université de Strasbourg

SIGNATURE DES CONCLUSIONS

Thèse en vue du Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire

NOM - Prénom de l'impétrante : BLAISE Éva

Titre de la thèse : La prévention et le suivi bucco-dentaires chez les athlètes de sports d'endurance assidus : une santé optimale pour des performances optimales

Directeur de thèse : Professeur François CLAUSS

VU
Strasbourg, le : 27.02.25
Le Président du Jury,

Professeur F. CLAUSS

VU
Strasbourg, le : 3.03.2025
Le Doyen de la Faculté
de Chirurgie Dentaire de Strasbourg,

Professeur F. MEYER

Faculté de Chirurgie Dentaire de Strasbourg - service de scolarité / bureau des thèses
3 rue Sainte Elisabeth - 67000 Strasbourg

BIBLIOGRAPHIE

1. Maclaw S. Tout savoir sur l'endurance et la performance sportive [Internet]. Performances Sportives. 2021 [cité 1 juill 2024]. Disponible sur: https://performancessportives.com/l-endurance/

2. Course à pied: le guide d'entraînement et de nutrition. Nouvelle édition revue et augmentée. Montréal, Québec: Guide KMag; 2016.

3. Coia R. Rudy Coia. 2023 [cité 1 juill 2024]. Le GUIDE ULTIME de L'ENDURANCE. Disponible sur: https://www.rudycoia.com/le-guide-ultime-de-l-endurance/

4. Durand F (enseignant chercheur en S; 19). Physiologie des sports d'endurance en montagne. 2012.

5. Klissouras V. Les bases de la physiologie du sport : 64 concepts clés. 2017.

6. Monique Ryan. Nourrir l'endurance : alimentation et nutrition des sportifs d'endurance. de boeck. 2007.

7. Hugues Daniel, Fabrice Kuhn. Nutrition de l'endurance. Thierry Souccar. 2012.

8. ERGOGÈNE : Définition de ERGOGÈNE [Internet]. [cité 28 oct 2024]. Disponible sur: https://www.cnrtl.fr/definition/ergog%C3%A8ne

9. Schulze A, Busse M. Sports Diet and Oral Health in Athletes: A Comprehensive Review. Medicina (Kaunas). 13 févr 2024;60(2):319.

10. Quelles sont les pratiques sportives des Français en 2023 ? | vie-publique.fr [Internet]. 2024 [cité 3 nov 2024]. Disponible sur: https://www.vie-publique.fr/en-bref/292575-quelles-sont-les-pratiques-sportives-des-francais-en-2023

11. Jörg Müller (CREDOC). Baromètre national des pratiques sportives 2023. 2023 déc p. 76. (INJEP Notes & rapports). Report No.: 2023/15.

12. sportif de haut niveau - sportive de haut niveau [Internet]. [cité 5 nov 2024]. Disponible sur: https://www.onisep.fr/ressources/univers-metier/metiers/sportif-sportive-de-haut-niveau

13. sports.gouv.fr [Internet]. [cité 4 nov 2024]. Le sport de haut niveau, c'est quoi? Disponible sur: https://www.sports.gouv.fr/le-sport-de-haut-niveau-c-est-quoi-730

14. INJEP [Internet]. [cité 4 nov 2024]. Les chiffres clés du sport 2023 - Le sport de haut niveau. Disponible sur: https://injep.fr/tableau_bord/les-chiffres-cles-du-sport-2023-le-sport-de-haut-niveau/

15. Callaghan MJ, Jarvis C. Evaluation of elite British cyclists: the role of the squad medical. Br J Sports Med. déc 1996;30(4):349-53.

16. Ashley P, Di Iorio A, Cole E, Tanday A, Needleman I. Oral health of elite athletes and association with performance: a systematic review. Br J Sports Med. janv 2015;49(1):14-9.

17. Frese C, Frese F, Kuhlmann S, Saure D, Reljic D, Staehle HJ, et al. Effect of endurance training on dental erosion, caries, and saliva. Scand J Med Sci Sports. juin 2015;25(3):e319-326.

18. Needleman I, Ashley P, Meehan L, Petrie A, Weiler R, McNally S, et al. Poor oral health including active caries in 187 UK professional male football players: clinical dental examination performed by dentists. Br J Sports Med. janv 2016;50(1):41-4.

19. Yapıcı H, eroğlu oğuz, Ayan S, Baglar S, Memiş U, Dogan A. The relation between performance and oral health in male athletes. The European Research Journal. 15 oct 2018;5.

20. Kragt L, Moen MH, Van Den Hoogenband CR, Wolvius EB. Oral health among Dutch elite athletes prior to Rio 2016. Phys Sportsmed. mai 2019;47(2):182-8.

21. Khan K, Qadir A, Trakman G, Aziz T, Khattak MI, Nabi G, et al. Sports and Energy Drink Consumption, Oral Health Problems and Performance Impact among Elite Athletes. Nutrients. 30 nov 2022;14(23):5089.

22. Popa P Șerban, Onișor D, Nechita A, Earar K, Matei MN. Study on the Influence of Regular Physical Activity on Children's Oral Health. Children (Basel). 26 mai 2023;10(6):946.

23. Vougiouklakis G, Tzoutzas J, Farmakis ET, Farmakis EE, Antoniadou M, Mitsea A. Dental data of the Athens 2004 Olympic and Paralympic Games. Int J Sports Med. nov 2008;29(11):927-33.

24. Yang XJ, Schamach P, Dai JP, Zhen XZ, Yi B, Liu H, et al. Dental service in 2008 Summer Olympic Games. Br J Sports Med. avr 2011;45(4):270-4.

25. Vanhegan IS, Palmer-Green D, Soligard T, Steffen K, O'Connor P, Bethapudi S, et al. The London 2012 Summer Olympic Games: an analysis of usage of the Olympic Village « Polyclinic » by competing athletes. Br J Sports Med. mai 2013;47(7):415-9.

26. Piccininni PM, Fasel R. Sports Dentistry and the Olympic Games. Journal of the California Dental Association. 1 juin 2005;33(6):471-83.

27. New health department to transform dental care at Paris 2024 [Internet]. [cité 15 nov 2024]. Disponible sur: https://olympics.com/athlete365/articles/gamestime/new-health-department-to-transform-dental-care-at-paris-2024

28. Frese C, Wohlrab T, Sheng L, Kieser M, Krisam J, Frese F, et al. Clinical management and prevention of dental caries in athletes: A four-year randomized controlled clinical trial. Scientific Reports. 19 nov 2018;8:16991.

29. Gallagher J, Ashley P, Needleman I. Implementation of a behavioural change intervention to enhance oral health behaviours in elite athletes: a feasibility study. BMJ Open Sport — Exercise Medicine. 18 juin 2020;6(1):e000759.

30. Coudert S, Jacq R, Bas AC. The evaluation of oral and dental health and behavioural risk among ultra-endurance athletes: a cross-sectional epidemiological study. Res Sports Med. 2023;31(6):802-10.

31. de la Parte A, Monticelli F, Toro-Román V, Pradas F. Differences in Oral Health Status in Elite Athletes According to Sport Modalities. Sustainability. janv 2021;13(13):7282.

32. Tadin A, Buzov J. Knowledge and Self-Assessment of Dental Injuries and Oral Health among Croatian Professional Water Polo Players: A Cross-Sectional Study. Sports (Basel). 13 nov 2023;11(11):223.

33. Dr Martine Soell. Ecosystème buccal. 2020.

34. Bonnaure-Mallet M (1955). Le milieu buccal : un écosystème : de l'équilibre au déséquilibre. L'information dentaire SAS. 2021.

35. Nischwitz D. Santé des dents, santé globale : allergies, dépression, fatigue... découvrez l'impact sur notre santé de cet écosystème si méconnu et tous les secrets pour en prendre soin (alimentation, soins dentaires, hygiène de vie...). 2020.

36. Dr Martine Soell. Biofilm dentaire. 2020; Faculté chirurgie dentaire Strasbourg.

37. Kolenbrander PE, Andersen RN, Blehert DS, Egland PG, Foster JS, Palmer RJ. Communication among Oral Bacteria. Microbiol Mol Biol Rev. sept 2002;66(3):486-505.

38. Tremblay YDN, Hathroubi S, Jacques M. Les biofilms bactériens : leur importance en santé animale et en santé publique. Can J Vet Res. avr 2014;78(2):110-6.

39. Tripodi D, Cosi A, Fulco D, D'Ercole S. The Impact of Sport Training on Oral Health in Athletes. Dent J (Basel). 3 mai 2021;9(5):51.

40. Pr Florent Meyer. La salive. 2020.

41. Tuominen H, Rautava J. Oral Microbiota and Cancer Development. Pathobiology. 11 nov 2020;88(2):116-26.

42. Nieman DC, Henson DA, Fagoaga OR, Utter AC, Vinci DM, Davis JM, et al. Change in salivary IgA following a competitive marathon race. Int J Sports Med. janv 2002;23(1):69-75.

43. Nieman DC, Henson DA, Dumke CL, Lind RH, Shooter LR, Gross SJ. Relationship between salivary IgA secretion and upper respiratory tract infection following a 160-km race. J Sports Med Phys Fitness. mars 2006;46(1):158-62.

44. Constant C. Sécheresse buccale chez les sportifs. Université de Lorraine - faculté d'odontologie; 2020.

45. Lamendin H. Odontologie du sport. Editions CdP. 2004.

46. Menetrey J, Gremeaux V. L'usage des anti-inflammatoires non stéroïdiens dans le sport. Rev Med Suisse. 17 juill 2024;882:1327-1327.

47. Florence Fiorreti. Le processus carieux. 2019; Faculté chirurgie dentaire Strasbourg.

48. Marie BRENDLE. Spécificités du risque carieux individuel chez le sportif de haut niveau : revue systématique de la littérature et étude basée sur un questionnaire. Faculté de chirurgie-dentaire de Strasbourg; 2020.

49. Pr Youssef Haïkel. Histologie de l'émail. 2019; Faculté chirurgie dentaire Strasbourg.

50. Pr Maryline Minoux. Les pathologies pulpaires et pulpo-parodontales. 2021 mars; Faculté chirurgie dentaire Strasbourg.

51. Pr Youssef Haïkel. Anatomie canalaire. 2019 sept; Faculté chirurgie dentaire Strasbourg.

52. Beun S, Bogaerts P, Leprince J. Les bactéries endodontiques : connaître nos ennemis pour mieux les éradiquer. 2010;

53. Pr Fabien Bornert. Cellulite bucco-cervico-faciales odontogènes. Cours présenté à; 2020 sept; Faculté chirurgie dentaire Strasbourg.

54. Adrian Lussi TJ. L'érosion dentaire : diagnostic, évaluation du risque, prévention, traitement. QI. 2012.

55. Nijakowski K, Jankowski J, Gruszczyński D, Surdacka A. Eating Disorders and Dental Erosion: A Systematic Review. J Clin Med. 24 sept 2023;12(19):6161.

56. Vitse C. Les effets des sports d'endurance sur la santé bucco-dentaire. Université de Paris; 2020.

57. Atteintes œsogastriques – La médecine du sport [Internet]. [cité 13 janv 2025]. Disponible sur: https://www.lamedecinedusport.com/atteintes-oesogastriques/

58. Wells KR, Jeacocke NA, Appaneal R, Smith HD, Vlahovich N, Burke LM, et al. The Australian Institute of Sport (AIS) and National Eating Disorders Collaboration (NEDC) position statement on disordered eating in high performance sport. Br J Sports Med. nov 2020;54(21):1247-58.

59. UFSBD. Fiche Conseil -Evolution des dents de sagesse. 2019.

60. Dr Frédéric Denis. Dent de sagesse et cyclisme de haut niveau – La médecine du sport [Internet]. 2013 [cité 21 janv 2025]. Disponible sur:

https://www.lamedecinedusport.com/traumatologie/dent-de-sagesse-cyclisme-de-haut-niveau/

61. Florian TROMBOWSKY. La santé dentaire et le sportif de haut-niveau : une relation primordiale pour des performances optimales. Université de Lorraine - faculté d'odontologie; 2013.

62. Debest C. Troisième molaires et orthopédie dento-faciale. Université d'Auvergne Clermond Ferrand; 2016.

63. Dr Sophie Bahi-Gross. Kystes du maxillaire. 2022; Faculté chirurgie dentaire Strasbourg.

64. Clauzade MA (1948). Dents et performance sportive : [Équilibration occlusale - Traitement - Conseils aux sportifs]. Editions Chiron. 2012.

65. La germectomie au cabinet dentaire à Paris 16 - Dentiste Paris 16 [Internet]. Dentiste Paris 16 - Dr Michel ABEHSERA. [cité 19 févr 2025]. Disponible sur: https://dr-abehsera-michel.chirurgiens-dentistes.fr/dent-de-sagesse-paris-16/la-chirurgie-de-la-dent-de-sagesse/la-germectomie/

66. Cantamessa S. Le dentiste du sport et la performance sportive. AO news. (066).

67. Brayczewski T. Impact des foyers infectieux bucco-dentaires sur les tendinopathies : le point en 2016. [Faculté de chirurgie dentaire]: Université de Lille; 2016.

68. Peake JM, Neubauer O, Walsh NP, Simpson RJ. Recovery of the immune system after exercise. J Appl Physiol (1985). 1 mai 2017;122(5):1077-87.

69. Kakanis MW, Peake J, Brenu EW, Simmonds M, Gray B, Hooper SL, et al. The open window of susceptibility to infection after acute exercise in healthy young male elite athletes. Exerc Immunol Rev. 2010;16:119-37.

70. Delgado V, Ajmone Marsan N, de Waha S, Bonaros N, Brida M, Burri H, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of endocarditis: Developed by the task force on the management of endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Association of Nuclear Medicine (EANM). European Heart Journal. 14 oct 2023;44(39):3948-4042.

71. Marie GUTH. Affections focales odontogènes cardio-vasculaires et respiratoires chez le sportif : revue systématique des mécanismes physiopathologiques et prévention. [Faculté chirurgie dentaire Strasbourg]: Université de Strasbourg; 2022.

72. Sanz M, Marco Del Castillo A, Jepsen S, Gonzalez-Juanatey JR, D'Aiuto F, Bouchard P, et al. Periodontitis and cardiovascular diseases: Consensus report. J Clinic Periodontology. mars 2020;47(3):268-88.

73. European Federation of Periodontology (EFP), American Academy of Periodontology. Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) et maladies parodontales. 2020.

74. Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement. Br J Sports Med. avr 2013;47(6):342-50.

75. Merle CL, Wuestenfeld JC, Fenkse F, Wolfarth B, Haak R, Schmalz G, et al. The Significance of Oral Inflammation in Elite Sports: A Narrative Review. Sports Med Int Open. déc 2022;6(2):E69-79.

76. Solleveld H, Goedhart A, Vanden Bossche L. Associations between poor oral health and reinjuries in male elite soccer players: a cross-sectional self-report study. BMC Sports Sci Med Rehabil. déc 2015;7(1):11.

77. Solleveld H, Flutter J, Goedhart A, VandenBossche L. Are oral health and fixed orthodontic appliances associated with sports injuries and postural stability in elite junior male soccer players? BMC Sports Sci Med Rehabil. déc 2018;10(1):16.

78. Les tendinopathies mécaniques – Ce qu'il faut savoir – La médecine du sport [Internet]. [cité 11 févr 2025]. Disponible sur: https://www.lamedecinedusport.com/traumatologie/les-tendinopathies-mecaniques-ce-quil-faut-savoir/

79. VIDAL [Internet]. [cité 11 févr 2025]. Tendinopathies (tendinites) - symptômes, causes, traitements et prévention. Disponible sur: https://www.vidal.fr/maladies/appareil-locomoteur/tendinite.html

80. Arnaud JACQUIN. Les tendinopathies comme infection focale d'origine bucco-dentaire : analyse bibliographique et et étude chez une population de sportifs de haut niveau. [Faculté chirurgie dentaire Strasbourg]: Université de Strasbourg; 2017.

81. Inserm [Internet]. [cité 31 janv 2025]. Polyarthrite rhumatoïde · Inserm, La science pour la santé. Disponible sur: https://www.inserm.fr/dossier/polyarthrite-rhumatoide/

82. Qu'est-ce que le diabète ? [Internet]. [cité 13 févr 2025]. Disponible sur: https://www.ameli.fr/haut-rhin/assure/sante/themes/diabete-adulte/diabete-comprendre/definition

83. Chiffres du diabète en France [Internet]. [cité 13 févr 2025]. Disponible sur: https://www.federationdesdiabetiques.org/information/diabete/chiffres-france

84. Hypnotized. Association Belge du Diabète. [cité 13 févr 2025]. Soins bucco-dentaires & diabète : une relation bidirectionnelle. Disponible sur: https://www.diabete.be/vivre-le-diabete-3/suivi-au-quotidien-18/soins-buccodentaires-604?

85. Poudel P, Griffiths R, Wong VW, Arora A, Flack JR, Khoo CL, et al. Oral health knowledge, attitudes and care practices of people with diabetes: a systematic review. BMC Public Health. 2 mai 2018;18:577.

86. Genco RJ, Graziani F, Hasturk H. Effects of periodontal disease on glycemic control, complications, and incidence of diabetes mellitus. Periodontology 2000. 2020;83(1):59-65.

87. Haute Autorité de Santé, Assurance Maladie. Les complications des dents et des gencives. Repères Diabète; 2022.

88. Dr Martine Soell. Diabète et parodontologie. Cours présenté à; 2021 oct; Faculté chirurgie dentaire Strasbourg.

89. Widermag. Wider, le magazine Trail Outdoor - widermag.com. [cité 14 févr 2025]. Le défi de David Limousin sur l'impitoyable Barkley ! Disponible sur: https://www.widermag.com/news-le-defi-david-limousin-impitoyable-barkley

90. Réunion la 1ère [Internet]. 2021 [cité 14 févr 2025]. Grand Raid J-5 : diabétique, Damien Rivière, 36 ans, va courir la Diagonale des Fous. Disponible sur: https://la1ere.francetvinfo.fr/reunion/grand-raid-j-5-diabetique-damien-riviere-36-ans-va-courir-la-diagonale-des-fous-1128235.html

91. 4Endurance France [Internet]. [cité 14 févr 2025]. La vie avec le diabète : L'histoire d'un athlète d'endurance. Disponible sur: https://4endurance.fr/blogs/recherche/la-vie-avec-le-diabete-l-histoire-d-un-athlete-d-endurance

92. Bramantoro T, Hariyani N, Setyowati D, Purwanto B, Zulfiana AA, Irmalia WR. The impact of oral health on physical fitness: A systematic review. Heliyon. 22 avr 2020;6(4):e03774.

93. Sacerdote P, Levrini L. Peripheral Mechanisms of Dental Pain: The Role of Substance P. Mediators of Inflammation. 2012;2012:1-6.

94. Groupe de travail de la Dentisterie du Sport (S. Dartevelle, S. Cantamessa, J. Dartevelle, T. Stamos). Guide pratique pour les sportifs et les médecins du sport. FDI World Dental Federation; 2019.

95. Principaux repères sur la dépression [Internet]. [cité 17 févr 2025]. Disponible sur: https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/depression

96. Dr Saïd Mouiny, Dr Mounir El Himdy. L'importance de la santé bucco-dentaire chez les sportifs. Live présenté à; 2021 nov 23; Comité National Olympique Marocain.

97. Fakhar N. Helicobacter pylori et santé parodontale. [Académie de Nancy-Metz]: Université de Lorraine - faculté d'odontologie; 2018.

98. Newman KL, Kamada N. Pathogenic associations between oral and gastrointestinal diseases. Trends Mol Med. déc 2022;28(12):1030-9.

BLAISE (Eva) – La prévention et le suivi bucco-dentaires chez les athlètes de sports d'endurance assidus : une santé optimale pour des performances optimales
(Thèse : 3ème cycle Sci. odontol. : Strasbourg : 2025 ; N°20)
N°43.22.25.20

Résumé :

En tant que véritable passionnée de montagne, de course à pied, ainsi que de tous les sports qui se pratiquent dans cet environnement, j'ai souhaité unir mes deux passions dans ma thèse : la chirurgie-dentaire et les sports d'endurance.

Le sport, en particulier lorsqu'il est pratiqué de manière assidue et intense, requiert des performances physiques et physiologiques optimales. Parmi les nombreux paramètres influençant ces performances, la santé bucco-dentaire des athlètes demeure un facteur souvent méconnu et sous-estimé, bien qu'elle joue un rôle déterminant. En effet, de nombreuses études ont mis en évidence l'impact direct que peuvent avoir les pathologies bucco-dentaires sur la condition physique et les performances sportives.

Les athlètes d'endurance, soumis à des entraînements intenses et prolongés, sont particulièrement exposés à des risques spécifiques liés à leur mode de vie et à leur alimentation. Dès lors, il devient essentiel d'évaluer l'état bucco-dentaire de cette population spécifique, de mieux comprendre l'impact des pathologies orales sur leur bien-être général et leurs performances, et de mettre en place des stratégies de prévention adaptées.

Ainsi, après avoir réalisé une description générale des sports d'endurance, décrit les spécificités physiologiques et nutritionnelles des pratiquants de ces disciplines, et réalisé une revue bibliographique sur l'état de santé bucco-dentaire des sportifs de haut niveau et sur leur niveau de connaissance concernant l'importance de leur santé bucco-dentaire, nous nous focaliserons sur les facteurs de risque et les pathologies spécifiques affectant leur cavité buccale et les répercussions possibles de celles-ci sur leur santé générale et leurs performances sportives.

Pour finir, nous réaliserons une enquête auprès de sportifs d'endurance amateurs et professionnels pour évaluer leur niveau de connaissance sur l'importance d'une bonne santé bucco-dentaire, et nous mènerons une étude sur les pratiques des professionnels de santé afin d'évaluer la prise en charge des sportifs et la prévention à l'hygiène bucco-dentaire réalisée.

Au terme de ce travail, un document de prévention sera présenté.

Mots clés : *sports d'endurance, hygiène bucco-dentaire, santé générale, prévention, enquête*
Me SH : *endurance sports, oral hygiene, general health, prevention, investigation*

Jury :

Président :	Professeur CLAUSS François
Assesseurs :	Docteur VAN BELLINGHEN Xavier
	Docteur FERNANDEZ DE GRADO Gabriel
	Docteur ROMAN Tatiana

Coordonnées de l'auteur :
Adresse postale : 7 rue Raymond Poincaré, 68250 ROUFFACH
Adresse de messagerie : blaise.eva@gmail.com