

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE DE STRASBOURG

Doyen : Professeur C. TADDEI

Doyens honoraires : Professeur R. FRANK
Professeur M. LEIZE
Professeur Y. HAIKEL

Professeurs émérites : Professeur M. LEIZE
Professeur A. FEKI
Professeur H. TENENBAUM

Responsable des Services Administratifs : Mme F. DITZ-MOUGEL

Professeurs des Universités

| | |
|----------------|--|
| W. BACON | Orthopédie Dento-Faciale |
| V. BALL | Ingénierie Chimique, Energétique - Génie des Procédés |
| A. BLOCH-ZUPAN | Sciences Biologiques |
| F. CLAUSS | Odontologie Pédiatrique |
| J-L. DAVIDEAU | Parodontologie |
| Y. HAIKEL | Odontologie Conservatrice - Endodontie |
| M-C. MANIERE | Odontologie Pédiatrique |
| F. MEYER | Sciences Biologiques |
| M. MINOUX | Odontologie Conservatrice - Endodontie |
| A-M. MUSSET | Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale |
| C. TADDEI | Prothèses |
| B. WALTER | Prothèses |

Maîtres de Conférences

| | |
|---------------|--|
| S. BAHI-GROSS | Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation |
| L. BIGEARD | Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale |
| Y. BOLENDER | Orthopédie Dento-Faciale |
| F. BORNERT | Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation |
| A. BOUKARI | Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation |
| O. ETIENNE | Prothèses |
| F. FIORETTI | Odontologie Conservatrice - Endodontie |
| M. FREYMANN | Odontologie Conservatrice - Endodontie |
| C-I. GROS | Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie |
| O. HUCK | Parodontologie |
| R. JOERGER | Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie |
| S. JUNG | Sciences Biologiques |
| N. LADHARI | Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie |
| F. OBRY | Odontologie Pédiatrique |
| R. SERFATY | Odontologie Conservatrice - Endodontie |
| M. SOELL | Parodontologie |
| E. WALTMANN | Prothèses |

Equipes de Recherche

| | |
|--------------------|--|
| N. JESSEL | INSERM / Directeur de Recherche |
| Ph. LAVALLE | INSERM / Directeur de Recherche |
| H. LESOT | CNRS / Directeur de Recherche |
| M-H. METZ-BOUTIGUE | INSERM / Directeur de Recherche |
| P. SCHAAF | UdS / Professeur des Universités / Directeur d'Unité |
| B. SENGHER | INSERM / Directeur de Recherche |

REMERCIEMENTS

À la présidente du jury,

Nous avons étroitement collaboré pendant ces années de faculté pour perfectionner le montage des plannings clinique, et aujourd'hui c'est à moi de vous remercier de l'honneur que vous me faites en acceptant de présider ma thèse. Je garderai un très bon souvenir de cette coopération, ainsi que de la qualité de votre enseignement.

À mon directeur de thèse,

C'est grâce au sport que nous avons fait connaissance, et c'est professionnellement que je vous ai sollicité afin d'allier notre loisir pour créer cette thèse originale. Je vous remercie de toute la passion, la disponibilité, l'engagement et l'énergie que vous avez mis pour contribuer à l'élaboration de ce travail. Merci de m'avoir guidé tout au long du parcours, pour me permettre enfin d'apercevoir la ligne d'arrivée.

À Monsieur Neumann,

Je vous remercie pour toute la bienveillance que vous m'avez apporté pendant ces années d'étude, et pour tout le cher enseignement que vous m'avez dispensé. Vous êtes pour moi un modèle de vie, tant professionnellement qu'humainement, et je tâcherai de m'inspirer de toute votre sagesse. Vous m'avez ouvert les yeux et l'esprit avec une idée du métier qui correspond exactement à celle que j'aimerais exercer plus tard.

À Madame Gros,

Je vous remercie d'avoir accepté aussi spontanément de siéger à ma thèse. Je vous suis sincèrement reconnaissante pour toute votre gentillesse et votre pédagogie.

À ma marraine de thèse, Madame Neumann,

Que j'admire particulièrement pour sa délicatesse et sa grâce. Je tiens à vous remercier pour toutes les attentions si soignées que vous avez eu à mon égard. Une fois de plus, vous m'honorez en acceptant d'être ma marraine de thèse, et cette promesse ne fera que renforcer les liens d'amitié que nous avons tissés.

À mes parents,

« Les enfants bien élevés doivent à leurs parents le bonheur dont ils jouissent. » (*Madeleine de Puisieux*). Pour tout l'amour que vous nous avez donné, à mon frère et moi, pour tout ce que vous nous avez fait découvrir, pour toute la rigueur et l'éducation que vous nous avez transmise, je vous remercie du fond du cœur. À mon père, qui m'a donné le goût pour les études de médecine, et à ma mère, qui m'a donné son aisance manuelle. Merci de m'avoir transmis, entre autre, deux de ces qualités pour devenir, un jour, chirurgien-dentiste.

À Arnaud,

Qui m'a toujours soutenu dans mon travail et pour le bonheur quotidien que nous partageons ensemble, je voudrais te témoigner tout mon amour.

À ma famille,

Proche ou éloignée, je remercie tous ceux qui ont porté de l'intérêt et du soutien dans la réalisation de cette thèse.

À mes amis,

A tous ceux avec qui nous avons passé des moments précieux, depuis le plus jeune âge ou plus récemment, aux amis sportifs ou aux amis festifs, je vous suis sincèrement reconnaissante pour toute la joie et la bonne humeur que vous m'avez apporté. Que demain soit un bel avenir pour partager avec vous, encore et encore, des instants de vie savoureux.

Enfin,

Je remercie les sponsors qui nous ont gracieusement offert des échantillons, et tous les athlètes qui ont pris le temps de répondre à ce questionnaire, sans quoi, ce sujet n'aurait pu exister.

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2016

N° 32

THESE

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

Le Mardi 11 Octobre 2016

par

HAPPEY Hortense

née le 13 Février 1992 à CHALON/SAÔNE

ASPECTS BUCCO-DENTAIRES DE LA
CONSOMMATION DE BOISSONS DE
L'EFFORT : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE
ET ÉTUDE BASÉE SUR UN QUESTIONNAIRE
CHEZ UNE POPULATION DE SPORTIFS
DE HAUT NIVEAU

Président : Professeur MUSSET Anne-Marie

Assesseurs : Professeur CLAUSS François

Docteur GROS Catherine-Isabelle

Docteur NEUMANN Philippe

Table des Matières

| | |
|---|----|
| LISTE DES ABREVIATIONS..... | 6 |
| LISTE DES FIGURES | 7 |
| LISTE DES TABLEAUX..... | 9 |
| INTRODUCTION..... | 10 |
| Chapitre I Éléments de physiologie du sport, intérêts des boissons de l'effort et risques bucco-dentaires associés | 11 |
| 1.1 Rappels physiologiques et sportifs | 11 |
| 1.1.1 La thermorégulation du sportif | 11 |
| 1.1.2 Les besoins énergétiques | 11 |
| 1.1.3 Les sources d'énergie | 13 |
| 1.1.3.1 Les glucides | 13 |
| 1.1.3.2 Les protéines | 15 |
| 1.1.3.3 Les lipides | 16 |
| 1.1.3.4 Les vitamines | 17 |
| 1.1.3.5 Les minéraux et oligo-éléments | 20 |
| 1.1.4 Hydratation et compensation des pertes hydriques | 23 |
| 1.1.4.1 Au repos | 23 |
| 1.1.4.2 Pendant l'effort | 24 |
| 1.1.4.3 Réhydratation..... | 26 |
| 1.1.4.4 Les recommandations (LAMENDIN, 1993) | 27 |
| 1.1.5 Rôle de la salive | 28 |
| 1.1.5.1 Rôles | 28 |
| 1.1.5.2 Composition | 29 |
| 1.1.5.3 Variations de pH..... | 29 |
| 1.1.5.4 Débit salivaire..... | 29 |
| 1.2 Boissons de l'effort | 30 |
| 1.2.1 Qu'est-ce qu'une boisson de l'effort ? | 30 |
| 1.2.1.1 Définition..... | 30 |
| 1.2.1.2 Intérêts et indications des boissons de l'effort | 30 |
| 1.2.1.3 Présentation | 31 |
| 1.2.2 Quel est le mode de consommation des boissons de l'effort ? | 31 |
| 1.2.3 Quelle est la composition des boissons de l'effort ? | 32 |
| 1.2.3.1 Eau..... | 32 |
| 1.2.3.2 Glucides..... | 32 |

| | | |
|---------|--|----|
| 1.2.3.3 | Vitamines..... | 32 |
| 1.2.3.4 | Sodium | 32 |
| 1.2.3.5 | Potassium | 32 |
| 1.2.3.6 | Antioxydants | 32 |
| 1.2.4 | Effets bucco-dentaires de la consommation de boissons de l'effort ?..... | 33 |
| 1.2.4.1 | Erosion et caries | 33 |
| 1.2.4.2 | Expérimentation..... | 33 |
| 1.2.4.3 | Les boissons enrichies | 34 |
| 1.2.5 | Le point sur les boissons de l'effort..... | 34 |
| 1.2.5.1 | Les boissons avant l'effort..... | 34 |
| 1.2.5.2 | Les boissons pendant l'effort | 35 |
| 1.2.5.3 | Les boissons de récupération | 37 |
| 1.3 | Les pathologies bucco-dentaires du sportif..... | 38 |
| 1.3.1 | Erosion dentaire | 38 |
| 1.3.1.1 | Définition..... | 38 |
| 1.3.1.2 | Epidémiologie..... | 39 |
| 1.3.1.3 | Etiologie..... | 40 |
| 1.3.1.4 | Diagnostic..... | 40 |
| 1.3.1.5 | Diagnostic différentiel | 44 |
| 1.3.1.6 | Traitements | 46 |
| 1.3.2 | Les hypersensibilités dentinaires..... | 49 |
| 1.3.2.1 | Définition..... | 49 |
| 1.3.2.2 | Epidémiologie..... | 49 |
| 1.3.2.3 | Etiologie..... | 49 |
| 1.3.2.4 | Mécanisme étiologique | 49 |
| 1.3.2.5 | Diagnostic..... | 50 |
| 1.3.2.6 | Diagnostic différentiel | 51 |
| 1.3.2.7 | Traitements | 51 |
| 1.3.3 | La maladie parodontale..... | 54 |
| 1.3.3.1 | Définition..... | 54 |
| 1.3.3.2 | Epidémiologie..... | 55 |
| 1.3.3.3 | Etiologie..... | 55 |
| 1.3.3.4 | Facteurs de risque | 56 |
| 1.3.3.5 | Classification des maladies parodontales..... | 57 |
| 1.3.3.6 | Diagnostic (ZUNZARREN, 2014)..... | 59 |

| | | |
|---|---|----|
| 1.3.3.7 | Traitements (JAOUI, 2008) | 60 |
| 1.3.4 | La maladie carieuse | 62 |
| 1.3.4.1 | Définition..... | 62 |
| 1.3.4.2 | Epidémiologie..... | 62 |
| 1.3.4.3 | Etiologie..... | 63 |
| 1.3.4.4 | Facteurs de risque | 64 |
| 1.3.4.5 | Mécanisme | 65 |
| 1.3.4.6 | Chimie et biologie de l'érosion associée au processus carieux | 68 |
| Chapitre II ETUDE DE LA COMPOSITION ET DU pH DES BOISSONS DE L'EFFORT DU COMMERCE 69 | | |
| 2.1 | Introduction..... | 69 |
| 2.2 | Matériels et méthodes | 69 |
| 2.2.1 | Paramètres analysés..... | 69 |
| 2.2.2 | Préparation des solutions et analyse <i>in vitro</i> du pH..... | 69 |
| 2.3 | Résultats | 73 |
| 2.4 | Discussion | 80 |
| 2.4.1 | Les boissons à consommer pendant l'effort | 80 |
| 2.4.1.1 | Comparaison des glucides | 80 |
| 2.4.1.2 | Comparaison des protéines et des lipides..... | 80 |
| 2.4.1.3 | Comparaison en vitamines et minéraux..... | 81 |
| 2.4.1.4 | Comparaison des pH | 81 |
| 2.4.2 | Les boissons à consommer après l'effort | 81 |
| 2.4.2.1 | Comparaison des glucides | 81 |
| 2.4.2.2 | Comparaison des protéines et des lipides..... | 82 |
| 2.4.2.3 | Comparaison en vitamines et minéraux..... | 82 |
| 2.4.2.4 | Comparaison des pH | 82 |
| Chapitre III ETUDE PERSONNELLE DE LA CONSOMMATION DES BOISSONS DE L'EFFORT BASÉE SUR UN QUESTIONNAIRE CHEZ LES ATHLÈTES DE HAUT NIVEAU | | |
| 84 | | |
| 3.1 | Introduction..... | 84 |
| 3.2 | Matériels et méthodes | 84 |
| 3.2.1 | Elaboration du questionnaire..... | 84 |
| 3.2.1.1 | Forme du questionnaire | 84 |
| 3.2.1.2 | Contenu..... | 84 |
| 3.2.2 | Population d'étude | 90 |
| 3.2.3 | Critères d'inclusion | 90 |
| 3.2.4 | Recueil et traitement des données | 90 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.3 | Résultats | 90 |
| 3.3.1 | Sexe et âge | 90 |
| 3.3.2 | Niveau de performance, profession et type de pratique | 92 |
| 3.3.3 | Mode de consommation des boissons de l'effort | 93 |
| 3.3.4 | Lien entre performances sportives, consommation de boisson de l'effort et problèmes bucco-dentaires | 95 |
| 3.4 | Discussion | 101 |
| 3.4.1 | Démarche à suivre dans le cadre de la surveillance bucco-dentaire des sportifs en cabinet dentaire | 104 |
| 3.4.1.1 | But de l'examen | 104 |
| 3.4.1.2 | Anamnèse médicale et examen clinique extra-buccal | 105 |
| 3.4.1.3 | Examen clinique intra-buccal | 105 |
| 3.4.1.4 | Examens complémentaires | 105 |
| 3.4.2 | Démarche à suivre dans le cadre de la surveillance bucco-dentaire des sportifs hors cabinet dentaire | 106 |
| 3.4.2.1 | Dans les clubs | 106 |
| 3.4.2.2 | Dans les centres médico-sportifs | 106 |
| 3.4.2.3 | Dans les centres hospitalo-universitaires | 106 |
| 3.4.2.4 | INSEP : Institut National du Sport de l'Expertise et de la Performance . | 106 |
| | CONCLUSIONS | 107 |
| | REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 111 |

LISTE DES ABREVIATIONS

ADN : Acide Désoxyribonucléique

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

ANAES : Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé

ARN : Acide Ribonucléique

ATM : Articulation Temporo-Mandibulaire

BEWE : *Basic Erosive Wear Examination*

CAO : nombre de dents Cariées Absentes ou Obturées

CPITN : *Community Periodontal Index of Treatment Needs*

CPP-ACP : Caseine phosphopeptine-phosphate de calcium amorphe

CVI : Ciment Verre Ionomère

CVIMar : Ciment Verre Ionomère Modifié par Adjonction de Résine

DVO : Dimension Verticale d'Occlusion

HAS : Haute Autorité de Santé

HDL : *High Density Lipoprotein*

INSEP : Institut National du Sport de l'Expertise et de la Performance

LDL : *Low Density Lipoprotein*

OTP : Orthopantomogramme

PEA : Pellicule Exogène Acquise

pH : Potentiel d'Hydrogène

RDA : *Relatin Dentin Abrasion*

RGO : Reflux gastro-oesophagien

SFNS : Société Française de Nutrition et du Sport

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Fiche 4 INSEP | 12 |
| Figure 2 : Différents types de vitamines et apports alimentaires correspondants..... | 20 |
| Figure 3 : Fiche de l'INSEP portant sur l'hydratation du sportif | 28 |
| Figure 4 : Boisson énergisante (www.insep.fr)..... | 30 |
| Figure 5 : Exemple de boisson de l'effort sous forme de poudre (www.isostar.fr)..... | 31 |
| Figure 6 : La boisson de récupération (www.insep.fr)..... | 37 |
| Figure 7 : Exemple de boisson de récupération (www.punch-power.com) | 37 |
| Figure 8 : Erosion sur les faces palatines www.sop.asso.fr (KOUBI, 2012) | 41 |
| Figure 9 : Erosion des faces occlusales de molaires et prémolaires www.sop.asso.fr (KOUBI, 2012)..... | 42 |
| Figure 10 : BEWE Score 0, 1, 2, 3 | 43 |
| Figure 11 : Echelle RDA..... | 45 |
| Figure 12 : Vue au microscope électronique par réflexion d'un échantillon d'émail porté in situ. La couche riche en étain a été colorée en violet..... | 45 |
| Figure 13 : Overlay, veneerlay et table top (KOUBI, l'ID n° 31 2014) | 48 |
| Figure 14 : Mécanismes étiologiques de l'hyperesthésie dentinaire (Addy, Smith SR J Clin Dent 2010) | 50 |
| Figure 15 : Schéma du parodonte (http://conseildentaire.com)..... | 54 |
| Figure 16 : Schéma de Keyes | 63 |
| Figure 17 : Conseils nutritionnel sur une épreuve longue durée comme le marathon du Mont blanc. | 64 |
| Figure 18 : Schéma des cycles de déminéralisation-reminéralisation (MOULIS, 2013)..... | 66 |
| Figure 19 : Courbe de Stephan après un repas (LE GOFF, 2003) | 67 |
| Figure 20 : Variations du pH de la plaque dentaire en fonction de la fréquence de prise alimentaire (FIORETTI, HAIKEL, 2010)..... | 67 |
| Figure 21 : Solutions de boissons de l'effort préparées pour les mesures de pH..... | 70 |
| Figure 22 : Mesure de la solution avec le pH-mètre..... | 70 |
| Figure 23 : Echantillons commercialisés de boissons de l'effort à consommer pendant l'effort | 71 |
| Figure 24 : Boissons GATORADE® prêtes à l'emploi | 72 |
| Figure 25 : Echantillons de boissons de récupération à consommer après l'effort..... | 73 |
| Figure 26 : Questionnaire page 1..... | 85 |
| Figure 27 : Questionnaire page 2..... | 86 |
| Figure 28 : Questionnaire page 3..... | 87 |
| Figure 29 : Questionnaire page 4..... | 88 |
| Figure 30 : Questionnaire page 5..... | 89 |
| Figure 31 : Histogramme du nombre de participants au questionnaire en fonction de leur âge | 91 |
| Figure 32 : Diagramme de participation au questionnaire en fonction du sexe | 91 |
| Figure 33 : Diagramme du niveau de performance des athlètes..... | 92 |
| Figure 34 : Histogramme du nombre de participants en fonction du type de pratique sportive..... | 92 |
| Figure 35 : Diagramme de la proportion de sportifs consommant des boissons de l'effort .. | 93 |
| Figure 36 : Histogramme de la consommation de boissons de l'effort en fonction de la marque..... | 93 |

| | |
|---|-----|
| Figure 37 : Echelle représentative du type de boissons de l'effort consommées | 94 |
| Figure 38 : Diagramme de la fréquence de consommation des boissons de l'effort | 94 |
| Figure 39 : Fréquence de consommation des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort | 94 |
| Figure 40 : Echelle représentant la fréquence de consommation de l'eau pure..... | 95 |
| Figure 41 : Diagramme de fréquence de consultation dentaire..... | 95 |
| Figure 42 : Diagramme des réponses à la « question pensez-vous qu'il existe un lien entre vos performances sportives et votre santé bucco-dentaire ? » | 96 |
| Figure 43 : Diagramme des réponses à la question « pensez-vous que les boissons de l'effort peuvent être nocives pour votre santé bucco-dentaire ? »..... | 96 |
| Figure 44 : Histogramme des conséquences bucco-dentaires liées à la prise de boissons de l'effort selon les athlètes interrogés..... | 97 |
| Figure 45 : Diagramme des réponses à la question « pensez-vous qu'il existe des boissons de l'effort moins susceptibles d'entraîner des caries ou des érosions dentaires que d'autres ? » | 97 |
| Figure 46 : Diagramme des réponses à la question « avez-vous récemment eu des problèmes bucco-dentaires, en lien ou non avec votre pratique sportive ? » | 98 |
| Figure 47 : Diagramme des réponses à la question « pensez-vous que ces problèmes bucco-dentaires peuvent être liés à la prise de ces boissons ? » | 98 |
| Figure 48 : Diagramme des réponses à la question « avez-vous changé vos habitudes de consommation des boissons de l'effort? » | 98 |
| Figure 49 : Diagramme des réponses à la question « vous a-t-on donné des informations ? » | 99 |
| Figure 50 : Diagramme des réponses à la question « connaissez-vous des moyens de prévention pour lutter contre les caries ou les érosions dentaires après avoir consommé ces boissons de l'effort ? »..... | 99 |
| Figure 51 : Echelle des réponses à la question « Qui vous a enseigné ces moyens de prévention ? »..... | 100 |
| Figure 52 : Diagramme des réponses à la question «aimeriez-vous recevoir un enseignement pour prévenir le développement de problèmes dentaires suite à la consommation de boissons de l'effort? »..... | 100 |
| Figure 53 : Echelle des réponses à la question « seriez-vous prêt à sacrifier votre santé bucco-dentaire au profit de la prise de ces boissons de l'effort ?» | 100 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|-----|
| Tableau 1 : Répartition des macronutriments..... | 17 |
| Tableau 2 : Synthèse des macro et micro-nutriments..... | 23 |
| Tableau 3 : Facteurs de risque de l'érosion dentaire | 40 |
| Tableau 4 : Comparatif des caractéristiques des lésions carieuses et érosives..... | 42 |
| Tableau 5 : Degrés de sévérité de l'indice BEWE..... | 43 |
| Tableau 6 : Scores BEWE et prise en charge thérapeutique..... | 44 |
| Tableau 7 : Synthèse des produits utilisés en ambulatoire | 53 |
| Tableau 8 : Synthèse des produits utilisés au fauteuil | 53 |
| Tableau 9 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort..... | 73 |
| Tableau 10 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort | 74 |
| Tableau 11 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort | 74 |
| Tableau 12 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort | 75 |
| Tableau 13 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort..... | 75 |
| Tableau 14 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort | 76 |
| Tableau 15 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort | 76 |
| Tableau 16 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort | 77 |
| Tableau 17 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer après l'effort | 78 |
| Tableau 18 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer après l'effort | 79 |
| Tableau 19 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer après l'effort | 80 |
| Tableau 20 : Synthèse des conseils à donner aux sportifs consommant des boissons de l'effort..... | 104 |

INTRODUCTION

« Le corps d'un athlète et l'âme d'un sage, voilà ce qu'il faut pour être heureux ». *Voltaire*.

En perpétuelle recherche de la performance maximale physique et mentale, les sportifs sont en quête d'une alimentation adéquate pour y parvenir. Encore faudrait-il que les produits utilisés par les athlètes en vue de l'excellence ne contribuent pas à altérer leur santé bucco-dentaire.

C'est NEEDLEMAN qui dévoile au grand public l'état bucco-dentaire préoccupant des sportifs de haut niveau, avec sa célèbre étude menée pendant les Jeux Olympiques de Londres en 2012.

Et cette étude tombe à point car le marché des boissons de l'effort est en constante expansion. Les commerciaux innovent sans cesse, les goûts sont de plus en plus variés, les couleurs attirent le regard. Les élites sportives, toujours à la recherche de nouveauté pour gagner le moindre centième de seconde sont très friands de ces boissons de l'effort. Mais quelle est la face cachée des boissons de l'effort? Quels sont les dangers pour la cavité buccale, première victime de la consommation de ces boissons? Les effets délétères de ces dernières sont liés, aussi bien à leurs caractéristiques, qu'au mode et à leur fréquence de consommation, qui sont spécifiques, notamment dans le cadre d'épreuves d'endurance.

Dans un premier temps, nous aborderons l'importance d'un régime alimentaire complet et varié pour une bonne santé physique. En effet, la diététique sportive est prise très au sérieux, aussi bien par les sportifs eux-mêmes que par leurs entraîneurs, car la tendance actuelle évolue plutôt dans le sens d'une amélioration des performances sportives grâce à une alimentation adaptée. Puis nous présenterons les boissons de l'effort, leurs caractéristiques chimiques et leur composition, avant de nous attarder sur les conséquences bucco-dentaires de la consommation de ces boissons.

Dans un second temps, nous analyserons les résultats d'une étude comparative des différentes boissons de l'effort que l'on trouve dans le commerce. Nous nous sommes penchés sur la composition des boissons de l'effort, et nous avons réalisé des mesures de pH en laboratoire sur des échantillons disponibles en magasins spécialisés.

Enfin, la dernière partie de ce travail est consacrée à une étude basée sur un questionnaire destiné aux athlètes, dont le but premier était de caractériser la population utilisant ce type de produits, ainsi que les modes de consommation. Un autre objectif était de faire prendre conscience des risques pour la santé bucco-dentaire d'une surconsommation de boissons de l'effort et de prodiguer des conseils de prévention. C'est aussi l'occasion de rappeler aux chirurgiens-dentistes, que la prise en charge d'un sportif au cabinet mérite d'être adaptée et qu'ils s'intègrent dans une équipe multi-disciplinaire de prise en charge globale du sportif.

Chapitre I **Éléments de physiologie du sport, intérêts des boissons de l'effort et risques bucco-dentaires associés**

1.1 Rappels physiologiques et sportifs

1.1.1 La thermorégulation du sportif

La thermorégulation permet à l'homme de maintenir sa température corporelle constante, quelque soient les facteurs environnementaux qui l'entourent, la température extérieure, et sa propre production de chaleur.

On dit de l'homme qu'il est homéotherme; c'est-à-dire, qu'il est capable de réguler et maintenir sa température corporelle, afin que nos cellules, qui elles sont sensibles aux écarts de température, survivent, quelque soient les conditions climatiques extérieures. En effet, une température corporelle en dessous de 35°C, et au-dessus de 42°C provoque la mort des cellules humaines.

Lors d'une activité physique intense, notre corps produit de l'énergie et donc de la chaleur. Il met alors en place, de manière autonome, un moyen de thermorégulation appelé la transpiration. Elle correspond à une évacuation de l'eau du corps par les pores, et forme à la surface de la peau, une fine couche humide appelée sueur.

Ainsi, le corps s'adapte aux conditions environnementales, au détriment d'une perte d'eau, parfois importante, à l'origine de la déshydratation du sportif. Un excès de chaleur peut être à l'origine de contre-performances sportives.

A l'inverse, dans des conditions de froid extrême, le corps s'adapte en augmentant considérablement sa production de chaleur, ce qui correspond à une thermogenèse.

Si les substrats énergétiques nécessaires aux besoins du sportif sont fournis de manière adaptée par rapport à la perte calorique, alors le froid ne présente pas de risque de contre-performance sur le plan de la thermorégulation. Par contre, on conseille aux sportifs, un échauffement musculaire rigoureux avant l'effort, afin de ne pas risquer de créer des lésions musculaires.

1.1.2 Les besoins énergétiques

Faisons directement la différence entre un sportif de haut niveau et un individu non sportif, pour lequel les besoins énergétiques quotidiens seront bien moins importants.

L'objectif du sportif de haut niveau est de répondre à ses besoins nutritionnels tout en ayant des performances sportives optimales (MATON, 2015).

En effet, les besoins énergétiques du sportif de haut niveau varient en fonction de l'énergie dépensée; c'est-à-dire qu'en fonction du sexe, de l'âge, du capital génétique, du type de sport pratiqué, de l'intensité de l'effort et de sa durée, les besoins énergétiques ne seront pas les mêmes. Plus l'énergie globale dépensée est importante, plus les besoins énergétiques seront importants.

Energie dépensée = caractéristiques individuelles + sport + intensité + durée

On estime qu'un sportif de haut niveau dépense entre 4000 et 5000 kCal/jour (ces valeurs fluctuent bien sûr, en fonction du type de sport pratiqué) contre 2000 à 3000 kCal/jour pour une personne sédentaire (MATON, 2015).

Il existe d'ailleurs, une application pour smartphone comme Nutrinsep®, qui permet aux sportifs de haut niveau en fonction du type de sport pratiqué, du poids, du sexe, de la fatigue musculaire, de la fatigue générale... de calculer les besoins énergétiques en fonction du nombre de calories perdues.

Leur slogan « *Bien manger pour gagner* » fait partie de leur campagne de prévention contre la malnutrition des sportifs.

L'application Nutrinsep  **Fiche 4**

À quoi sert-elle ?

ORIENTER MES CHOIX ALIMENTAIRES EN RÉCUPÉRATION EN FONCTION DE :

- LA DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE DE MON ENTRAÎNEMENT
- MA FATIGUE MUSCULAIRE
- MON GABARIT
- MA FATIGUE GÉNÉRALE
- DU DÉLAI AVANT MON REPAS
- SI JE SUIS EN PÉRIODE DE PERTE DE POIDS

Disponible sur Apple & Android

INSEP
Terre de Champions

POUR EN SAVOIR PLUS :
MISSION.NUTRITION@INSEP.FR

BIEN MANGER POUR GAGNER

Figure 1 : Fiche 4 INSEP

1.1.3 Les sources d'énergie

1.1.3.1 Les glucides

Ils sont aussi appelés hydrates de carbone.

On note qu'il existe deux types de glucides :

- les glucides simples, appelés scientifiquement les oses ou monosaccharides
- les glucides complexes, appelés scientifiquement les osides ou disaccharides lorsqu'il s'agit de l'union de deux oses, ou les polysaccharides lorsqu'il s'agit de l'union de plusieurs oses.

a) Les monosaccharides

Les monosaccharides les plus fréquents sont le fructose, le glucose et le galactose. Le fructose et le glucose nous intéressent principalement car le premier sert de carburant pour le sportif, et le second a la propriété d'être facilement métabolisable par le corps.

Le glucose est disponible grâce à certains aliments mais la majeure partie du glucose résulte soit d'une transformation des nutriments, soit de la digestion de sucres complexes. Le fructose est retrouvé dans les fruits, et le galactose dans le lait.

b) Les disaccharides

➤ Le saccharose

Le disaccharide qui nous intéresse le plus est le saccharose, qui lui résulte de l'association d'une molécule de glucose avec une molécule de fructose.

➤ Le maltose

Le maltose, lui aussi fréquemment rencontré dans les boissons de l'effort, se construit grâce à l'association de deux molécules de glucose.

➤ Le lactose

Le lactose, lui, se forme grâce à l'association d'une molécule de glucose avec une molécule de galactose.

c) Les polysaccharides

Amidon, glycogène et cellulose sont des polysaccharides.

➤ L'amidon

L'amidon est présent dans toutes les graines et les céréales (blé, riz) et les dérivés de graines (pâtes, pain, biscuits), ainsi que dans les tubercules comme la pomme de terre ou les légumineuses (lentilles, pois).

➤ La cellulose

La cellulose ou appelée communément fibre agit plutôt au niveau du transit intestinal.

➤ Le glycogène

Le glycogène, lui est tout particulier, puisqu'il est stocké dans les muscles et dans le foie. En effet, après un repas, et surtout un repas riche en glucides, la glycémie augmente ; c'est-à-dire que le taux de sucre circulant dans le sang est en quantité beaucoup plus importante qu'avant le repas. Ainsi, les cellules stockent le sucre dans les muscles et le foie sous forme de glycogène, ce qui contribue à faire baisser le taux de glycémie sanguin (MONOD et coll., 2007).

Lors d'un effort intense, lorsque la glycémie baisse, les cellules vont puiser, dans les réserves musculaires et hépatiques, le glycogène préalablement stocké. C'est lors d'une contraction musculaire que le glycogène va servir de substrat énergétique. Plus l'athlète est entraîné, et plus la capacité de stockage de glycogène musculaire est importante.

Le rôle du glycogène hépatique, lui, est de maintenir la glycémie à taux constant entre les repas; donc son utilisation est permanente et régulière, tandis que pour le glycogène musculaire, son utilisation est intermittente et intense.

Dans le cas d'un entraînement ou d'une compétition intense, avec épuisement des réserves glucidiques hépatiques et musculaires, le glycogène est synthétisé à partir d'autres nutriments comme les protéines : on parle de néoglucogenèse (MONOD et coll., 2007).

Si l'effort est d'intensité moyenne, le muscle va préférentiellement utiliser le sucre circulant dans le sang comme substrat pour la contraction musculaire. Comme les lipides seront utilisés en premier dans ce type d'effort, les réserves en glycogène musculaire ne seront que très peu sollicitées.

Concernant les efforts de type endurance, c'est plutôt une adaptation physiologique du corps à l'effort qui permettra, d'une part de réguler la consommation de glycogène pendant l'effort et d'autre part, d'accélérer la vitesse de stockage des sucres pendant la période de récupération.

Pour des épreuves longues (marathon) voir très longues (ultra-trails), la capacité de stockage du glycogène est un facteur déterminant dans la performance sportive. Il peut aussi être un facteur limitant. Dans ce type d'effort, c'est premièrement le métabolisme des lipides qui est requis. Mais si l'intensité augmente, alors le corps devra puiser dans ses réserves en glycogène musculaire.

C'est pourquoi, il est essentiel avant une compétition, que les stocks de glycogène hépatiques et musculaires soient au niveau le plus haut. Ainsi, c'est le rôle de l'athlète de maintenir un taux stable de glycémie pendant l'effort, grâce à une alimentation solide et/ou liquide, faisant intervenir notamment les boissons de l'effort.

Pour mieux fixer le glycogène dans les muscles, il faut augmenter les performances de l'athlète mais pour cela, seul l'entraînement permet d'atteindre les objectifs fixés. En effet, il faut que le sportif ait suffisamment épuisé ses réserves en glycogène pour mieux les

recharger, sans trop épuiser le sportif pour ne pas risquer les contre-performances. C'est le protocole de surcompensation glucidique (MATON, 2015).

Concernant le régime quotidien en glucides, il devrait être composé d'entre 3 et 10 g/kg/j (TIOLLIER, 2015). On conseille aux sportifs pendant l'heure avant la course, de prendre des collations sucrées à base de sucres rapides pour maintenir la glycémie sanguine et pour éviter la déshydratation. Mais, il n'est pas rare que le stress perturbe les mécanismes physiologiques normaux.

Dans les jours qui précèdent la compétition, l'objectif est de reconstituer les stocks en glycogène hépatique et musculaire. Pour cela, les nutritionnistes conseillent de consommer des glucides en quantité supérieure par rapport au quotidien. En général, ce régime est adopté par la plupart des sportifs.

Certains sportifs appliquent le régime « dissocié scandinave » qui doit être respecté la semaine avant la compétition. Il s'agit d'effectuer un effort long et intense 7 jours avant la course, afin d'épuiser les ressources en glycogène. Le régime alimentaire associé aux 3 jours suivant sera pauvre en glucides (20% de la consommation habituelle) mais composé surtout de légumes et poisson. Après ces 3 jours, le régime suivant impose jusqu'à la veille de la course, une alimentation riche en glucides complexes afin de reconstituer les réserves en glycogène, préalablement épuisées. Ainsi, le corps, par peur d'une nouvelle privation glucidique augmente sa capacité de stockage du glycogène.

Aujourd'hui, il est déconseillé de pratiquer ce régime avant une compétition (MATON, 2015).

Par contre, le régime « adapté hyperglucidique » qui vise à augmenter la ration en glucides à chaque repas jusqu'au jour de la compétition est vivement recommandé (MATON, 2015).

1.1.3.2 Les protéines

Les protéines sont des chaînes d'acides aminés. Les petites chaînes sont appelées peptides et les grandes chaînes sont appelées protéines. Certaines protéines doivent impérativement être fournies par l'alimentation, car elles ne peuvent en aucun cas être synthétisées par le métabolisme du corps humain.

Les protéines sont indispensables. Par leur rôle régénérateur, elles permettent de réparer les tissus et cellules lésés, soit par usure, soit après un effort intense. Il existe deux sources de protéines :

- les protéines d'origine animale, très riches en acides aminés, comme le poisson, la viande et les œufs.
- les protéines d'origine végétale, beaucoup plus pauvres comme les légumineuses et les céréales.

Le second rôle des protéines est un rôle énergétique. En effet, elles servent de substrat énergétique, tout comme les lipides et les glucides.

Donc, la consommation de protéines chez les sportifs est essentielle au développement de performances optimales.

L'apport en protéines est aujourd'hui revu à la baisse, entre 0,8g/kg/jour et 2,5g/kg/jour. On estime que deux rations/jour en protéines sont suffisantes et doivent être diversifiées. .

Quant aux régimes hyperprotéiques, ils sont dangereux pour la santé car on observe une diminution de la minéralisation osseuse, ce qui augmente le risque de fractures (MATON, 2015).

1.1.3.3 Les lipides

Ils sont indispensables au bon fonctionnement de l'organisme, mais parfois mis de côté car le mythe du poids le plus faible, surtout pour les coureurs de fond, est encore présent dans la conscience collective.

Ils ont un triple rôle.

D'abord, ils se comportent comme une source d'énergie, stockée dans le tissu adipeux sous forme de triglycérides. C'est une réserve d'énergie considérable, bien plus importante que la réserve en glucide et en protide.

Ensuite, ils permettent la synthèse d'autres lipides tels que les phospholipides, présents autour des membranes de nos cellules. Enfin, ils permettent de transporter certaines vitamines liposolubles, qui sont les vitamines A, D, E, K.

On observe trois catégories de lipides : les acides gras, les lipides simples et les lipides complexes.

a) Les acides gras

Contenus dans les graisses animales et végétales, ces acides gras peuvent être saturés ou insaturés.

Les acides gras saturés sont présents dans les aliments d'origine animale, à savoir le lait, le beurre et le fromage. Ce sont des acides saturés en hydrogène.

Les acides gras insaturés sont présents naturellement dans les huiles végétales.

Les acides linoléiques et linoléniques sont eux des acides gras essentiels car ils ne sont pas synthétisés par l'organisme. Leur apport se fait donc uniquement par l'alimentation. On les retrouve dans certains poissons (maquereaux, thon), oléagineux (amandes, noix), huile de noix, tournesol, soja...

b) Les lipides simples

Classés en trois groupes, ce sont les glycérides, les cérides et les stérides.

Les triglycérides font partie du groupe des stérides et représentent les graisses stockées dans l'organisme.

Le cholestérol fait partie du groupe des stérides et est indispensable à la formation de membranes cellulaires par leur association aux phospholipides.

Le HDL s'unit aux acides gras essentiels pour être assimilable par l'organisme, tandis que le LDL se dépose de façon aléatoire dans l'organisme. C'est le « mauvais cholestérol ».

c) Les lipides complexes

Ce sont les lipides phosphorés, azotés et soufrés.

L'apport en ration lipidique a été revu à la hausse par l'AFSSA en mars 2010. Il a été conseillé d'augmenter la consommation de poissons gras, d'œufs et d'abats... (AFSSA, 2010). Cependant, la SFNS, est contre cet avis, et suggère, de ne pas augmenter la consommation de lipides, surtout chez l'athlète de haut niveau, au risque d'une consommation plus rapide des réserves en glycogène, ce qui serait gage de contre-performances.

Il faut retenir qu'on déconseille un régime alimentaire fournissant moins de 25% de lipides, soit moins de 1 à 1,2g/kg/jour (TIOLLIER, 2015).

| | SÉDENTAIRE | SPORTIF HAUT NIVEAU : endurance | SPORTIF HAUT NIVEAU : prise de masse musculaire |
|------------------|------------|---------------------------------|---|
| GLUCIDES | 55 | 60-70 | 50-55 |
| LIPIDES | 30 | 25 | 15-25 |
| PROTÉINES | 15 | 15 | 15-35 |

Tableau 1 : Répartition des macronutriments

1.1.3.4 Les vitamines

Elles n'ont aucun pouvoir énergétique. Contrairement aux macro-nutriments que nous avons développé ci-dessus, les vitamines sont des micro-nutriments, indispensables et essentiels au bon fonctionnement de l'organisme. Elles permettent notamment le maintien de l'homéostasie, assurent les contractions musculaires, participent au remodelage osseux et à la réparation des tissus lésés.

Cependant, comme l'organisme est incapable de synthétiser ces vitamines, il est indispensable qu'elles fassent partie du bol alimentaire. Seules les vitamines D (qui peuvent être secrétées suite à une exposition solaire) et les vitamines K font exception.

On distingue deux types de vitamines : les vitamines hydrosolubles et les vitamines liposolubles.

a) Les vitamines hydrosolubles

Ce sont les vitamines C et les vitamines du groupe B1, B2, B3 (PP), B5, B6, B8, B9, B12.

Leur avantage réside dans le fait qu'elles sont facilement mobilisables dans les liquides biologiques du corps, notamment le sang et les urines, ce qui facilite leur élimination. Par conséquent, elles ne sont pas toxiques, même en cas de surconsommation.

Mais leur facilité d'élimination est aussi un inconvénient. En effet, si leur apport par l'alimentation diminue, voire s'arrête, les carences en vitamines hydrosolubles sont facilement diagnostiquées. On les trouve essentiellement dans les fruits et les légumes.

Concernant les sportifs de haut niveau pour lesquels le régime alimentaire est riche en glucides et pauvre en légumes, les carences sont fréquentes.

➤ La vitamine B1

La vitamine B1 appelée aussi thiamine, participe à la transmission du message nerveux, permet de transformer les aliments en énergie, favorise le stockage du glycogène après un repas riche en glucides et enfin, elle accélère le mécanisme d'élimination de l'acide lactique formé après un effort intense, responsable de crampes musculaires. Les besoins journaliers sont d'environ 1,5mg/jour. On la retrouve dans le foie, les céréales complètes, les fruits secs et les légumes verts. En cas de carence en vitamine B1, l'individu souffre le plus souvent d'asthénie et d'amaigrissement.

➤ La vitamine B2

La vitamine B2 ou riboflavine joue un rôle dans le métabolisme des glucides et des protéines. On la trouve fréquemment dans le foie, le fromage, le lait, les œufs et certains légumes verts.

➤ La vitamine B3

La vitamine B3 ou PP ou encore acide nicotinique joue un rôle dans le métabolisme des acides gras et participe au phénomène de croissance. On la retrouve dans les aliments comme le foie, les viandes, le poisson et les légumes secs.

➤ La vitamine B6

La vitamine B6 ou pyridoxine joue un rôle dans le métabolisme des glucides et des protéines. On la trouve dans le foie, la viande, les céréales et les légumes.

➤ La vitamine B9

La vitamine B9 ou acide folique.

Elle est responsable de la protection du système cardio-vasculaire. Elle a des propriétés antianémiques et participe à la formation des globules blancs et rouges, ainsi qu'à l'élaboration des cellules nerveuses. On la retrouve dans les légumes verts (salade, épinards, poireaux, haricots) les fruits secs, le foie et les fruits (avocat, melon).

➤ La vitamine B12

La vitamine B12 participe à la synthèse des acides nucléiques. Elle joue aussi un rôle protecteur contre l'anémie. Elle est d'origine animale puisqu'on la trouve dans le foie, les œufs, les viandes et le poisson. Ainsi, les carences chez les végétariens ne sont pas rares.

➤ La vitamine C

La vitamine C ou acide ascorbique permet l'absorption du fer dans l'organisme, participe au métabolisme des glucides et c'est aussi le meilleur antioxydant.

On la trouve abondamment dans notre alimentation, surtout dans les fruits comme les agrumes, kiwis, mangue, légumes verts...

Des études ont montré que des carences en vitamine C peuvent diminuer les performances sportives en provoquant de l'asthénie et de l'anxiété. Cependant, aucune étude ne prouve qu'une surconsommation de vitamine C améliore les performances sportives.

Ainsi, pour le jeune sportif de haut niveau (adolescent), un complément en vitamine C est recommandé (MATON, 2015).

b) Les vitamines liposolubles : A, D, E, K

Leur avantage réside dans le fait qu'elles sont stockées dans les tissus adipeux de l'organisme. Donc leur apport est moins fréquent que pour les vitamines hydrosolubles. Cependant, apportées en quantités trop importantes, elles deviennent toxiques car leur élimination est moins rapide que les vitamines hydrosolubles.

On trouve les vitamines A, E, K dans les lipides alimentaires et la vitamine D est sécrétée après exposition solaire.

➤ La vitamine A ou rétinol

Elle possède un rôle protecteur du système cardio-vasculaire, ainsi qu'un rôle antioxydant.

On la trouve uniquement dans les aliments d'origine animale : les huiles de poisson, le foie, le jaune d'œuf, et aussi le caviar.

En cas de carence en vitamine A, il est fréquent que se développent des maladies oculaires, voire des cancers.

➤ La vitamine D

La vitamine D ou calciférol participe au remodelage osseux, à la calcification osseuse, et à l'absorption digestive du calcium. Elle lutte aussi contre l'ostéoporose et autres problèmes osseux. On la trouve dans les huiles de poisson, les jaunes d'œufs, le lait et le beurre.

➤ La vitamine E

Elle joue un rôle antioxydant, protecteur des globules rouges et des plaquettes en évitant leur agglomération, et protecteur du système cardio-vasculaire.

Les aliments les plus riches en vitamine E sont les huiles végétales et les germes des céréales, mais on en trouve aussi, en quantité plus faible dans le beurre, le foie, les oeufs, le lait, les viandes et les légumes verts.

Pour un sportif de haut niveau, les besoins en vitamines E sont bien supérieurs par rapport à un individu non sportif. En effet, des douleurs musculaires sont ressenties plus rapidement après un effort, si le sujet est en carence de vitamine E.

➤ La vitamine K

La vitamine K est un co-facteur essentiel à la synthèse des facteurs II, VII, IX et X, ainsi que du complexe prothrombinique. Elle assure la bonne coagulation du sang et évite donc le risque hémorragique.

On la trouve dans les légumes verts à feuilles, comme le brocoli, les épinards, le persil et le chou. D'une manière générale, plus les feuilles sont vertes, plus le contenu en vitamine K est élevé.



Figure 2 : Différents types de vitamines et apports alimentaires correspondants.

Il n'est pas rare de voir en consultation, des sportifs avec un déficit vitaminique. En effet, en raison d'une dépense énergétique très importante et d'un régime parfois trop faible en fruits et légumes, les carences apparaissent rapidement. Cependant, pour pallier à ce déficit, ils doivent toujours veiller à une alimentation équilibrée. Même si celle-ci est plus riche en glucides, il ne faut pas oublier la portion de légumes et de fruits au moment du dessert ou en collation après le sport.

Si le régime alimentaire est équilibré, il n'y a pas de raison de prendre des compléments alimentaires enrichis en vitamines.

1.1.3.5 Les minéraux et oligo-éléments

a) Les minéraux

On va distinguer les minéraux, dont les besoins journaliers sont de l'ordre du milligramme, des oligo-éléments, dont les besoins sont de l'ordre du microgramme.

Lors d'un effort, les minéraux sont évacués par la sueur. Il est donc indispensable de fournir à l'organisme une quantité suffisante de minéraux, afin d'équilibrer les stocks par rapport à la perte, car en effet, une carence en minéraux est gage de contre-performance sportive.

Les minéraux sont présents en quantités gigantesques dans notre environnement, que ce soit dans les eaux de source, les lacs, les sols, les océans...

Cependant, notre organisme n'est pas capable de synthétiser les minéraux lui-même, donc leur apport provient uniquement d'une alimentation saine et équilibrée.

GUEZENNEC prouve en 1989 qu'un sportif de haut niveau a besoin de 50% en plus de minéraux qu'un individu non sportif.

➤ Le calcium

Le calcium participe notamment, à la contraction musculaire mais aussi à la minéralisation du squelette. La consommation de produits laitiers, yaourts, eaux minérales enrichies en calcium aide le sportif à lutter contre les risques de blessure, qui surviennent généralement à l'entraînement (fractures, crampes..).

➤ Le sodium

Le sodium, qu'on retrouve dans le sel de table mais aussi dans les sauces à base de soja, le jambon fumé et le saucisson, contrôle les mouvements de l'eau du corps et la tension artérielle. Lors d'un effort physique intense et réalisé dans des conditions climatiques chaudes, les pertes sudorales sont importantes, tout comme la perte de sodium, ce qui peut amener à ressentir des crampes lorsque la déshydratation est faible, jusqu'à des pertes de connaissance lorsque la déshydratation est sévère. C'est pourquoi, les boissons de l'effort contiennent du sodium en quantité relativement faible, mais assez pour accélérer la réhydratation.

➤ Le potassium

Le potassium, participe aussi à la régulation de la pression artérielle systémique, du rythme cardiaque et régule l'équilibre hydroélectrique de l'organisme. Il est également l'élément clé de la contraction musculaire et facilite la transmission de l'influx nerveux.

Cependant, il est déconseillé de consommer du potassium en quantité excessive, ou au contraire de bannir le potassium de l'alimentation, puisque les hyperkaliémies et hypokaliémies sont à l'origine de troubles cardio-vasculaires, comme les arythmies pouvant engager le pronostic vital (FOURCADE, 2006).

➤ Le magnésium

Le magnésium qu'on trouve dans les fruits secs, le cacao, les céréales entières ou les fruits de mer est essentiel au maintien de l'homéostasie, puisque le corps est incapable de produire seul du magnésium. Par ailleurs, son élimination se fait par les urines, donc il ne s'accumule pas dans les tissus et n'est donc pas toxique.

Il sert à la formation des os et des dents avec la fixation du calcium sur les os, à la transmission de l'influx nerveux, à la contraction musculaire et à lutter contre le stress.

Pour un sportif de haut niveau, l'apport en magnésium devrait être calculé en fonction de la perte énergétique puisque ses besoins sont bien supérieurs par rapport à un individu non sportif. En effet, les carences en magnésium sont plus fréquentes car l'activité musculaire est plus intense, les pertes sudorales et le stress pré-compétitif plus fréquents. Une hypomagnésémie entraîne rapidement de la fatigue musculaire, des crampes et tremblements (BIGARD, 2007).

b) Les Oligo-éléments

Les oligo-éléments sont en quantité très faible dans l'organisme puisqu'ils représentent 1/100 000 du poids corporel. Ce sont le fer, le zinc, le cuivre, le fluor, l'iode, le chrome et le sélénium. Mais leur rôle n'est pas moindre, puisqu'ils participent à l'élaboration des os et des dents, à la contraction musculaire, et au maintien du rythme cardiaque.

➤ Le zinc

Le zinc a un pouvoir antioxydant. Il participe aussi à la synthèse d'ADN et d'ARN et est un cofacteur de certaines enzymes. Chez le sportif de haut niveau, suite à un exercice physique intense, on a relevé dans les urines une quantité élevée de cet oligo-élément par rapport à une mesure faite avant l'exercice physique. Cependant, une alimentation normale et équilibrée est suffisante pour recréer rapidement le stock de zinc.

➤ Le cuivre

Le cuivre participe à l'absorption du fer et peut si les quantités sont insuffisantes être responsable d'anémies.

➤ Le manganèse

Le manganèse est présent en grande quantité dans l'eau de nos boissons. Une étude a montré qu'il n'y avait pas, chez une population de sportifs de haut niveau, de carence en manganèse, donc il n'est pas justifié de surconsommer cet oligo-élément ou de faire des suppléments en manganèse.

➤ Le sélénium

Le sélénium est utile pour neutraliser les radicaux libres, puisque c'est un antioxydant puissant.

➤ Le chrome

Le chrome est un cofacteur de l'insuline. Il joue un rôle dans le maintien de la glycémie en facilitant l'assimilation du glucose aux cellules et aux tissus. Un déficit en chrome peut être diagnostiqué par une hyperglycémie anormale, une hyperinsulinémie ou une hyperlipidémie. Il joue donc un rôle essentiel chez les sportifs de haut niveau, pour lesquels la régulation du taux d'hydrates de carbone est très importante.

➤ L'iode

L'iode participe à la fabrication des hormones thyroïdiennes. Une carence en iode entraîne des troubles hypothyroïdiens responsables d'anomalies cognitives, de fatigue et d'insomnies. Au cours de l'activité physique, l'iode est éliminé en partie dans la sueur, mais encore une fois, une alimentation équilibrée (huîtres, fruits de mer) permet de réajuster les niveaux.

En résumé, la régulation en vitamines et minéraux se fait naturellement si le régime alimentaire reste équilibré. Si on suit cette théorie, quand les besoins en énergie sont plus importants, alors le sportif consommera davantage d'aliments, mais comme son régime

alimentaire est équilibré, alors il consommera davantage de vitamines et de minéraux (MATON, 2015).

Ainsi, les compléments alimentaires ne sont pas recommandés. Ils pourraient être nocifs pour la santé et même être relevés lors de contrôles anti-dopage (SFNF, 2015).

Si on suit les recommandations du programme national nutrition santé, « cinq fruits et légumes par jour », alors on évite les carences en vitamines et minéraux.

| MACRONUTRIMENTS | MICRONUTRIMENTS |
|-----------------|-----------------|
| GLUCIDES | VITAMINES |
| PROTÉINES | MINÉRAUX |
| LIPIDES | OLIGO-ÉLÉMENTS |
| EAU | |

Tableau 2 : Synthèse des macro et micro-nutriments.

C'est grâce à une alimentation saine et équilibrée que les besoins nutritionnels (macro et micronutriments) seront couverts. Cependant, les bénéfices d'un tel régime n'apparaîtront pas immédiatement et seront visibles plutôt sur le long terme. Le risque de blessure et la fatigue seront moindres, la capacité à récupérer sera plus rapide et les résultats de la saison sportive n'en seront que plus réguliers.

1.1.4 Hydratation et compensation des pertes hydriques

1.1.4.1 *Au repos*

Dans une situation de repos, l'eau du corps représente entre 60 et 80% du poids corporel total.

Cependant, ces valeurs varient notamment, en fonction :

- ✓ du sexe : le pourcentage d'eau chez un homme est supérieur à celui d'une femme
- ✓ de l'âge : avec l'âge, le pourcentage d'eau du corps diminue, quelque soit le sexe
- ✓ de la teneur en matière grasse : plus un corps est riche en matière grasse, moins la teneur en eau sera importante. Ce qui justifie que le corps d'une femme, dont la quantité de graisse est supérieure à celui d'un homme, est plus faible en eau.

Les quatre voies d'élimination de l'eau par le corps sont :

- ✓ les matières fécales : 100ml
- ✓ les urines : 1500ml
- ✓ la sueur : 400ml
- ✓ la respiration : 500ml

Soit 2500ml de perte hydrique par jour pour un individu. Cette perte hydrique est partiellement compensée par le métabolisme cellulaire qui produit à lui seul 500ml d'eau par jour, le reste étant apporté par la boisson et l'alimentation (RICHE, 1998). Les fruits et légumes sont riches en eau : manger 500g de légumes verts et 300g de fruits apporte 500ml d'eau au corps.

1.1.4.2 Pendant l'effort

Pendant l'effort, le métabolisme produit de l'énergie sous forme de chaleur, d'où l'augmentation de la température corporelle, proportionnelle à l'intensité de l'exercice. L'organisme, par sa qualité homéotherme assure la régulation de la température corporelle, grâce à des capteurs qui vont permettre à la chaleur produite par les muscles de rejoindre la surface cutanée dans un premier temps, puis de s'échapper en dehors du corps dans un second temps.

a) La sueur

On distingue trois sources d'eau évaporée :

- ✓ la perspiration insensible cutanée : qui correspond à un échange passif à la surface de la peau
- ✓ la perspiration ventilatoire : c'est l'air expiré chargé en humidité
- ✓ la sudation : les glandes sudoripares excrètent la sueur et entraînent une baisse de la température corporelle

La quantité de sueur délivrée varie en fonction (LAMENDIN, 2004) :

- ✓ de la température corporelle : plus elle sera élevée, plus la quantité de sueur sera importante.
- ✓ de la température extérieure.
- ✓ du niveau sportif : pour un sportif de haut niveau, la sudation sera plus importante, et débutera plus tôt que chez un individu non sportif, mais les pertes d'électrolytes seront moins importantes.
- ✓ de l'intensité de l'effort.
- ✓ de l'acclimatation à la chaleur : la sudation du sportif acclimaté débutera plus tôt et sera plus importante que celui qui ne s'est pas adapté à la chaleur.
- ✓ du taux d'humidité : si elle est élevée, alors le mécanisme de transpiration est déréglé ce qui expose à un accident hyperthermique.
- ✓ de l'altitude.
- ✓ de l'hydratation : il ne faut pas attendre d'avoir soif pour boire. Il faut s'hydrater régulièrement. De plus, le fait de boire pendant l'effort diminue la température corporelle, et donc diminue la sudation.

b) Les conséquences de la déshydratation

L'eau est la seule boisson indispensable au bon fonctionnement du corps humain, mais en fonction de la pratique sportive, certains besoins énergétiques sont indispensables.

➤ Sur l'état de santé général

Au-delà d'un certain seuil, la déshydratation est telle que les quantités liquidiennes ne sont plus assez suffisantes pour assurer les fonctions normales du cœur. L'hypovolémie est responsable d'une diminution du débit cardiaque pendant l'effort (BIGARD, GUEZENNEC, 2007).

La déshydratation est aussi à l'origine de troubles digestifs. En effet, l'afflux sanguin lors d'un effort est concentré sur les muscles et une faible partie est redistribuée aux autres organes, notamment le système digestif qui se trouve privé de son apport habituel, ce qui génère des troubles comme les diarrhées et vomissements (PETERS et coll., 1999).

➤ Sur les performances sportives

Une mauvaise hydratation lors d'un effort intense supérieur à 1h entraîne :

- une augmentation de la température corporelle
- une perte de liquide
- une diminution des capacités physiques et cardiovasculaires
- une diminution du flux salivaire, responsable du phénomène de bouche sèche
- une diminution des capacités cognitives et mentales (diminution de la concentration)

Une hydratation insuffisante est à l'origine d'une baisse des performances sportives ainsi que de blessures. A l'inverse, une bonne hydratation, au quotidien comme à l'effort est un facteur de performance. 1% de déshydratation c'est 10% de perte de performances.

➤ Sur la cavité buccale

« Les entrainement répétés et/ou de longue durée peuvent diminuer le flux salivaire en raison de la déshydratation et du fait de respirer par la bouche » (HAUSSWIRTH, 2012).

Voici une étude menée par LAMENDIN, dont les résultats ont été présentés ci-dessous : (LAMENDIN, 2004).

- ✓ Après un exercice physique, on montre une diminution du flux salivaire et parallèlement une augmentation du pH salivaire.
- ✓ Le pouvoir tampon et le taux de *lactobacillus* sont restés stables (ou très peu augmentés).
- ✓ Le taux de *streptococcus mutans* a été faiblement diminué pour les sportifs des milieux aériens, tandis que pour les nageurs, la diminution du taux de *streptococcus mutans* était plus importante, ce qui confirme le rôle antiseptique de l'eau des piscines dans la cavité buccale. Par ailleurs, les nageurs ont un indice CAO faible par rapport aux autres sportifs.

La diminution du flux salivaire observée dans cette étude avait déjà été largement démontrée dans les autres publications, et répond au phénomène de bouche sèche.

Elle est responsable du développement de maladies parodontales, de caries et de candidoses. Enfin, la diminution du flux salivaire entraîne une diminution de l'efficacité des barrières de défense de l'hôte. D'une part, mécanique par l'absence de balayage salivaire et

d'autre part chimique par la disparition des lyzozymes, immunoglobulines A, facteurs antimicrobiens, et bicarbonates qui jouent le rôle de pouvoir tampon.

L'élévation du pH salivaire s'explique par la nature de l'exercice physique. Un exercice aérobic d'intensité peu élevée, a tendance à rendre la salive alcaline ; tandis qu'un exercice intense a tendance à rendre la salive acide.

La pratique sportive a peu d'influence sur le pouvoir tampon de la salive, ce qui permet de rétablir un équilibre acido-basique rapidement.

Le phénomène de bouche sèche ou xérostomie est décrit chez le sportif au début comme une sensation de picotements gingivaux, linguaux, une glossodynie ou une stomatodynie, puis des modifications de la muqueuse se développent comme une dépapillation de la langue, et parfois un enduit blanchâtre apparaît sur les muqueuses linguales palatines et jugales.

La déshydratation n'est pas le seul phénomène à l'origine de la « bouche sèche ». Le stress et l'anxiété entraînent également une diminution du débit salivaire qui peut multiplier par un facteur 10 la sécheresse buccale. Aussi, la respiration buccale, l'acidification du milieu buccal et les médications (sédatifs, diurétiques, amphétamines utilisés pour le dopage) sont responsables du dessèchement buccal.

c) Suis-je suffisamment hydraté ?

Il existe une méthode simple pour estimer les pertes en eau après un entraînement. Il suffit de réaliser une pesée (sans vêtements, vessie vide) avant l'entraînement, puis de réaliser une seconde pesée, juste après l'entraînement (sans vêtements, vessie non vidée), avant de commencer le protocole de réhydratation post-entraînement. La différence des deux pesées correspond à la perte hydrique pendant l'entraînement. Ainsi, il faut se réhydrater en conséquence.

Cette perte hydrique ne doit pas dépasser 2% du poids corporel (TIOILLIER, 2015), sinon le sportif est exposé à un risque vital.

Il faut aussi régulièrement contrôler la couleur de ses urines. Si elles sont claires, c'est que l'élimination des déchets est diluée dans l'eau apportée par l'hydratation ; si elles sont foncées, c'est que le sportif n'est pas assez hydraté.

1.1.4.3 Réhydratation

Avant les années 1970, boire durant les épreuves sportives n'était pas considéré comme fondamental. C'est WYNDHAM et STRYDOM qui ont démontré le contraire.

La soif est un mécanisme de défense permettant de compenser la perte hydrique lorsque la teneur en liquide dans l'organisme est faible. Pendant un effort, la sensation de soif apparaît tardivement, une fois que l'organisme est déshydraté. Ce qui n'est pas le cas au repos.

1.1.4.4 Les recommandations (LAMENDIN, 1993)

a) La ration d'entraînement

Il est recommandé de consommer 1,5l d'eau/jour en dehors des repas, cette eau peut être consommée ½ heure avant le repas ou 2h après le repas ; c'est le minimum vital.

Mais il faut ajuster son hydratation en consommant plus si on pratique une activité sportive. En effet, on estime qu'après une heure de course à pied, la perte hydrique sera de 0,5l. Mais si les conditions de température dépassent 20°C, alors cette perte sera de l'ordre de 0,8 à 2,5l.

D'après une étude menée par l'INSEP, regroupant les habitudes alimentaires de 265 sportifs de haut niveau appartenant à 20 disciplines olympiques, il a été montré que pour la moitié des sportifs, l'hydratation hors exercice était insuffisante.

En effet, 52% boivent plus d'un litre par jour ce qui est « très bien », 40% boivent 0,5 à 1l par jour ce qui est « médiocre » et 8% boivent moins de 0,5l/jour, ce qui est insuffisant. Enfin, 48% des sportifs ne s'hydratent pas assez (HAUSSWIRTH, 2012).

b) La ration d'attente

Les athlètes doivent commencer la compétition avec une hydratation et une glycémie maximale (parfois difficile à gérer pour le sujet stressé qui risquera de développer une hypoglycémie plus rapidement).

On conseille aux sportifs de boire 125 à 250 ml d'eau avec 10g (toutes des ½ heures) ou 20g (toutes les heures) de miel ou 200 à 400ml de solution glucosée en une ou deux prises dans les 20 min précédant la compétition.

c) La ration per-compétitive

Son but est de compenser la perte hydrique, glucidique et minérale. On conseille aux sportifs de boire régulièrement, de manière fractionnée et par petites gorgées car un apport trop important d'eau serait à l'origine de douleurs gastriques. L'hydratation pendant l'effort n'est nécessaire que si l'effort est supérieur à une heure. Il est conseillé de boire des boissons isotoniques ou hypotoniques et non glacées car là encore, des troubles digestifs peuvent survenir.

d) La ration de récupération

La réhydratation pendant et après l'exercice physique dépend de la vitesse de remplacement des pertes sudorales. Cette vitesse de remplacement dépend :

- ✓ du volume des apports liquidiens.
- ✓ de la vitesse de vidange gastrique, qui elle dépend de l'osmolarité des boissons consommées. 80% des volumes d'eau ingérés sont digérés environ une heure après (GUEZENEC, 2002).
- ✓ et du niveau d'absorption intestinale des fluides.



Figure 3 : Fiche de l'INSEP portant sur l'hydratation du sportif

1.1.5 Rôle de la salive

Les glandes parotides, sublinguales, submandibulaires et les glandes accessoires sécrètent le volume de salivaires.

1.1.5.1 Rôles

La salive joue un rôle primordial dans le système de défense contre les agressions bactériennes et les attaques acides. Toutes les fonctions salivaires sont impliquées dans le maintien de la santé orale et dentaire.

On trouve principalement dans la composition de la salive : de l'eau, des électrolytes, des protéines et des glycoprotéines.

Son rôle protecteur peut s'expliquer par ses capacités à diluer, à décomposer et à éliminer les débris alimentaires, mais aussi grâce à son pouvoir tampon qui neutralise les acides produits par les bactéries de la plaque dentaire.

On trouve aussi dans la salive, des immunoglobulines (IgA, IgG, IgM), des lysozymes, et autres enzymes qui possèdent des propriétés anti-bactériennes (VANDEN ABEELE et coll., 1992).

Enfin, elle est riche en ions calcium, fluor, et phosphates, qui participent au maintien de l'équilibre acido-basique et à l'équilibre entre déminéralisation et reminéralisation.

1.1.5.2 *Composition*

La salive est faite à 99,5% d'eau, 0,30% de substances organiques, et 0,20% de substances inorganiques. En comparaison avec les autres liquides biologiques qui constituent le corps, la salive est hypotonique (PELLAT, 2010).

Les substances organiques sont représentées en grande partie par les protéines dont on retrouve deux groupes : les protéines intrinsèques avec les enzymes salivaires, sécrétées par les glandes salivaires, et les protéines extrinsèques.

Les constituants inorganiques sont représentés par les ions et notamment les ions sodium, potassium, calcium, phosphate, bicarbonate, hydrogènes (responsables du pH de la salive) (DEVOIZE et coll., 2010).

On retrouve aussi dans la salive, des résidus alimentaires, du fluide gingival (0,1% du volume salivaire), des cellules épithéliales desquamées, des électrolytes et des bactéries.

1.1.5.3 *Variations de pH*

Le pH salivaire varie en fonction des individus, de l'âge, de l'alimentation et d'autres paramètres.

En général, il se situe entre 5,5 pour les pH les plus acides et 8,5 pour les pH les plus basiques. Il conditionne la vitesse d'apparition du tartre au niveau des dents (DEVOIZE, 2010).

De plus, les variations de pH sont fonction du pouvoir tampon de la salive, qui est un moyen de défense face aux attaques acides. Cependant, chez certains sportifs, il est « peu réactif » et ceux-ci sont donc plus menacés du risque carieux et érosif par les effets de la prise de boisson de l'effort.

C'est donc au chirurgien-dentiste de faire des tests de pouvoir tampon afin de déterminer si le sportif est à risque ou non. En cas de risque, il doit délivrer les informations nécessaires à la prévention (LAMENDIN, 2004).

1.1.5.4 *Débit salivaire*

Le débit salivaire est variable entre les individus et se situe entre 500 et 1500ml/24h, dont 92 à 95% proviennent des paires de glandes salivaires dites majeures (parotides, sous mandibulaires et sub-linguales) (MALADIERE et coll., 1999).

De plus, cette variabilité s'exprime en fonction des moments de la journée : c'est au moment des repas que les glandes salivaires produisent le plus de salive. La nuit, ces glandes sont au repos, et la sécrétion salivaire est extrêmement basse.

La sécrétion salivaire est sous contrôle du système nerveux autonome, ce qui explique que le débit salivaire varie en fonction des stimulations et des différents facteurs comme le degré d'hydratation, la position du corps ou la prise de médicaments.

En effet, un sportif mal hydraté sera sujet à une diminution du débit salivaire, qui entraînera une xérostomie. On sait aussi qu'un débit salivaire élevé réduira considérablement le temps d'exposition des surfaces dentaires aux sucres et aux acides par son action d'auto-nettoyage.

Or, en compétition, un sportif dont le débit salivaire sera faible, et qui consommera des boissons, gels ou barres énergétiques sucrés, sera fortement exposé au risque carieux.

Des aliments comme le citron, qui produisent une acidité sont recommandés pour augmenter le débit salivaire mais sont à risque de déminéralisation et baisse du pH.

1.2 Boissons de l'effort

L'eau est la seule boisson indispensable au corps humain, mais en fonction du sport pratiqué, il existe des besoins spécifiques en apport énergétique, c'est pourquoi, les sportifs consomment des boissons de l'effort pouvant assurer ces apports.

1.2.1 Qu'est-ce qu'une boisson de l'effort ?

1.2.1.1 Définition

Les boissons de l'effort sont des boissons énergétiques.

Attention à ne pas confondre boissons énergétiques et énergisantes. Les boissons énergisantes n'ont aucun impact sur l'amélioration des performances. Elles sont composées de caféine ou de taurine. La prise de ces boissons n'est pas considérée comme du dopage mais comme une conduite dopante.

The infographic is divided into two main sections, each labeled 'Fiche 8'. The left section, titled 'BOISSON ÉNERGÉTIQUE', features a warning icon and the text 'CONSOMMER UNE BOISSON ÉNERGÉTIQUE N'EST PAS SANS RISQUE :'. Below this, it lists '↑ RISQUE DE COUP DE CHALEUR (PEUT ÊTRE TRÈS GRAVE)' with a sun and thermometer icon, and 'TROUBLES DE LA FRÉQUENCE CARDIAQUE' with a heart rate icon. A red banner at the bottom states 'DÉCONSEILLÉ CHEZ LE SPORTIF, AVANT, PENDANT ET APRÈS L'EFFORT.'. The right section, titled 'BOISSON ÉNERGISANTE', features a warning icon and the text 'NE PAS CONFONDRE'. It compares 'BOISSON ÉNERGÉTIQUE' (with a green can icon) and 'BOISSON ÉNERGISANTE' (with a blue can icon) separated by 'VS'. The 'BOISSON ÉNERGÉTIQUE' side lists 'SUCRE QUANTITÉ ADAPTÉE' and 'MINÉRAUX DE BONNE QUALITÉ', with a green banner at the bottom stating 'ADAPTÉE AUX SPORTIFS'. The 'BOISSON ÉNERGISANTE' side lists 'SUCRE QUANTITÉ TROP IMPORTANTE', 'MINÉRAUX NON ADAPTÉS AUX BESOINS', '+ CAFÉINE + TAURINE', and a red banner at the bottom stating 'MÉLANGE NÉFASTE POUR LA SANTÉ ET LA PERFORMANCE'. Both sections include the INSEP logo and contact information at the bottom.

Figure 4 : Boisson énergisante (www.insep.fr)

1.2.1.2 Intérêts et indications des boissons de l'effort

Leur objectif est double. Il permet d'une part d'assurer l'hydratation pendant l'effort et d'autre part de fournir des nutriments pour compenser les pertes nutritionnelles, énergétiques et sudorales, cela afin de conserver les performances au maximum de leur capacité.

1.2.1.3 Présentation

Elles se présentent soit sous forme de boissons prêtes à l'emploi, soit comme la plupart du temps, pour des raisons de conservation, sous forme d'une poudre en sachet à diluer avec de l'eau.



Figure 5 : Exemple de boisson de l'effort sous forme de poudre (www.isostar.fr)

Il est essentiel de respecter la quantité d'eau à ajouter à la poudre pour ne pas altérer l'osmolarité de la boisson. En effet, l'eau est le liquide le plus facilement éliminé par l'estomac, et pour une absorption optimale, elle doit avoir la même concentration que le sang. L'avantage est d'éviter toute surcharge au niveau de l'estomac, souvent mal supportée lorsqu'on pratique un exercice physique intensif. Ces boissons permettent d'assurer rapidement la vidange gastrique, l'absorption intestinale et les échanges transmembranaires. On parle d'iso-osmolarité à 270 à 330 mosm/l (MATON et coll., 2008).

1.2.2 Quel est le mode de consommation des boissons de l'effort ?

Les liquides sont en transit rapide dans le milieu buccal, mais certains laissent des dépôts sur les dents et les gencives, longtemps après leur passage, car ils sont riches en sucres.

Le saccharose apparaît comme le sucre le plus largement consommé, et aussi le plus cariogène. Pour les sportifs, la consommation de sucre ne devrait pas être supérieure à 10% de la ration calorique quotidienne d'entraînement (LAMENDIN, 2004).

Rares sont les sportifs pour qui l'eau est la seule boisson consommée. Une étude a montré que la majorité des sportifs choisissent de consommer ces boissons de l'effort pendant les compétitions plutôt que de l'eau. Ce comportement a été noté aussi bien chez les hommes, que chez les femmes. (LAMENDIN, 2004).

Cependant, le type de boisson de l'effort varie en fonction du sport pratiqué, du niveau sportif, de l'âge et des conseils reçus par les entraîneurs. Une autre étude a montré que plus le sportif est entraîné à haut niveau, plus il consomme ces boissons énergétiques (LAMENDIN, 2004).

Pour HAUSSWIRTH, 94% des sportifs indiquent boire à l'entraînement, dont 12% choisissent les boissons énergétiques. 96% indiquent boire en compétition, dont 31% choisissent les boissons énergétiques (HAUSSWIRTH et coll., 2012).

Selon une étude menée chez 31 triathlètes de haut niveau :

- ✓ 84% consomment régulièrement des boissons de l'effort à l'entraînement (1 à 6 fois/semaine)
- ✓ dont 16% au moins, 6 fois/semaine et 16% en consomment même les jours sans entraînement
- ✓ 48% consomment de grandes quantités contenues dans des bouteilles

Ainsi, les sportifs d'endurance sont les plus exposés aux problèmes bucco-dentaires du fait de la fréquence d'ingestion de boissons et aliments sucrés, de la longueur des épreuves et d'une plus grande déshydratation (HAUSSWIRTH, 2012).

Les sportifs les plus anxieux et les plus ambitieux sont plus nombreux à consommer les boissons de l'effort (LAMENDIN, 2004).

1.2.3 Quelle est la composition des boissons de l'effort ?

La composition de base des boissons de l'effort est la suivante :

1.2.3.1 Eau

Constituées majoritairement d'eau, elles assurent l'hydratation du sportif.

1.2.3.2 Glucides

Les glucides, eux, apportent l'énergie nécessaire au fonctionnement du corps humain. On trouve le plus souvent une association glucidique avec glucose, maltodextrine et saccharose. Le fructose n'est pas recommandé car il est responsable de ballonnements et de douleurs gastriques au cours de l'effort. Les sucres les plus cariogènes classés par ordre décroissant sont : saccharose, glucose, puis amidon (LAMENDIN, 1993).

1.2.3.3 Vitamines

La composition en vitamine varie en fonction des boissons, mais la vitamine B1 est essentielle car elle favorise l'assimilation des glucides par l'organisme. Les vitamines B6 et C sont aussi fréquemment présentes dans la composition des boissons de l'effort.

1.2.3.4 Sodium

Il améliore l'absorption hydrique, il éveille la sensation de soif et permet à l'organisme de mieux conserver le liquide ingéré, de plus, il compense les pertes dues à la sudation.

1.2.3.5 Potassium

Il est fortement conseillé d'en consommer pour les efforts très prolongés en ambiance chaude car il régule l'équilibre hydroélectrique de l'organisme.

1.2.3.6 Antioxydants

Ils aident l'organisme à se défendre contre certains déchets toxiques produits par l'activité de nos cellules.

1.2.4 Effets bucco-dentaires de la consommation de boissons de l'effort ?

1.2.4.1 Erosion et caries

Les principaux risques dentaires liés à la consommation de ces boissons sont le développement d'hypersensibilités, l'apparition d'érosions et de caries, ainsi que le développement de maladies parodontales (ASHLEY, 2015).

L'effet pathogène sur la cavité buccale est double car ces boissons sont composées de saccharose, qui facilite l'implantation de souches de *streptococcus mutans* dans la cavité buccale, à l'origine de caries.

De plus, le pH de ces boissons est acide (pH largement inférieur à 5,5 – 5,7, qui correspond au seuil critique de déminéralisation de l'émail) (LAMENDIN, 2004). Chaque contact entre la boisson et la surface dentaire correspond quasiment aux effets chimiques d'un mordantage de l'émail. C'est pourquoi les érosions sont fréquentes chez les sportifs qui consomment ces boissons. A l'acidité primaire de la boisson, on en rajoute une seconde par l'absorption de sucres.

LAMENDIN et Coll., ont réalisé une étude portant sur les variations de pH salivaire suite à la prise de boissons acides et sucrées. Ils montrent qu'elles entraînent une acidité secondaire en bouche lors de la dégradation de la composante sucrée. Cette étude a confirmé qu'un sportif atteint du syndrome de bouche sèche conserve plus longtemps la baisse de pH en bouche, augmentant ainsi le risque carieux après les prises répétées de ce type de boissons.

1.2.4.2 Expérimentation

Une autre expérience a été menée par LAMENDIN, pour connaître les effets de la prise de ces boissons sur les surfaces dentaires.

On a mis de la cire sur une dent extraite et saine, sur la moitié de la face vestibulaire. Puis, on a placé cette dent dans diverses boissons dont :

- ✓ un soda caractérisé par un pH de 3. Après cette immersion, on observe que le dépôt protecteur a été éliminé. Puis, on observe au microscope électronique à balayage les deux surfaces dentaires : sur la face non recouverte par la cire, on observe un mordantage de l'émail dentaire.
- ✓ ensuite, on réalise la même expérience avec de l'acide lactique à pH 4,15, répondant à la dégradation des sucres contenus dans les boissons de l'effort.

Cette expérience *in vitro*, ne nous donne pas la possibilité d'évaluer l'efficacité du pouvoir tampon.

C'est pourquoi, elle a été complétée par une expérience *in vivo* en réalisant des dosages salivaires après consommation de boissons acides comme les sodas. Dans tous les cas, une diminution du pH salivaire a été remarquée mais la durée et l'intensité sont variables selon les individus.

En conclusion de cette expérience, 3 types de réponses salivaires ont été identifiés :

- ✓ variation faible de pH
- ✓ diminution immédiate du pH suivie d'une remontée rapide

- ✓ diminution immédiate du pH avec remontée lente, ce qui est évidemment le comportement salivaire le plus à risque.

Chez les consommateurs de boissons de l'effort, le pH moyen réactionnel est inférieur à celui des non-consommateurs habituels.

Sachant que les boissons de l'effort sont d'acide à très acide, leur consommation habituelle pourrait donc par accoutumance affaiblir le mécanisme réactionnel de défense en provoquant une diminution du débit salivaire lors de la prise de boisson acide, d'où la diminution du niveau du pouvoir tampon (LAMENDIN, 2004).

Une autre étude a montré que lorsque le pH sanguin diminue, le phosphate de calcium des tissus se dissout, pour neutraliser les acides. Lors d'une acidose chronique, les réserves alcalines sont détruites, ce qui peut aller jusqu'à provoquer des fractures, douleurs osseuses et articulaires et des caries. L'acidose chronique entraîne aussi une diminution du pH salivaire, ce qui favorise le développement de caries et l'apparition d'érosion dentaire (HAUSSWIRTH, 2012).

1.2.4.3 *Les boissons enrichies*

Les boissons qui contiennent du calcium, du phosphate, du fluor ou des ions phosphate de calcium sont moins nocives pour les dents, puisqu'elles diminuent le pouvoir érosif des boissons acides. La consommation de boissons modifiées comme les jus de fruits enrichis en calcium ou les boissons de l'effort contenant du calcium ou de la caséine est un geste simple mais efficace pour lutter contre les érosions dentaires. En effet, dans une expérience menée par LUSSI et Coll., (2012), on trempe une dent dans un verre de jus d'orange puis on estime la déminéralisation. On refait la même expérience en trempant la dent dans un verre de jus d'orange contenant du calcium et on s'aperçoit que la vitesse de déminéralisation diminue et que la résistance de la dent face aux attaques acides augmente. Le calcium apparaît donc comme un agent protecteur face aux acides.

1.2.5 *Le point sur les boissons de l'effort*

Seules les maltodextrines (polymères de glucose) seraient un peu moins acidifiantes que les autres formes de sucre (glucose, fructose) (HAUSSWIRTH, 2012).

Il existe différents types d'acides. Les acides naturels, d'une part, proviennent des fruits (acide citrique pour les oranges, acide tartrique pour le raisin, acide malique pour les pommes). Les acides artificiels, d'autre part, (pour améliorer le goût ou les apparences) sont l'acide carbonique, crée en injectant du dioxyde de carbone dans les boissons (sodas), l'acide phosphorique, et l'acide ascorbique ou vitamine C.

1.2.5.1 *Les boissons avant l'effort*

Les boissons à consommer quelques jours avant la compétition ont pour objectif de favoriser la recharge glucidique avant un effort prévu. Les boissons à consommer une heure avant l'effort sont les boissons d'attente. Ce sont des boissons riches en sucres, dont l'objectif est de stabiliser la glycémie, parfois perturbée par le stress avant la compétition. Elles sont aussi indiquées pour les échauffements et les entraînements.

Leur composition est la suivante :

- ♦ chlorure de sodium
- ♦ vitamine B1
- ♦ fructose/ maltodextrine

Voici la recette de boisson pré-effort Green power décrite par Scott JUREK (2015), détenteur de records d'ultra-trails.

Pour deux portions de 60cl :

- ✓ 2 bananes
- ✓ 1 tasse de mangue ou d'ananas frais ou congelés, coupés en morceaux
- ✓ 4 tasses d'eau
- ✓ 2 cuillères à café de spiruline en poudre
- ✓ 1 cuillère à café de miso

Mixer le tout une à deux minutes de façon à obtenir un mélange complètement lisse. Buvez 60 à 90 cl, quinze à quarante-cinq minutes avant votre séance.

1.2.5.2 Les boissons pendant l'effort

Elles sont utilisées lors des entraînements ou compétitions, pour répondre rapidement aux besoins musculaires. Elles doivent contenir de la vitamine B1, qui facilite l'utilisation des glucides.

La composition optimale des boissons de l'effort d'apport glucidique est la suivante :

Pour 1l d'eau, on conseille d'ajouter 30g/l de glucose, 0,5 à 1g/l de NaCl et des vitamines, notamment B1 et C. Les résultats d'une étude faite sur 17 boissons d'effort montre que la composition en glucide varie de 70 à 120g/l, que le pH varie entre 3,6 et 8 et que le pH est inférieur à 5 pour un tiers des boissons du commerce, ce qui entraîne jusqu'à 85% d'érosions dentaires (ASHLEY, 2015).

a) Efforts courts

Pour les efforts courts, dont la durée ne dépasse pas une heure, on conseille de boire de l'eau avant, pendant, après l'effort.

b) Efforts longs

Pour les efforts longs, supérieurs à une heure, le sportif doit consommer une boisson isotonique. Il faut des glucides, ce qui permet aux muscles en activité de trouver une source d'énergie rapidement métabolisée par l'organisme et donc rapidement active et efficace. Ainsi, cet apport retarde la consommation d'énergie stockée dans les muscles et dans le foie. L'idéal c'est 1g de glucide/min soit 1l de boisson à 6% de glucide/heure, soit 30g de glucides/l.

Il faut aussi du sodium pour compenser la perte de minéraux dans la sueur. L'idéal c'est 500 à 700g de sodium/l de boisson.

Des vitamines B1, B2 et B6 pour faciliter l'assimilation des glucides dans l'organisme.

La consommation recommandée est 150 à 300ml toutes les 10 à 15 minutes.

c) Efforts très longs et à répétition

Il suffit d'ajouter en plus des boissons adaptées aux efforts longs :

- ✓ Du potassium (car la perte de ce minéral se fait moins rapidement que le sodium)
- ✓ Des antioxydants comme la vitamine C ou E ou le zinc qui ont pour rôle de faciliter l'élimination des déchets toxiques qui s'accumulent dans les fibres musculaires lors d'efforts prolongés. Ainsi, on évite les crampes musculaires.

d) Les boissons hypertoniques

Leur concentration est supérieure à 8% de glucides/l.

Ces boissons sont indiquées dans des conditions climatiques de froid intense, car plus il fait froid plus la dépense énergétique du corps est importante. Leur avantage réside dans le fait d'obtenir une source d'énergie rapidement métabolisable. Cependant, elles présentent des inconvénients, puisqu'elles ralentissent la digestion, elles ralentissent la vitesse de réhydratation du sportif et donc favorisent l'apparition crampes ou douleurs digestives.

e) Les boissons hypotoniques

Ces boissons hypotoniques sont indiquées dans des conditions climatiques de chaleur extrême. En effet, plus il fait chaud, plus la déshydratation sera rapide, donc on s'orientera vers des boissons plus diluées.

Ces boissons absorbent peu les nutriments, donc le corps ne reçoit qu'un faible apport glucidique et donc un faible apport énergétique. C'est leur principal inconvénient.

Certains sportifs préfèrent les préparations personnelles réalisées en fonction des leurs caractéristiques métaboliques, individuelles, du type et du temps de leur activité, du moment de la consommation. Celles-ci évitent les surcharges caloriques inutiles.

f) La boisson recommandée pendant l'effort

C'est une boisson isotonique composée d'1 litre d'eau, de 60gr de glucides (associant saccharose et maltodextrine) et de 1 à 2 gr de sel (à augmenter s'il fait chaud).

Concernant les préparations personnelles, on peut imaginer une boisson composée de :

- 1l d'eau Volvic® (peu minéralisée)
- 2 cuillères à soupe de miel
- 0,5g de Vit B1 (fruits secs mixés)
- 0,5g de sel
- 1 sachet de thé anglais

Aussi, de vrais jus de fruit naturellement riches en fructose et glucose, riches en vitamine C et B1, dilués avec de l'eau peuvent être des boissons de l'effort maison.

1.2.5.3 Les boissons de récupération

La boisson de récupération

Fiche 7

J'en consomme si :

- MON REPAS EST **PLUS DE 30 MIN** APRÈS LA FIN DE MON ENTRAÎNEMENT
- MON **ENTRAÎNEMENT EST INTENSE** SUR LE PLAN ÉNERGÉTIQUE ET/OU MUSCULAIRE
- JE SUIS EN **STAGE INTENSIF** OU EN **COMPÉTITION**

Elle doit permettre :

- MA **RÉCUPÉRATION MUSCULAIRE**
- LA **RECONSTITUTION DE MES RÉSERVES ÉNERGÉTIQUES**
- MA **RÉHYDRATATION**

La boisson de récupération

Fiche 7

Quand ? DANS LES 30 MIN APRÈS LA SÉANCE

Comment choisir ?

- EFFORT INTENSE AVEC FAIBLE SOLLECITATION MUSCULAIRE → SPORTEUS 8G DE LACTEL
- EFFORT INTENSE AVEC FORTE SOLLECITATION MUSCULAIRE → SPORTEUS 20G DE LACTEL

BOISSON MAISON POUR 8G DE PROTÉINES

| | | |
|-------------------------|---|--------------|
| 1 VERRE DE LAIT (250ML) | + | SIROP (1CÀS) |
| OU | + | CACAO (2CÀS) |
| 2 YAOURTS NATURE | + | MIEL (1CÀS) |
| | | SUCRE (2CÀS) |

INSEP POUR EN SAVOIR PLUS : MISSION.NUTRITION@INSEP.FR

INSEP POUR EN SAVOIR PLUS : MISSION.NUTRITION@INSEP.FR

Figure 6 : La boisson de récupération (www.insep.fr)

Les boissons de récupération sont des boissons protéinées. Celles à base de lait permettent une meilleure réhydratation par rapport aux boissons de récupération qui n'en contiennent pas (DESBROW, 2014).



Figure 7 : Exemple de boisson de récupération (www.punch-power.com)

Elles contiennent des protéines rapides (lactosérum) et lentes (caséine), des protéines d'œuf, permettant aux muscles de se régénérer, d'accélérer la cicatrisation des lésions musculaires et d'éviter les courbatures.

Elles contiennent, ou non, des glucides qui vont accélérer le stockage sous forme de glycogène musculaire. Les boissons qui contiennent ces glucides sont plus performantes que celles qui n'en contiennent pas.

Enfin, elles sont riches en sels minéraux, pour compenser la perte sudorale.

À consommer après les efforts de longue durée, ces boissons de récupération permettent aux muscles et aux tissus de se régénérer et de se recharger en glucides. Aussi, elles permettent d'éliminer les déchets azotés et déchets acides plus rapidement, d'accélérer la reconstitution du glycogène hépatique et musculaire et d'accélérer la relance de la synthèse protéique.

Cependant, il est recommandé de consommer ces boissons pendant la phase précoce de la récupération, c'est-à-dire dans la demi-heure suivant l'arrêt de l'effort, appelée « fenêtre métabolique », autrement dit la période où le corps est le plus réceptif à tous ces nutriments, durant laquelle la boisson sera la plus efficace pour la récupération.

Une étude faite sur 10 boissons de récupération glucido-protéiques a montré que le taux de glucides variait entre 60 à 75g/l et que le pH se situait entre 6,5 à 7,5.

a) Boisson recommandée après l'effort

La boisson recommandée après l'effort est une boisson lactée composée de 500ml de lait avec du cacao ou du sirop pour un apport plus important en glucides si l'exercice est très intense. Des boissons lactées prêtes à l'emploi intégrant des protéines sont également disponibles en grandes surfaces dans un volume de plus ou moins 300ml.

Pour conclure sur les boissons de l'effort, je dirai que la difficulté réside dans le fait de trouver le bon équilibre entre une hydratation optimale et un apport énergétique suffisant. Le but étant de permettre à l'organisme du sportif d'exprimer ses performances maximales tout au long de l'effort. D'autant plus qu'il ne faut pas oublier de prendre en compte certains paramètres tels que la température du lieu où l'effort est pratiqué.

1.3 Les pathologies bucco-dentaires du sportif

De par son mode de vie, son alimentation et ses spécificités physiologiques, le sportif est particulièrement exposé à des pathologies bucco-dentaires spécifiques.

Sa consommation en sucre et en protéine est, d'une part bien supérieure par rapport à un individu non sportif, et d'autre part, elle se fait de manière fréquente et régulière au cours de la journée, ce qui pose le problème de la fréquence des apports cariogènes. Les boissons de l'effort, indiquées dans les efforts supérieurs à 90 min (ZUNZARREN et coll., 2015) ont un fort potentiel érosif et carieux, cependant, elles permettent au sportif de fournir les besoins en nutriments et minéraux dont il a besoin pour mener à bien son effort.

1.3.1 Erosion dentaire

1.3.1.1 Définition

Elle fait partie des lésions d'usure et se traduit par une dissolution acide des tissus minéralisés de la couronne dentaire, sans intervention bactérienne. C'est une atteinte

chimique et non mécanique pouvant avoir deux origines : soit l'acide endogène, soit l'acide exogène (ZUNZARREN et coll., 2015).

L'érosion est une destruction tissulaire des tissus durs de la dent, résultant d'attaques acides. L'érosion dentaire touche les dents permanentes et temporaires avec une susceptibilité supplémentaire pour les dents temporaires (MARIE-COUSIN et coll., 2015).

Les atteintes peuvent aller d'une simple déminéralisation, jusqu'à l'atteinte dentinaire sévère, et le degré de sévérité est corrélé au temps d'exposition avec l'acide en bouche. L'évolution se fait à bas bruit, sans douleur sévère, mis à part les hypersensibilités dentaires, parfois négligées (DECUP, 2015).

1.3.1.2 *Epidémiologie*

L'érosion dentaire est une pathologie en perpétuelle croissance, dont la prévalence ne cesse d'augmenter depuis les années 1990 (ZUNZARREN et coll., 2015), rencontrée de plus en plus fréquemment dans nos cabinets dentaires, puisqu'elle touche plus de 50% de la population adulte dans les pays industrialisés (DECUP et coll., 2015).

Elle touche aussi bien les enfants, que les adolescentes ou les adultes.

Elle est due principalement aux variations d'alimentation et au développement de nouveaux modes de vie. En effet, la consommation de sodas a augmenté de 300% aux Etats-Unis, depuis 20 ans, avec une consommation d'au minimum un soda par jour. De plus, la taille des emballages a aussi augmenté (ZUNZARREN, 2015).

Dans une étude réalisée sur 187 joueurs de football en Angleterre et au Pays de Galles, les examens ont montré des dents et des gencives dans un état déplorable. De plus, le professeur NEEDLEMAN affirme que 50% d'entre eux souffriraient d'érosion dentaire (NEEDLEMAN, 2016).

Une seconde étude réalisée pendant les Jeux Olympiques de Londres en 2012 (qui a rassemblé 278 athlètes) montre que 45% de ces sportifs présentent des lésions érosives (NEEDLEMAN, 2013).

a) Facteurs influençant le pouvoir érosif d'un acide

- ✓ pH
- ✓ type d'acide
- ✓ quantité d'acide titrable : c'est le nombre de base qu'il faut ajouter à l'acide pour retrouver la neutralité (pH : 7)
- ✓ degré de saturation de la solution en calcium et phosphate

| | |
|------------------------|--------------------|
| GÉNÉRAUX | MÉDICAMENTS |
| | ASTHME |
| | RGO |
| | ENVIRONNEMENT |
| COMPORTEMENTAUX | SPORT INTENSIF |
| | ALIMENTATION |
| | ALCOOL |

Tableau 3 : Facteurs de risque de l'érosion dentaire

1.3.1.3 *Etiologie*

a) **Source intrinsèque**

Les populations à risque souffrent de :

- RGO
- Troubles du comportement alimentaire : anorexie ou boulimie

b) **Source extrinsèque**

Les populations à risque sont :

- ✓ les œnologues
- ✓ les végétariens et végétaliens
- ✓ les patients sous médications et drogues, qui modifient le flux salivaire. De plus, certains médicaments sont acides.
- ✓ Les sportifs, dont l'apport glucidique est fréquent (avant, pendant, après l'effort). De plus, chez les sportifs de haut niveau on observe une baisse du débit salivaire, un fort potentiel érosif des boissons de l'effort et un mode de consommation de ces boissons particulier (ZUNZARREN, 2015).

Certains aliments et les boissons comme les jus de fruit, les boissons énergisantes et énergétiques, les sauces de salade, les boissons à base de vitamine C, l'alcool et les boissons à base de thé aromatisé aux fruits sont acides et donc à l'origine d'érosions dentaires (ZUNZARREN, 2015).

Une étude qui a comparé les effets des boissons de l'effort et des boissons commerciales sur l'émail dentaire a montré que la dissolution de l'émail a eu lieu avec toutes les boissons, mais qu'avec les boissons de l'effort, la déminéralisation était plus forte qu'avec du cola par exemple (VON FRAUNHOFER, ROGERS, 2015).

1.3.1.4 *Diagnostic*

Un diagnostic précoce est indispensable, afin de mettre en place des mesures préventives et thérapeutiques. Les mesures préventives doivent être adaptées aux besoins spécifiques de chaque patient.

Il s'agit de donner aux patients un questionnaire regroupant toutes les habitudes alimentaires, y compris les boissons, et de faire comprendre au patient quelles sont les

sources d'acide quotidien auxquelles il est exposé, cela afin de faire changer ses habitudes alimentaires et de diminuer les sources d'acide (LUSSI, 2015). Ce questionnaire est également un outil diagnostique pour le praticien, qui va pouvoir identifier les agents étiologiques exogènes.

Afin de prévenir ces lésions érosives, le patient doit, d'une part, réduire la consommation des acides, et d'autre part, réduire le temps de passage des acides dans la bouche, pour diminuer le temps de contact avec les dents. Il est très néfaste de dormir ou de siroter des boissons acides.

La lecture d'un carnet regroupant toutes les habitudes alimentaires pour mettre en évidence le risque d'exposition aux substances acides est un bon moyen pour faire prendre conscience du problème au patient (LUSSI, HELWIG, 2014).

Leur aspect clinique est caractéristique, et elles sont souvent associées à d'autres types d'usure, ce qui complique le diagnostic différentiel.

Sur la face vestibulaire des dents, l'aspect est lisse, vitré ou satiné et présente un halo d'émail sain sur le bord marginal de la couronne, avec disparition des périkymaties (ZUNZARREN et coll., 2015). Au niveau du collet des dents, on observe souvent un bord amélaire persistant, qui joue un rôle protecteur.



Figure 8 : Erosion sur les faces palatines
www.sop.asso.fr (KOUBI, 2012)

Sur la face occlusale, les cuspides sont arrondies, émoussées, parfois allant jusqu'à l'apparition de cupules et une atteinte dentinaire.



Figure 9 : Erosion des faces occlusales de molaires et prémolaires
www.sop.asso.fr (KOUBI, 2012)

| Caractéristiques Cliniques | Carie | Erosion |
|--|---|-----------------|
| | Sites confinés | Surfaces lisses |
| Sillons | Extension amélaire de surface | |
| Zones proximales | Dents antérieures | |
| Diagnostic plus facile | Diagnostic plus difficile | |
| Progression verticale en direction pulpaire | Progression horizontale | |
| Origine bactérienne : tissu carieux | Origine chimique (acide) : tissu sain | |
| Atteintes localisées | Atteintes plurales | |
| Vitalité pulpaire souvent perdue | Vitalité pulpaire conservée : pulpe rétractée | |
| Douleur | Douleurs rares sauf si hypersensibilités | |
| Fragilité de la dent, risque de fracture d'une ou plusieurs parois dentaires | Fonte de la dent, mais conservation de la résistance biomécanique | |

Tableau 4 : Comparatif des caractéristiques des lésions carieuses et érosives.

a) Indice BEWE : Basic Erosive Wear Examination

Le BEWE est un indice clinique qui permet d'estimer la sévérité de l'érosion. Il a été mis en place par LUSI, GANSS et BARTLETT.

On divise l'arcade dentaire en 3 sextants et on attribue après examen de chaque face de chaque dent un score entre 0 et 3 ; 3 étant le degré d'érosion le plus sévère. Puis, on retient pour le sextant, le score le plus élevé. On réitère l'expérience pour chaque sextant des deux arcades dentaires (donc au total 6 sextants). Enfin, on additionne les scores retenus des 6

sextants, puis on reporte cette somme, au tableau qui attribue à chaque stade de sévérité, une conduite à tenir particulière.

| Degré | Aspect clinique |
|-------|---|
| 0 | Pas d'usure érosive de la dent |
| 1 | Défaut de la perte de la texture de surface |
| 2 | Défaut net, perte de tissu dentaire < 50% de la surface |
| 3 | Perte de tissu dentaire > 50% de la surface |

Tableau 5 : Degrés de sévérité de l'indice BEWE



Figure 10 : BEWE Score 0, 1, 2, 3

| | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| Degré le plus élevé Sextant 17-14 | Degré le plus élevé Sextant 13-23 | Degré le plus élevé Sextant 24-27 | |
| Degré le plus élevé Sextant 44-47 | Degré le plus élevé Sextant 33-43 | Degré le plus élevé Sextant 37-34 | Score total |

| Niveau de risque | Score cumulé de tous les sextants | Gestion |
|------------------|-----------------------------------|---|
| Aucun | < 2 | Gestion et maintenance de routine Répéter tous les 3 ans |
| Faible | 3-8 | Hygiène orale, évaluation de la diététique et conseils Maintenance et examens de routine Y-a-t-il reflux ? prendre des photographies Répéter tous les ans |
| Moyen | 9-13 | Comme ci-dessus Identifier les facteurs étiologiques majeurs de la perte des tissus et développer des stratégies pour éliminer leurs impacts respectifs Fluoruration ou autres stratégies pour augmenter la résistance des dents Restaurations à minima : monitoring de l'usure érosive avec |

| | | |
|-------------|-----|--|
| | | des modèles d'étude, des photographies ou des empreintes en silicone Répéter tous les 6 à 12 mois |
| Fort | >14 | Comme ci-dessus Lorsque la progression est rapide, envisager des soins particuliers comme des reconstructions/restaurations Répéter tous les 6 à 12 mois |

Tableau 6 : Scores BEWE et prise en charge thérapeutique

1.3.1.5 Diagnostic différentiel

LESIONS D'USURE



a) Attrition

L'attrition est un processus mécanique impliquant des contacts dento-dentaires. Elle est liée au phénomène de bruxisme, qui rend les surfaces occlusales des dents planes.

b) Abrasion

L'abrasion est un processus mécanique par contact avec une substance étrangère.

c) Abfraction

Elle aboutit aux lésions en V (la gencive remonte). Souvent un côté est plus usé que l'autre (droitier/gaucher). Elle est liée à une action mécanique associée à des habitudes d'hygiène iatrogènes.

d) Interaction entre les différents types d'usure

Les érosions ont la faculté de potentialiser les autres formes de lésions d'usure. Si on est en présence d'un phénomène d'attrition associé à un phénomène d'érosion, alors l'attrition sera nettement plus sévère et rapide en présence d'acide.

Dans le cas où on réalise un brossage dentaire (abrasion) simultanément à la prise d'acide (érosion), alors on augmente l'usure de 50%. Ou encore, en présence d'acide sur la langue, celle-ci est responsable d'abrasion des faces palatines des dents maxillaires par frottement (SHELLIS, ADDY, 2014).

e) Influence du brossage

➤ Le dentifrice

Il faut choisir un dentifrice dont le RDA (Relative Dentin Abrasion) est inférieur à 100, au-delà de cette limite, on estime que celui-ci est trop abrasif (ADDY, SHELLIS, 2006).

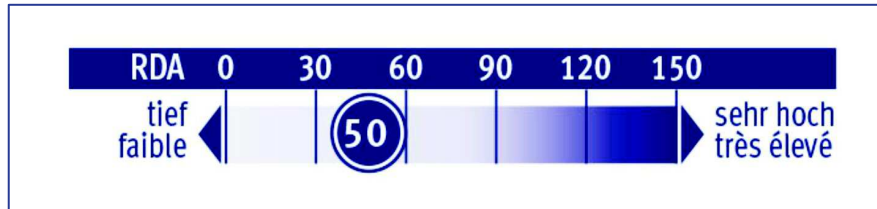


Figure 11 : Echelle RDA

➤ La brosse à dent

Il faut choisir une brosse à dent souple. Cependant, quelque soit le type de brosse à dent, si elle est souple, cela n'induera pas d'effets iatrogènes (abrasion). La technique de brossage a, quant à elle, une influence sur l'apparition de lésions d'usure (WIEGAND, SCHLUETER, 2014). Il a été démontré dans une étude en 2006 que le brossage avec une brosse à dent électrique, si la technique de brossage n'est pas adaptée, peut induire des récessions ou abrasions (WIEGAND et coll., 2006).

➤ Le bain de bouche

Les laboratoires dentaires ont élaboré des bains de bouche spécifiques pour lutter contre les érosions dentaires. Ils sont à base de cations métalliques polyvalents comme l'étain ou le titane et protègent l'émail et la dentine des érosions (HUYSMANS et coll., 2014). Ces ions métalliques sont décrits dans la littérature comme des alternatives à l'utilisation de fluorures (BUZALAF et coll., 2014).

La gamme Erosion Protection de chez Elmex® a fait ses preuves puisque le laboratoire GABA® assure que l'utilisation de ce dentifrice réduit de 33% la perte d'émail par rapport à un dentifrice au NaF et 50% par rapport à un dentifrice placebo, sur les zones brossées. Elle propose un dentifrice et un bain de bouche aidant à lutter contre les érosions dentaires quotidiennes. Ici, l'agent utilisé est le chlorure d'étain associé aux fluorures d'amines et fluorures de sodium.



Figure 12 : Vue au microscope électronique par réflexion d'un échantillon d'émail porté in situ. La couche riche en étain a été colorée en violet.

En outre, dans les problèmes d'érosion, l'utilisation d'autres bains de bouche n'est pas recommandée, car tous les bains de bouche sont acides (HELLWIG et coll., 2014), ce qui leur permet d'une part de stabiliser le fluor dans le milieu intra-buccal, et d'autre part d'accélérer l'incorporation du fluor dans l'hydroxyapatite.

Le Tooth Mousse de GC® est également indiqué dans les érosions dentaires avérées, il est à base de CPP-ACP (Caseine phosphopeptine-phosphate de calcium amorphe).

La salive joue un rôle particulièrement important avant, pendant et après contact avec un acide. Elle participe à la formation de la pellicule exogène acquise, elle dilue et neutralise les acides, elle a un rôle tampon, elle diminue la vitesse de déminéralisation et participe à la reminéralisation (HARA, ZERO, 2014).

Combien de temps faut-il attendre avant de se brosser les dents après contact avec un acide ?

Sur ce point, les études divergent, il n'y a pas de consensus établi, mais il est déconseillé de réaliser un brossage dentaire dans l'heure qui suit le contact avec les acides (LUSSI, 2014 ET WIEGAND, SCHLUETER, 2014).

1.3.1.6 Traitements

Il est essentiel que les patients et les professionnels de santé soient au courant des effets néfastes de certains aliments et boissons.

Les mesures préventives ne peuvent être prises uniquement si les facteurs de risque et les interactions entre les différents facteurs de risque sont identifiés. L'interaction entre les facteurs chimiques, biologiques, et comportementaux nous aide à expliquer pourquoi certains patients sont plus exposés que d'autres aux érosions dentaires.

Les facteurs biologiques comme la salive, la pellicule exogène acquise, la structure des dents, la langue et le positionnement par rapport aux tissus mous sont des facteurs de variabilité de la pathogénicité et de la sévérité des érosions dentaires.

De plus, les facteurs comportementaux comme les habitudes alimentaires (et les boissons), les exercices physiques qui entraînent la déshydratation et diminution du flux salivaire, une hygiène orale iatrogène, ou à l'inverse, des comportements comme une consommation excessive d'alcool ou un mode de vie malsain, sont des facteurs prédisposant au développement d'érosions dentaires (LUSSI et coll., 2015).

a) Liste des traitements selon DECUP Franck (2015)

➤ Traitement préventif

- Donner des conseils portant sur l'hygiène bucco-dentaire, les facteurs de risque et les moyens de prévention.
- Faire des contrôles réguliers chez le chirurgien-dentiste.

Il faut d'une part réduire la consommation d'acides et de sucres, et réduire le temps de passage dans la bouche, pour diminuer le temps de contact avec les dents.

- Utiliser les ions fluor, phosphate et calcium afin de créer dans le milieu intra-buccal une réaction acide/base pour faire remonter le pH intra-buccal.
- Réduire la consommation d'acides.

Eviter les médicaments acides sous forme effervescente.

Augmenter la consommation d'eau.

Terminer le repas par un aliment neutre ou riche en calcium/phosphate.

Se rincer la bouche avec de l'eau ou une solution fluorée, ou une gorgée de lait.

Attendre 60 minutes minimum avant de se brosser les dents.

Utiliser une paille positionnée postérieurement dans la bouche pour que le liquide ne soit pas en contact avec les dents.

- Stimuler la fonction salivaire en consommant des fruits frais plutôt que des jus de fruit, et des gommages à mâcher au xylitol.
- Augmenter la résistance à l'érosion lorsqu'elle est diagnostiquée.

Respecter les règles de brossage : brosse à dent souple, dentifrice peu abrasif, technique de brossage douce.

En cas d'érosion diagnostiquée, utiliser un bain de bouche à base de chlorure d'étain.

➤ Traitement des hypersensibilités

Il s'agit de réaliser un traitement à minima tel que l'application d'un vernis fluoré, ou un adhésif, voire un composite fluide pour protéger les dents.

Une étude réalisée en 2015 a montré que l'utilisation d'ions étain ou fluor ($\text{Sn}^{2+}/\text{F}^-$) en pré-traitement de la surface dentinaire, avant la mise en place de l'adhésif, apportait de meilleurs résultats dans le temps (GLANSS, LUSI, 2015).

➤ Traitement de la lésion dentinaire érosive active

Une protection de la dent par une résine composite est indiquée, mais il faut diminuer le temps de mordantage (10 secondes) car la dent a déjà été agressée par des attaques acides. Puis, on réalise un protocole classique de collage avec un adhésif et un composite.

➤ Traitement de la dentine érodée sclérotique

Ici, on est face à de la dentine recouverte d'une couche hyperminéralisée qui sert d'isolation au tissu pulpaire, vital. Il faut réaliser une préparation à minima de la surface dentinaire avec une fraise tout en restant conservateur. Puis, nous allons mordancer la surface dentaire dans des conditions normales, c'est à dire 20 secondes sur la dentine et 30 secondes sur l'émail. Enfin, on réalise un protocole de collage classique avec un adhésif et un composite pour protéger la dent.

➤ Traitement des atteintes sévères

Dans les cas où l'atteinte est plus sévère, il faut reconstruire le tissu dentaire érodé sans détruire la dent. En effet, il s'agit de conserver la vitalité pulpaire en réalisant une préparation à minima pour conserver le maximum de tissu dentaire. Cependant, dans de nombreuses situations cliniques, nous sommes face à un manque de place considérable pour réaliser les restaurations du fait de la perte de dimension verticale. Il faut alors trouver une alternative pour remonter la DVO.

En ce qui concerne les atteintes sectorielles, des table tops sont indiqués (KOUBI et coll., 2014), ainsi que des overlay ou veneerlay.

Ces table tops sont définis comme des restaurations partielles, ultrapelliculaires qui associent des avantages esthétiques et biologiques, et qui sont collés au niveau des secteurs postérieurs.



Figure 13 : Overlay, veneerlay et table top (KOUBI, l'ID n° 31 2014)

b) Liste des traitements selon ZUNZARREN Rodolphe (2015)

➤ Atteinte légère : perte minimale de DVO (PEUTEFLEDT, JAEGLI, LUSSI, 2014)

Il s'agit de réaliser des scellements dentinaires par des systèmes adhésifs ou désensibilisants.

On peut aussi penser à des reconstitutions en résine et composites par la méthode directe.

➤ Atteinte modérée : perte de DVO inférieure à 3mm (PEUTEFLEDT, JAEGLI, LUSSI, 2014)

On peut faire des reconstitutions indirectes par collage : inlay/onlay/facettes.

Pour les érosions de grande étendue (VAILATI et BELSER), on propose une reconstitution en trois temps appelée la « three-step technique », qui alterne étapes de laboratoire et étapes cliniques. La première étape consiste à évaluer l'esthétique du sourire et l'occlusion. Ensuite, on va restaurer les secteurs postérieurs en relevant la DVO du patient. Enfin, on s'occupe de rétablir le secteur antérieur après avoir remonté la DVO. Cette technique a l'avantage de mener à une réhabilitation complète des arcades dentaires.

- Atteintes sévères : perte de DVO supérieure à 3mm (PEUTEFLEDT, JAEGI, LUSSI, 2014)

La « three-step technique » est indiquée, ainsi que les traitements orthodontiques.

1.3.2 Les hypersensibilités dentinaires

1.3.2.1 Définition

Selon ADDY et SMITH, « l'hypersensibilité dentinaire se caractérise par une douleur vive de courte durée provenant de la dentine exposée en réponse à des stimuli thermiques, évaporatifs, tactiles, osmotiques ou chimiques qui ne peut être attribuée à aucune autre forme d'anomalie ou de maladie dentaire. » (2010)

1.3.2.2 Epidémiologie

On estime que 15% des adultes sont touchés par le phénomène d'hyperesthésie dentinaire, avec un pic de fréquence entre 20 et 40 ans, et plus fréquemment, les femmes (ADDY, SMITH, 2010).

Les prémolaires maxillaires, puis les canines et les molaires maxillaires seraient les dents les plus fréquemment atteintes (ADDY, REES, 2004).

1.3.2.3 Etiologie

Suite à une exposition dentinaire, plus ou moins importante, suivie d'une ouverture des tubuli dentinaires, le processus d'hypersensibilité dentinaire commence. En effet, après une perte d'émail ou de cément, la dentine se trouve exposée à différents stimuli. Pour WOLFF en 2009, l'étiologie de l'hypersensibilité dentinaire serait multifactorielle.

L'hypersensibilité dentinaire est fréquemment présente chez les personnes ayant une bonne hygiène bucco-dentaire et un indice de plaque très faible voire nul (WOLFF, 2009).

1.3.2.4 Mécanisme étiologique

Alors que la sensibilité dentaire est considérée comme un phénomène physiologique, on peut penser que l'hypersensibilité dentaire est pathologique à partir du moment où le seuil habituel de douleur a été perçu par le patient (ORCHARDSON, GILLAM 2006).

La perte d'émail, provoquant une exposition dentinaire, correspond à différents mécanismes pathologiques, comme l'érosion, l'abrasion, l'abfraction ou l'attrition.

La perte de cément, provoquant elle aussi une exposition dentinaire, est secondaire à une récession gingivale, qui elle-même est provoquée par des traumatismes comme la présence de restaurations iatrogènes, le non-respect de l'espace biologique, un brossage inadapté (ADDY, 2005), ou la présence d'une maladie parodontale entraînant une perte d'os alvéolaire et la migration apicale de l'attache épithélio-conjonctive.

Selon la théorie hydrodynamique de BRÄNNSTRÖM en 1962, la douleur résulte du déplacement de fluide intra-tubulaire, qui lui-même active les fibres nerveuses.

Ces lésions sont caractérisées « d'usure dentaire » puisque la vitesse de déminéralisation dépasse les normes physiologiques du vieillissement.

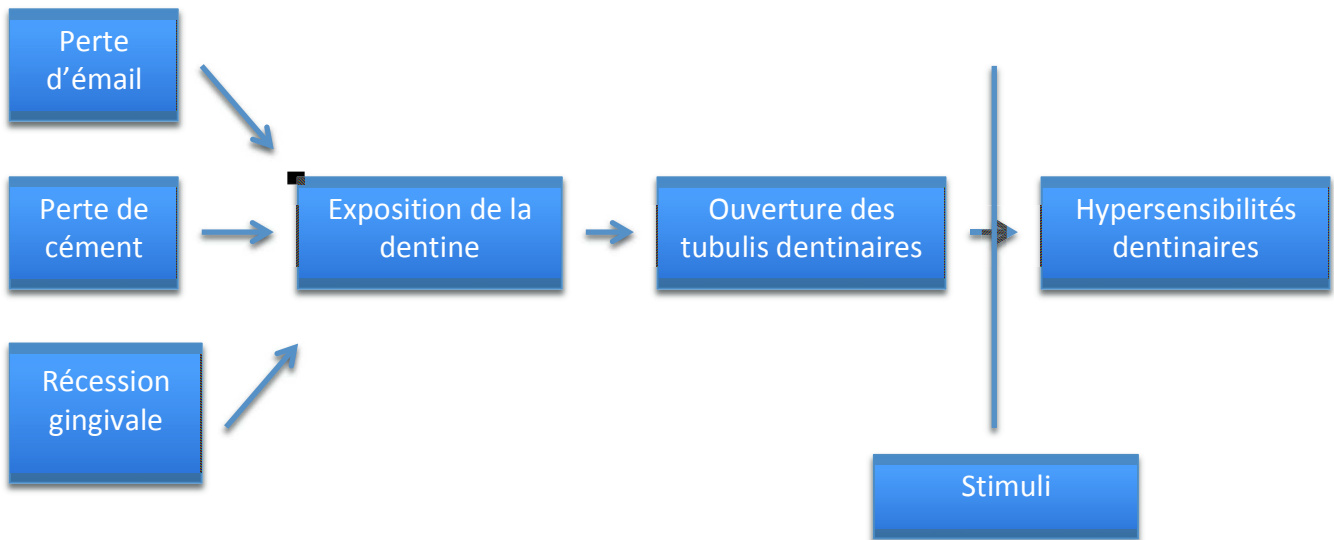


Figure 14 : Mécanismes étiologiques de l'hyperesthésie dentinaire (Addy, Smith SR J Clin Dent 2010)

Le phénomène d'usure par dissolution chimique (ou érosion) inquiète les professionnels de santé car l'origine acide peut être endogène (reflux gastro-oesophagien : RGO, vomissements) ou exogène (alimentation, environnement, médicaments).

C'est sur ce point que le sportif peut être exposé à des usures dentinaires. En effet, plusieurs études (TENGRENSUN et coll., 2012, BAMISE et coll., 2010 et PINTO et coll., 2013) montrent que la consommation excessive de boissons acidulées comme les jus de fruits ou les boissons de l'effort, semble contribuer à l'apparition d'hyperesthésies dentinaires par dissolution de l'émail dentaire. D'autre part, ce phénomène tend à s'accroître chez une population de plus en plus jeune (MAURIN, JASMIN, 2004), d'autant plus que le diamètre des tubuli est plus important chez l'enfant que chez l'adolescent, ou l'adulte.

1.3.2.5 Diagnostic

La symptomatologie de l'hyperesthésie dentinaire peut se rapprocher de celles d'autres pathologies dentaires aiguës. Cependant, la douleur ne peut être expliquée par aucune autre pathologie présente en bouche.

Son diagnostic repose donc essentiellement sur la recherche de facteurs prédisposants, l'identification des lésions d'usure et l'élimination d'autres pathologies dentaires.

a) Interrogatoire du patient et anamnèse médicale

La douleur est décrite ainsi : brève, aiguë, localisée et d'intensité variable d'un patient à l'autre. Elle disparaît lors de l'arrêt de l'application du stimulus sur la dent (froid, air, contact avec la sonde ou l'ongle, sucre).

On peut aussi questionner le patient sur ses habitudes de consommation d'aliments et/ou de boissons acides, sucrés (LUSSI, JAEGI, 2008), sur les techniques d'hygiène bucco-dentaire (dureté des poils de la brosse à dent, fréquence de brossage, abrasivité du dentifrice), rechercher les éventuelles parafunctions et faire un examen occluso-fonctionnel.

Ensuite, il s'agit de connaître les facteurs systémiques ayant une incidence sur la sécrétion salivaire et le pH (BENMEHDI, 2008). A savoir les états physiologiques entraînant vomissements et reflux gastriques (anorexie, boulimie, RGO, grossesse...)

Les traitements médicaux comme les antidépresseurs, antipsychotiques, antihistaminiques, diurétiques, chimiothérapie et radiothérapie peuvent entraîner des hypo ou asialies. Les états pathologiques diminuant la sécrétion salivaire comme le syndrome de Gougerot-Sjögren, le diabète non équilibré ou la maladie d'Alzheimer doivent également être pris en compte.

b) Anamnèse clinique

Il s'agit d'identifier les lésions d'usure présentes sur les dents :

- ✓ les érosions
- ✓ les abrasions
- ✓ les récessions gingivales

C'est le stimulus lui-même qui nous indiquera l'intensité de la douleur (RICARTE, MATOSES, 2008). Cependant, il faut toujours avoir à l'esprit que la douleur reste subjective. On peut utiliser une sonde ou seringue à air/eau pour localiser les dents sensibles.

1.3.2.6 Diagnostic différentiel

Il faut discuter le diagnostic différentiel avec les symptômes liés à :

- ✓ des fissures, détectables grâce à la technique de trans-illumination
- ✓ des fractures amélaire ou amélo-dentinaire
- ✓ des caries dentaires
- ✓ des récives carieuses sous les restaurations
- ✓ des hypoplasies de l'émail
- ✓ un syndrome du septum qui crée une inflammation gingivale douloureuse
- ✓ des sensibilités suite à la pose de restaurations ou d'éclaircissement
- ✓ l'anxiété du patient

1.3.2.7 Traitements

On peut avoir recours à des traitements préventifs ou curatifs afin d'obturer les tubuli dentinaires exposés. Cependant, pour assurer la réussite du traitement, toutes les causes doivent être éliminées ou contrôlées.

Actuellement, aucun consensus n'est établi pour choisir un traitement de référence contre l'hypersensibilité dentaire. Cependant, deux approches sont citées dans la littérature : celle d'obturer les tubuli dentinaires pour bloquer le fluide intra-tubulaire ou celle de bloquer la réponse du nerf intra-pulpaire par des moyens chimiques ou physiques (ADDY, SMITH, 2010).

a) Les traitements préventifs

Ils reposent essentiellement sur des conseils d'hygiène alimentaire ou bucco-dentaire afin de réduire voire de supprimer les facteurs favorisant le développement des hypersensibilités dentaires.

Quelques conseils donnés oralement au patient peuvent réduire les symptômes comme :

- ✓ l'adoption d'une technique de brossage atraumatique avec l'utilisation d'une brosse souple (SCHIFF et coll., 2009) que l'on devra remplacer tous les mois.
- ✓ L'utilisation d'un dentifrice non abrasif.
- ✓ Se rincer la bouche à l'eau en fin de repas.
- ✓ De même, il faut éviter de se brosser les dents immédiatement après avoir ingéré un aliment acide.

b) Les traitements curatifs

L'utilisation de dentifrices ou de bains de bouche désensibilisants est une méthode de lutte contre l'hypersensibilité. Elle est pratiquée en ambulatoire en première intention. S'il s'avère que les douleurs persistent, nous préconisons l'utilisation d'agents topiques au fauteuil en association avec un traitement en ambulatoire. Enfin, en dernière intention, nous proposons des méthodes de collage de matériaux adhésifs, éventuellement des techniques de recouvrement radiculaire par greffe gingivale (technique de greffe épithélio-conjonctive ou de greffe de conjonctif enfoui) et en toute dernière solution la pulpectomie.

➤ 1^{ère} intention : Traitements en ambulatoire

Les pâtes dentifrice : l'avantage est leur facilité d'utilisation

- ♦ A base d'arginine, de carbonate de calcium et de monofluorophosphate de sodium dosé à 1450 ppm pour réduire la circulation du fluide intra-tubulaire et diminuer les sensibilités (DOCIMO, 2009). Elles sont plus efficaces qu'un dentifrice contenant du sel de potassium à 2% et du fluorure de sodium à 1450 ppm. La technique Pro-Argin[®] qui combine un bicarbonate d'arginine avec un bicarbonate de calcium a aussi fait ses preuves puisque le dentifrice Elmex Sensitive Professional[®] permet d'obturer les canalicules dentinaires et assure 60% de sensibilités en moins dès la première application.
- ♦ A base de citrate de zinc, de citrate de sodium, de chlorure de strontium, d'hydroxyapatite de calcium, de fluorure d'étain et de fluorure de sodium. En effet, les cristaux de phosphate de calcium ou de fluorure de calcium se forment à l'intérieur des tubuli dentinaires. Une étude menée en 2010 par PARKINSON et coll., dans des conditions d'exposition de la dentine à un acide sur quatre jours, a conclu que l'utilisation d'un dentifrice à base d'acétate de strontium (Sensodyne[®] Rapide) obtient un taux d'obturation des tubuli dentinaires plus important qu'un dentifrice à base d'arginine.
- ♦ L'hexafluorosilicate d'ammonium et le fluorosilicate entraînent la précipitation de phosphate de calcium, contribuant à l'oblitération des tubuli dentinaires (ARRAIS, 2003).

- Les sels de potassium (citrate, nitrate, oxalate ou chlorure) ou les sels de strontium (chlorure ou acétate) ont la même efficacité (ROSING et coll., 2009).

Les composés fluorés agissent comme une pellicule protectrice. Cependant, leur application doit être renouvelée.

| Agents actifs | Marque |
|---|--|
| Fluorure d'amine | Elmex Sensitive® |
| Technologie Pro-Argin | Colgate Pro Apaisant®, Elmex Sensitive Professional® |
| Fluorure d'étain et fluorure d'amine | Méridol®, Elmex Sensitive Gel® |
| Acétate de strontium | Sensodyne Rapide® |
| Technologie Novamin | Sensodyne Répare et Protège® |
| Citrate de potassium | Signal Sensitive Expert® |
| Oxalate de potassium | Oxa-Gel® |
| KNO ₃ (5%) et fluorure de sodium | Sensodyne ProEmail® |

Tableau 7 : Synthèse des produits utilisés en ambulatoire

- 2^{ème} intention : Traitements non invasifs au fauteuil

L'utilisation de composés fluorés, comme cités ci-dessus, peut être appliquée au fauteuil grâce à leur conditionnement sous forme de gels ou de vernis, cependant, les concentrations sont bien plus élevées que celles de l'ambulatoire.

| Agents actifs | Marque |
|--|--------------------------------|
| Fluorure de sodium | Duraphat® |
| Fluorure d'amine | Elmex gelée® |
| Carbonate de calcium associé à l'arginine 8% | Elmex Sensitive Professionnel® |
| Nitrate de potassium | UltraEZ® |
| Oxalate | Oxa-Gel®, Bisblock® |
| Phosphate de dipotassium et NaF | Sensi Kill® |

Tableau 8 : Synthèse des produits utilisés au fauteuil

Les adhésifs dentinaires s'utilisent comme moyen de scellement des tubuli dentinaires.

- 3^{ème} intention : Traitements invasifs au fauteuil

L'utilisation de composites, compomères, de ciments verres ionomères (CVI) ou ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine (CVIMar) sont des matériaux de choix utilisés pour les traitements restaurateurs des lésions d'usures cervicales, provoquant des hypersensibilités dentinaires.

Les techniques de recouvrement radiculaire par greffe gingivale ou lambeaux déplacés sont aussi décrites et se révèlent efficaces (DOUGLAS, 2013).

1.3.3 La maladie parodontale

1.3.3.1 Définition

Le parodonte est un terme qui définit l'ensemble des tissus de soutien de la dent, à savoir :

- ✓ le cément
- ✓ la gencive
- ✓ l'os alvéolaire
- ✓ le desmodonte ou ligament alvéolo-dentaire (TENENBAUM, BERCY, 2003).

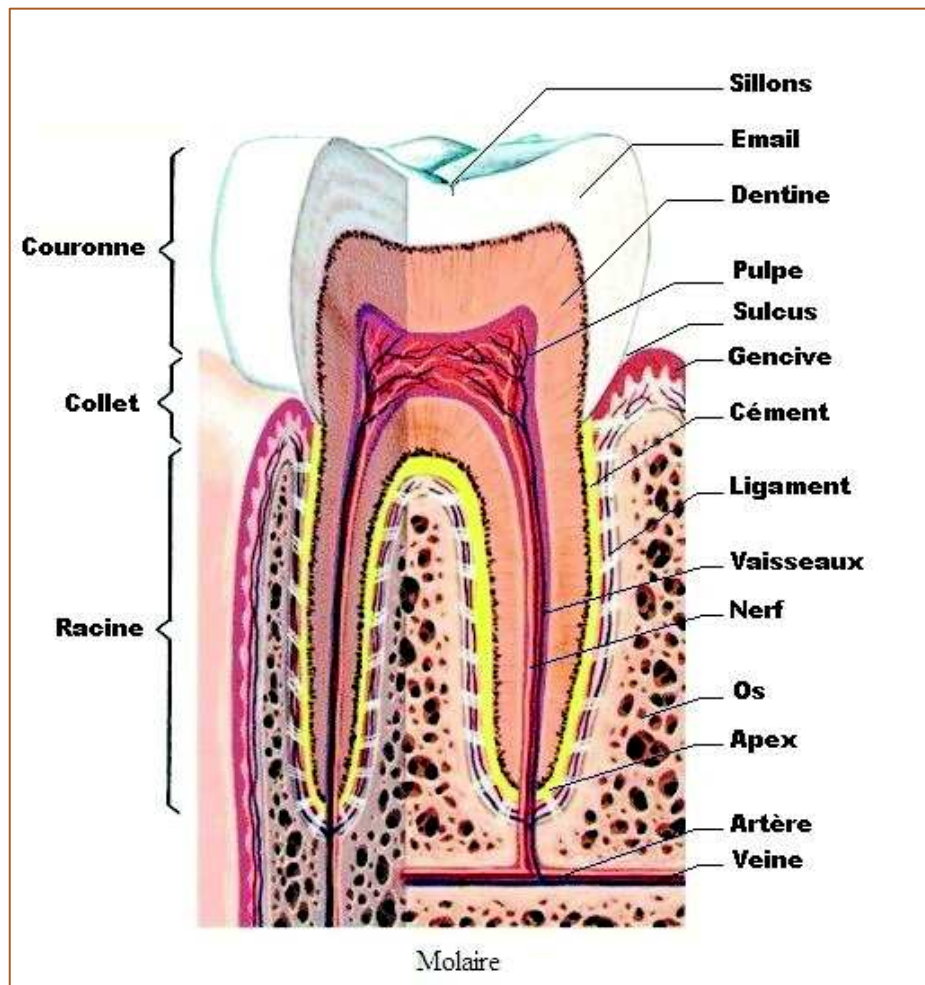


Figure 15 : Schéma du parodonte (<http://conseildentaire.com>)

Selon la HAS, « les maladies parodontales ou parodontopathies peuvent être définies comme des maladies infectieuses multifactorielles ».

Elles sont caractérisées par des symptômes et signes cliniques qui peuvent inclure :

- ✓ une inflammation visible ou non,
- ✓ des saignements gingivaux spontanés ou provoqués d'importance variable,
- ✓ la formation de poches en rapport avec des pertes d'attache et d'os alvéolaire,
- ✓ une mobilité dentaire (ANAES, 2002).

Ces parodontopathies peuvent conduire à des pertes de dents, lorsqu'elles ne sont pas prises en charge.

On parle de deux types de parodonte : le parodonte résistant ou susceptible. En fonction de l'état de stress du sportif et donc de la sévérité de l'hyposialie, ainsi qu'en fonction de la carence en vitamines du sujet, cela peut être à l'origine d'inflammations gingivales, voire d'hémorragies. Enfin, la kératinisation de la gencive varie en fonction de l'alimentation, plus une gencive est kératinisée, moins elle sera fragile (LAMENDIN, 1993).

1.3.3.2 *Epidémiologie*

Selon le rapport de l'ANAES en 2002 portant sur les parodontopathies, les chiffres de ces dernières années pour les pays industrialisés ont tendance soit à se stabiliser, soit à s'améliorer. On pense que cette dernière est liée aux conditions d'hygiène bucco-dentaire, mais aussi à l'amélioration de la qualité de vie des individus, ainsi qu'à une meilleure connaissance et prise en charge de la maladie parodontale par le chirurgien-dentiste (ANAES, 2002).

Cependant, tous les scientifiques ne sont pas aussi optimistes, car d'après une étude réalisée en 2007, 46,7% de la population française adulte présente au moins une poche parodontale d'une profondeur comprise entre 3,5 et 5,5mm et 10,2% de la population présente une poche supérieure à 5,5mm (BOURGEOIS et coll., 2007).

Des études récentes ont confirmé la relation étroite entre les maladies parodontales et la santé générale, comme les maladies cardio-vasculaires, le diabète, les naissances prématurées et enfants de faible poids à la naissance ou encore la polyarthrite rhumatoïde (TENENBAUM, 2014). Aussi, le lien entre les maladies parodontales et les contre-performances sportives est de plus en plus évoqué.

Pour ce qui est de la situation parodontale chez les sportifs, dans son étude réalisée sur les footballeurs Anglais et Gallois, le professeur NEEDLEMAN a conclu que 80% des sportifs de l'échantillon présentent des maladies de gencive et qu'un sportif sur vingt aurait une maladie parodontale irréversible (NEEDLEMAN, 2016).

1.3.3.3 *Etiologie*

a) La formation de la plaque dentaire

La plaque dentaire se manifeste comme un dépôt blanchâtre à la surface des dents. En premier lieu, se fixe sur la surface lisse de la dent, des glycoprotéines salivaires et des anticorps qui forment la pellicule exogène acquise (PEA). Grâce à la fixation de cette PEA, les bactéries colonisatrices sont les premières à pouvoir se fixer à la surface dentaire. Une fois les premières bactéries fixées à leur ancrage, d'autres bactéries (qui n'ont pas la capacité de s'accrocher immédiatement à la PEA) viennent coloniser la surface dentaire, et progressivement, le biofilm s'accroît en épaisseur pour former la plaque dentaire.

Certaines bactéries de la plaque dentaire sont cariogènes et d'autres sont parodontogènes (BENQUE, 2004). Cette plaque provoque, si elle n'est pas éliminée régulièrement par le brossage, une inflammation gingivale.

Comme pour le développement des caries, c'est le type de bactéries contenu dans la cavité buccale et dans la plaque dentaire qui est à l'origine du développement de parodontopathies (LAMENDIN, 1993).

Or, la composition de la plaque dentaire est liée à l'alimentation. Lors d'une compétition qui implique une consommation de sucre accrue, la composition de la plaque dentaire est déséquilibrée et donc plus pathogène.

Il ne faut pas non plus oublier que le déséquilibre de la plaque peut être dû à des facteurs environnementaux comme la durée ou la fréquence des épreuves sportives, ou le manque d'hygiène bucco-dentaire (LAMENDIN, 1993).

b) La formation du tartre

Le tartre correspond à de la plaque dentaire minéralisée. Par l'action de la salive, qui contient des minéraux, le biofilm mou et non minéralisé, appelé plaque, va peu à peu se transformer en tartre. Le tartre se dépose à l'interface entre la dent et la gencive. Il tend à repousser la gencive en direction apicale et provoque une lésion précoce (BENQUE, 2004).

Dans un premier temps, cette lésion est réversible et les principaux signes cliniques sont ceux de la gingivite. Puis, lorsque l'os alvéolaire commence à être détruit, ainsi que les attaches épithéliales et conjonctives, on parle de parodontite, qui est une pathologie à caractère irréversible (TENENBAUM, BERCY, 2003).

On remarque chez le nageur de haut niveau, la formation rapide d'un tartre spécifique, appelé « swimmers's calculus », qui serait le résultat de l'alcalinisation du pH par le chlore et le brome contenu dans l'eau de piscine (GACHIE et coll., 2011).

1.3.3.4 Facteurs de risque

La prévalence de la maladie est influencée par deux types de facteurs de risque : les facteurs de risque généraux et locaux.

a) Les facteurs de risque généraux

Parmi les facteurs de risque généraux, on retrouve les facteurs héréditaires, les facteurs nutritionnels où des carences en vitamine D peuvent être à l'origine de résorption osseuse, l'âge, pour lequel il a été clairement démontré une augmentation de la prévalence et de la sévérité des maladies parodontales avec le vieillissement, le sexe, où les femmes seraient plus susceptibles de développer des maladies parodontales précoces et les hommes des maladies parodontales de forme chronique, le stress, les maladies systémiques (diabète) et les médicaments (INSERM, 1999).

b) Les facteurs de risque locaux (TENENBAUM et coll., 2003)

Les facteurs de risque locaux sont représentés par le niveau d'hygiène bucco-dentaire, le tabac, facteur de risque indiscutable, les problèmes d'occlusion, ainsi que les facteurs associés aux moyens de défense de l'hôte comme les muqueuses, la salive, les leucocytes, les immunoglobulines A et G contenues dans les sécrétions salivaires, et les facteurs de risque bactériens où la mise en évidence de certaines bactéries sont connues pour être

corrélées aux maladies parodontales. Les trois bactéries les plus fréquemment rencontrées dans les maladies parodontales sont :

- ✓ *P.intermedia*,
- ✓ *A. actinomycetemcomitans*,
- ✓ *P. gingivalis*, (INSERM, 1999)

Il faut retenir qu'il existe deux facteurs de risque majeurs dans le développement de la maladie parodontale : le tabac et le diabète (BOUCHARD, 2014).

Les hyposialies retrouvées fréquemment chez les sportifs sont responsables de l'apparition ou de l'aggravation des maladies parodontales. En effet, un déficit salivaire entraîne une diminution de libération des IgA(s) donc une diminution de la neutralisation des toxines bactériennes, ainsi, les moyens de défense de l'hôte sont altérés. De plus, l'action mécanique de nettoyage de la salive n'est plus efficace, et les bactéries se fixent plus rapidement à la PEA (CHARDIN, 2002).

1.3.3.5 Classification des maladies parodontales

Cette classification est la plus récente et utilisée sur le plan diagnostique. Elle a été adaptée par ARMITAGE en 1999.

a) Les gingivites

Dans la maladie gingivale, seules les structures superficielles du parodonte sont endommagées ; c'est-à-dire, que le cément, le desmodonte et l'os alvéolaire restent inchangés malgré la maladie, sans perte d'attache épithéliale.

Elle a un caractère réversible. Cependant, une gingivite non traitée va évoluer en parodontite (WOLF, 2005).

Les signes cliniques de la gingivite sont :

- ✓ inflammation gingivale avec conservation de l'attache épithéliale
- ✓ rougeur
- ✓ saignement
- ✓ œdème localisé
- ✓ sensibilité gingivale

➤ Induites par la plaque dentaire

- ◆ Associées à la plaque uniquement : avec ou sans facteurs locaux

C'est la gingivite la plus fréquemment rencontrée, due essentiellement à un manque d'hygiène.

- ◆ Associées à des facteurs systémiques (endocriniens, hématologiques)
- ◆ Maladies gingivales modifiées par des traitements médicamenteux (immunosuppresseurs)
- ◆ Gingivites et malnutrition (carence en vitamine C)

➤ Non induites par la plaque

- Maladie gingivale liée à une bactérie spécifique
- Maladie gingivale d'origine virale
- Maladie gingivale d'origine fongique
- Maladie gingivale d'origine génétique
- Gingivites au cours de manifestations générales (atteintes cutanéo-muqueuses, réactions allergiques)
- Lésions traumatiques
- Réactions auto-immunes

Une étude menée sur 278 athlètes provenant de 25 sports différents lors des Jeux Olympiques de Londres en 2012 a fait prendre conscience du très mauvais état bucco-dentaire des sportifs, puisqu'elle révèle que 76% des athlètes étaient atteints de gingivite (NEEDLEMAN et coll., 2013).

b) Les parodontites

Sous cette forme, la pathologie entraîne une destruction des tissus de soutien de la dent qui conduit à des pertes dentaires.

Les signes cliniques sont :

- ✓ une perte d'attache
- ✓ une destruction du desmodonte, puis du ciment, et enfin de l'os
- ✓ apparition de poches parodontales

On distingue différents degrés de sévérité de la maladie parodontale en fonction :

- de la profondeur de poche, mesurée grâce à une sonde appropriée
- de l'importance du saignement, donc du degré d'inflammation
- de la présence de plaque et de tartre

➤ Chroniques

Qui peuvent être localisées lorsqu'on estime que moins de 30% des sites (notamment les secteurs incisifs et molaires) sont atteints, ou généralisées, lorsqu'on estime que plus de 30% des sites sont atteints par la maladie. Cette forme de parodontite est la plus fréquemment répandue dans la société.

➤ Agressives

Ce sont des parodontites qui débutent généralement tôt chez les individus, et dont la progression est rapide et la sévérité de la maladie est corrélée à la rapidité d'apparition.

➤ Manifestation d'une maladie systémique

Hémophilie, anomalie génétique.

➤ Ulcéro-nécrotiques

Gingivite ulcéro-nécrotique et parodontite ulcéro-nécrotique.

➤ Abcès parodontal

Abcès gingival, abcès parodontal, abcès péri-coronaire.

➤ Parodontites associées à une pathologie endodontique

Lésions combinées endo-parodontales.

➤ Anomalies bucco-dentaires acquises ou congénitales en rapport avec les parodontopathies

Facteurs locaux liés à la dent prédisposant aux gingivites ou aux parodontites induites par la plaque, malformation muco-gingivale au voisinage des dents, malformation muco-gingivale et édentation, traumatisme occlusal.

Cette même étude menée lors des Jeux Olympiques de Londres en 2012 montre que 15% des athlètes sont atteints de maladie parodontale (NEEDLEMAN et coll., 2013).

1.3.3.6 Diagnostic (ZUNZARREN, 2014)

Le diagnostic repose sur l'évaluation des signes cliniques et radiologiques.

a) La gingivite

Pour la gingivite, les signes cliniques sont :

- ✓ inflammation
- ✓ saignement, œdème, rougeur
- ✓ présence de plaque et/ou tartre
- ✓ poche gingivale
- ✓ absence de migration de l'attache épithéliale

La radiographie confirme l'absence de perte osseuse.

b) La parodontite

Pour la parodontite, les signes cliniques sont :

- ✓ inflammation
- ✓ saignement, œdème, rougeur
- ✓ présence de plaque et/ou tartre
- ✓ poche parodontale
- ✓ perte d'attache avec migration en direction apicale de l'attache épithéliale

La radiographie confirme cette fois-ci la perte osseuse liée à la maladie.

Le chirurgien-dentiste met en évidence la présence de poches parodontales grâce à un sondage précis.

Il utilise premièrement une sonde CPITN (à bout rond pour ne pas léser les tissus) qui donne une idée plus précise des zones agressées par la maladie, puis il complète ce sondage par un

second sondage avec une sonde parodontale graduée et millimétrée qui nous donne précisément la profondeur des poches.

1.3.3.7 Traitements (JAOUI, 2008)

Après l'examen clinique et radiographique, nous pouvons envisager un traitement de la maladie parodontale, qui nécessitera plusieurs séances. Notons qu'un bilan rétro-alvéolaire est souvent préféré à un OTP pour élaborer le diagnostic et envisager une thérapeutique adaptée.

a) Traitement étiologique

L'objectif du traitement étiologique est de désorganiser le biofilm bactérien. Pour cela, les deux principaux acteurs sont le chirurgien-dentiste et le patient lui-même.

Le chirurgien-dentiste réalise dans un premier temps un sondage parodontal pour prendre connaissance de la présence de poches parodontales et de leur profondeur, puis, il réalisera un traitement mécanique : détartrage/surfaçage pour décontaminer les poches parodontales en supprimant les dépôts de tartre, plaque, ainsi que le biofilm. Il réalise donc un assainissement du milieu buccal en réduisant l'inflammation et la profondeur de poche.

Le sondage parodontal doit renseigner sur :

- ✓ la profondeur des poches
- ✓ les atteintes de furcation
- ✓ la mobilité dentaire
- ✓ la présence de saignement

Ensuite, c'est au chirurgien-dentiste de faire comprendre à son patient que la réussite du traitement va dépendre de sa capacité à maintenir un état bucco-dentaire le plus sain possible, en passant par des méthodes d'hygiène bucco-dentaire que le praticien va enseigner au patient. Une bonne technique de brossage, l'utilisation d'une brosse à dent souple, de brossettes inter-dentaires ou de bâtonnets inter-dentaires, les bains de bouche à base de chlorhexidine, l'eau oxygénée sont des techniques suffisantes, si elles sont bien respectées, pour un bon contrôle bactérien.

Dans certaines formes de parodontites, il est possible d'associer au traitement mécanique, des antibiotiques, car leur utilisation, seule, sera moins efficace.

Aujourd'hui, l'association la plus utilisée dans les formes de parodontites chroniques sévères et agressives est l'association : amoxicilline + métronidazole, ou encore l'utilisation du métronidazole seul s'est révélée efficace sur les bactéries anaérobies présentes dans les poches parodontales (HERRERA et coll., 2008). Dans les cas d'allergie aux pénicillines, on peut donner au patient de la doxycycline ou de la minocycline (ZUNZARREN, 2014).

Enfin, il faut assainir le milieu buccal en réalisant les avulsions des dents à mauvais pronostic, en traitant les dents cariées, en reprenant les traitements endodontiques non étanches ou porteurs de lésions péri-apicales et en déposant les restaurations ou prothèses iatrogènes.

Dans l'étude menée par NEEDLEMAN, celui-ci évoque clairement les répercussions des problèmes de santé dentaire sur la performance des joueurs. En effet, 20% des athlètes

assurent que ces problèmes bucco-dentaires affectent leur qualité de vie physique et psychique et 7% sont persuadés du lien de cause à effet entre leur mauvais état bucco-dentaire et leurs performances sportives (NEEDLEMAN, 2016). De plus, pour certains athlètes, les conséquences d'une mauvaise hygiène bucco-dentaire étaient telles qu'ils ont dû arrêter de s'entraîner ou abandonner en compétition.

Les résultats de l'étude faite aux Jeux Olympiques de Londres en 2012 montrent une fois encore l'impact de ces pathologies sur les performances sportives, puisque 40% des athlètes se sont dits gênés par leur état bucco-dentaire, 28% ressentent l'impact d'une mauvaise hygiène bucco-dentaire sur leur qualité de vie, et 18% sur les performances à l'entraînement (NEEDLEMAN, 2013).

b) Réévaluation

Le chirurgien-dentiste doit revoir le patient dans les deux mois qui suivent le premier rendez-vous pour faire une réévaluation. Il faut contrôler le niveau d'hygiène bucco-dentaire et faire un second sondage parodontal pour le comparer à celui obtenu lors du premier rendez-vous. Ainsi, on peut se rendre compte d'une amélioration significative ou non.

Selon les résultats, nous pouvons opter pour une approche chirurgicale au niveau de certaines zones où le traitement étiologique a le moins bien répondu.

Les critères de décision pour un acte chirurgical de parodontologie sont les suivants :

- ✓ le saignement au sondage,
- ✓ la suppuration,
- ✓ la profondeur de poches (>5mm)
- ✓ l'indice de plaque

En effet, la présence d'une poche profonde constitue un réservoir bactérien, inaccessible par le traitement non chirurgical, et la présence de plaque augmente le risque de progression de la maladie sur l'ensemble de l'arcade dentaire.

c) Traitements correcteurs

Une fois la maladie parodontale stabilisée, on peut penser à la réhabilitation des secteurs édentés par la pose d'implants par exemple. Nous pouvons alors penser à réaliser les prothèses définitives (fixes ou amovibles). L'orthodontie n'est pas contre-indiquée.

Des auteurs se sont aussi intéressés à l'intérêt d'une occlusion dentaire équilibrée chez les sportifs de haut niveau, ainsi qu'aux répercussions sur le plan postural et sur les performances sportives.

Des études ont été réalisées chez le handballeur et chez le nageur, en créant volontairement un déséquilibre de l'appareil manducateur. Les résultats comparatifs avec et sans déséquilibre occlusal montrent une baisse des performances sportives pour les athlètes s'entraînant avec un déséquilibre (PIREL, 2006).

La rééquilibration occlusale est donc un des traitements correcteurs à réaliser chez les sportifs.

d) Maintenance parodontale

Elle consiste en la réalisation d'un détartrage/surfaçage radiculaire tous les 5 ou 6 mois en fonction de la sévérité de la maladie parodontale. En effet, pour les parodontites agressives, les séances doivent être réalisées tous les 3 mois.

Exemple de protocole pour l'enseignement à l'hygiène bucco-dentaire (ZUNZARREN, 2014).

Premier brossage avec une brosse à dent souple :



Deuxième brossage en trempant la brosse à dent dans un mélange d'eau oxygénée/bicarbonate de sodium (consistance « sable mouillé »)

Passer les **brossettes** inter-dentaires

Réaliser un **rinçage** avec un bain de bouche à la chlorhexidine pendant 15 secondes

Réaliser ce protocole pendant **15 jours**

1.3.4 La maladie carieuse

1.3.4.1 Définition

La maladie carieuse est définie comme une maladie acquise, qui se caractérise par une altération des tissus durs de la dent, et qui entraîne la formation d'une cavité.

La maladie carieuse est une maladie chronique, infectieuse et transmissible.

Les lésions carieuses sont les signes cliniques de l'expression de la maladie.

1.3.4.2 Epidémiologie

La HAS annonce en 2010 une nette diminution de la carie dentaire dans la population des pays industrialisés. Cependant, elle nuance ses propos en indiquant que la maladie reste fréquente et surtout répartie inégalement dans la population. En effet, des facteurs déterminants comme les habitudes alimentaires, la fréquence de brossage, l'utilisation de fluor ou non, et les conditions d'accès aux soins font varier la prévalence de la carie (HAS, 2010).

Concernant la population des sportifs, une étude réalisée sur un échantillon de 187 footballeurs des clubs de Hull, Manchester United, Southampton, Swansea City et West Ham (s'entraînant en Angleterre ou au Pays de Galles) a montré que « 37% des effectifs auraient des caries dentaires et dans certains cas suffisamment graves pour affecter leurs performances sur le terrain. » (NEEDLEMAN et coll., 2016)

L'étude menée pendant les Jeux Olympiques de Londres en 2012 a montré que 55% des athlètes examinés présentaient des caries dentaires (NEEDLEMAN, 2013).

1.3.4.3 **Etiologie**

L'étiologie de cette maladie est multifactorielle.

Trois facteurs doivent être réunis pour assurer l'apparition de la carie.

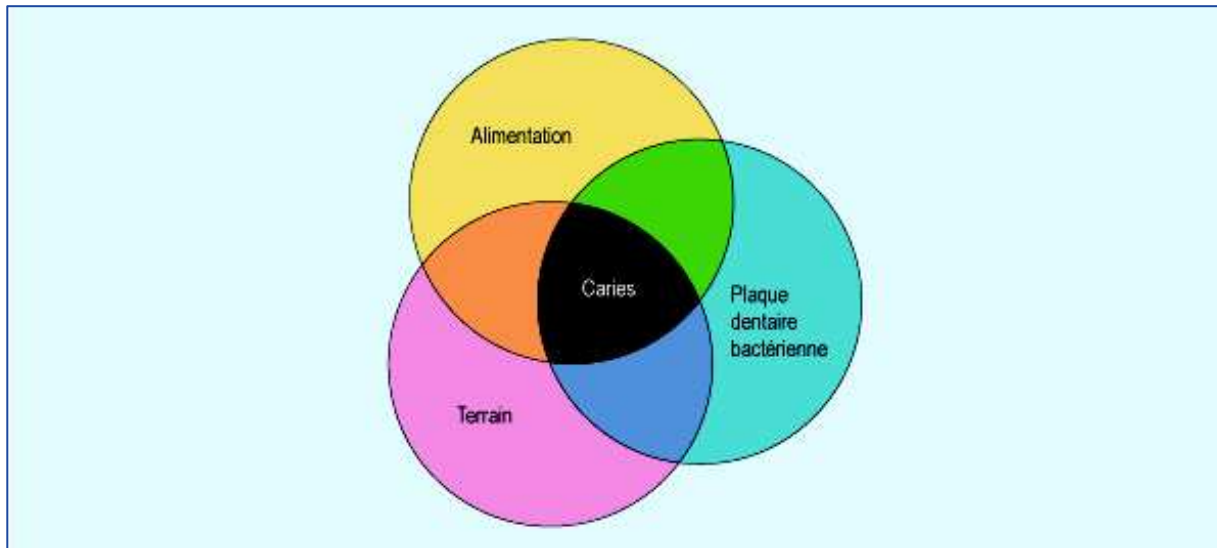


Figure 16 : Schéma de Keys

a) La plaque dentaire

La principale cause de développement de la carie dentaire est l'accumulation de plaque dentaire (KIDD, 2004). En effet, celle-ci se compose de débris alimentaires, de salive et de bactéries aérobies et anaérobies, dont certaines produisent de l'acide qui va attaquer les tissus durs de la dent (HAS, 2010). La plaque dentaire ne peut être éliminée que par une action mécanique, c'est à dire par le brossage.

Les principales bactéries responsables du développement de la carie sont les *streptococcus mutans*, les *streptococcus sobrinus* et les *lactobacilles*. Les bactéries les plus cariogènes, par leurs propriétés acidophiles et acidogènes restent les streptocoques (PIETTE, GOLDBERG, 2001).

b) Le terrain

Le terrain est un des trois facteurs de développement de la carie. En effet, certains patients sont plus sujets à développer des caries du fait d'une hypominéralisation de l'émail ou d'autres défauts qualitatifs ou quantitatifs (HAS, 2010).

D'autre part, la capacité de défense de l'hôte contre ces micro-organismes joue aussi un rôle important.

Chez les nageurs, on a remarqué que le taux de *streptococcus mutans* diminuait pendant l'entraînement. La natation est donc un sport protecteur du risque carieux (GACHIE et coll., 2011).

c) L'alimentation

Ce sont les hydrates de carbone fermentescibles qui jouent le rôle de substrat aux bactéries acidogènes présentes dans le milieu buccal. Ils regroupent aussi bien les sucres simples et complexes mais ce sont les sucres simples qu'on retrouvera dans les boissons consommées par les sportifs. Saccharose, fructose, glucose et lactose sont utilisés par les bactéries de la plaque dentaire.

KÖNIG en 1987 complète le diagramme de KEYES en rajoutant le facteur temps.

1.3.4.4 Facteurs de risque

Les facteurs de risque évoqués en faveur d'une augmentation de la prévalence de la carie sont les suivants :

- La consommation d'une nourriture riche en hydrates de carbone
- L'augmentation de la fréquence de prise des hydrates de carbone
- La consommation d'aliments simples à ingérer, sans mastication, ou stimulant peu la sécrétion salivaire.

Dans l'alimentation du sportif en compétition, tous ces facteurs sont réunis pour initier le développement des caries. En effet, le choix des sportifs se porte vers des aliments faciles à avaler (les gels), riches en sucres pour un apport d'énergie rapide, avec une fréquence de prise élevée. En effet, Isostar® recommande sur le marathon du Mont-Blanc de consommer 3 gels, 4 barres et de s'hydrater par petites gorgées tous les 1/4 d'heure. Ces recommandations font prendre conscience de la haute cariogénicité de ces pratiques alimentaires en condition de course longue durée.

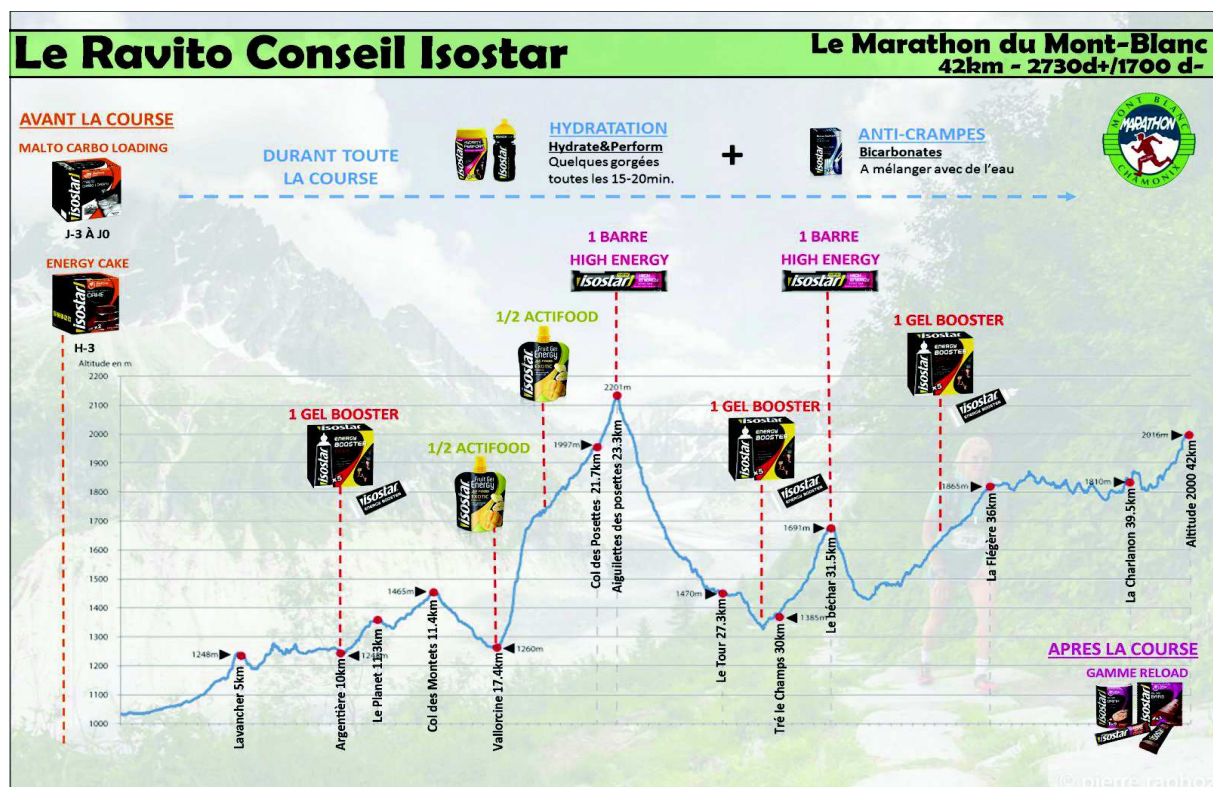


Figure 17 : Conseils nutritionnel sur une épreuve longue durée comme le marathon du Mont blanc.

De plus, il a été prouvé qu'en se rinçant la bouche avec une boisson glucosée à 10%, le pH diminue jusqu'à 4, pendant 20 minutes.

Donc en suivant les recommandations des rations préconisées pour une nutrition optimale des sportifs, on entretient un pH buccal trop bas et donc une fragilité vis à vis des caries.

A l'inverse, l'alternance de prise glucosée (deux fois plus concentrée que sur l'étude précédente) puis de prise d'eau pure, diminue de moitié la cariogénicité de la boisson glucosée (LAMENDIN, 1993).

1.3.4.5 Mécanisme

Rappelons que la base du processus carieux repose sur les sucres de l'alimentation qui sont utilisés par les bactéries de la plaque dentaire. Les dents sont naturellement recouvertes d'une fine couche composée d'éléments salivaires et de protéines appelée la pellicule exogène acquise.

Elle a pour rôle la protection des tissus durs de la dent, la lubrification des surfaces dentaires mais participe aussi à la fixation primaire des bactéries cariogènes sur les surfaces dentaires (HANNIG et coll., 2004).

Après chaque prise alimentaire, on assiste d'abord à la colonisation des surfaces dentaires sur la PEA par les bactéries cariogènes. Cette première phase est indépendante de la présence de saccharose. Ensuite, la plaque dentaire va se former et cette fois, il s'agit d'une phase dépendante du saccharose qui va engager la prolifération bactérienne (PIETTE, GOLDBERG, 2001). Les bactéries utilisent le sucre de l'alimentation et plus les bactéries sont cariogènes plus elles vont rejeter de l'acide.

Or, à pH acide, l'émail et/ou la dentine se déminéralisent. En dessous de pH inférieur à 5,7 les cristaux d'hydroxyapatite qui forment l'émail commencent à se dissoudre (HAIKEL, 2001). Il faut noter à ce stade, la haute acidité des boissons de l'effort et gels énergétiques, qui présentent un fort risque de déminéralisation initiale de l'émail chez les sportifs, à plus forte raison lors de prises fréquentes et répétées en condition de course.

Ce phénomène de production d'acide, suivi de la dissolution d'hydroxyapatite se produit pendant chaque repas, mais cette déminéralisation immédiate est suivie d'une reminéralisation immédiate grâce à la salive qui va protéger les surfaces dentaires. Le pH remonte jusqu'à 7 et les ions phosphate et calcium apportés par la salive se re-précipitent alors sur cette surface déminéralisée.

Si les micro-organismes ne sont pas régulièrement éliminés par le brossage et/ou si les prises alimentaires sucrées sont trop fréquentes, le système de défense salivaire est dépassé, la déminéralisation commence et la carie s'initie ou progresse.

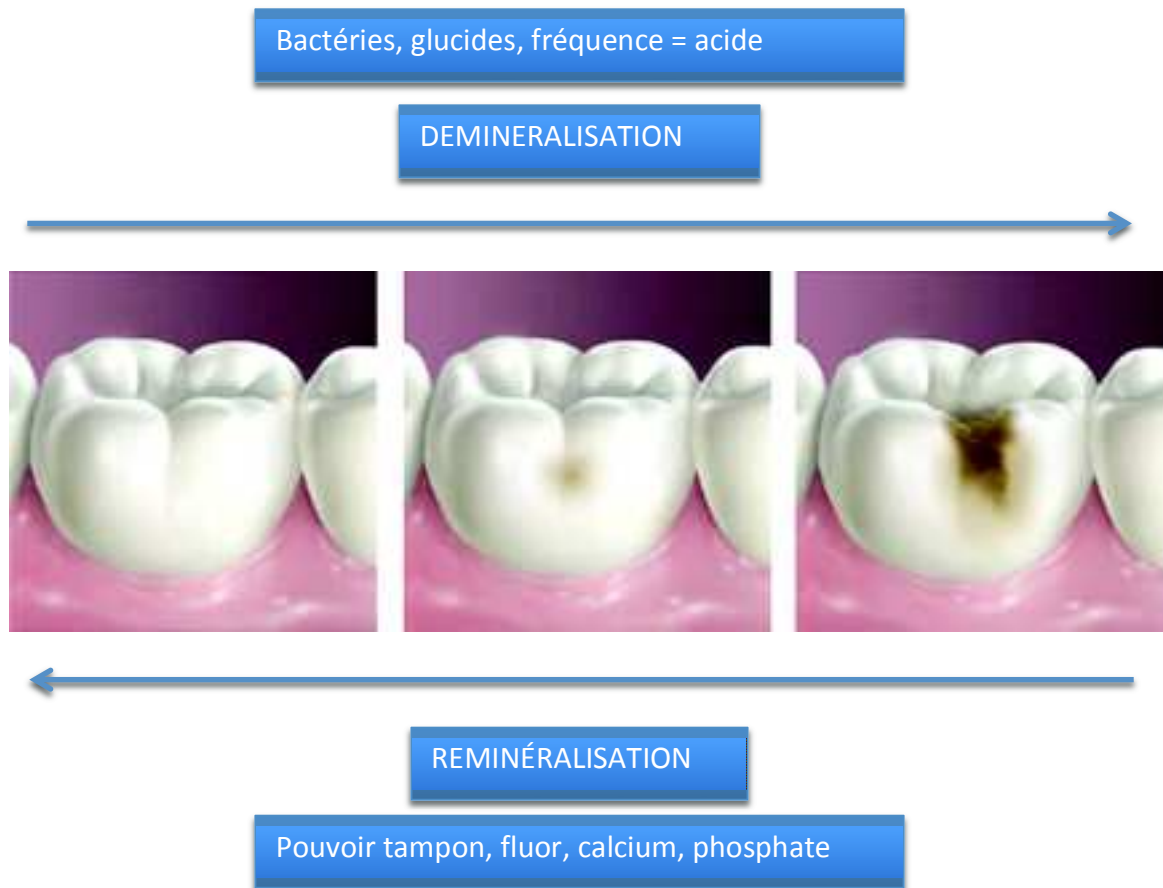


Figure 18 : Schéma des cycles de déminéralisation-reminéralisation (MOULIS, 2013)

La courbe de STEPHAN explique la variation du pH en fonction du temps, suite à une exposition à des glucides fermentescibles. Nous savons que c'est plus la fréquence de consommation de sucre qui est cariogène que la quantité de sucre consommée. Cette haute fréquence de consommation de produits sucrés et acides, correspond à ce qui est observé chez le sportif en condition de course.

Immédiatement après un contact entre les dents et une boisson sucrée, le pH de la plaque, dont la valeur normale se situe entre 6,5 et 7, chute à une valeur de 5, c'est-à-dire en dessous de la valeur critique (seuil de dissolution de l'hydroxyapatite). C'est à ce moment que la déminéralisation est initiée. Puis, il faudra 15 à 20 minutes pour que la remontée du pH dépasse le seuil critique de 5,7, et ce n'est qu'au bout de 50 minutes que le pH aura repris sa valeur initiale (LE GOFF, 2003).

En suivant cette logique, on s'aperçoit qu'un sportif qui s'hydrate avec une boisson énergétique, régulièrement par petites gorgées sera beaucoup plus exposé au risque carieux que s'il consommait sa boisson en une prise. En effet, en s'hydratant régulièrement, la valeur du pH ne peut remonter au-delà du seuil critique.

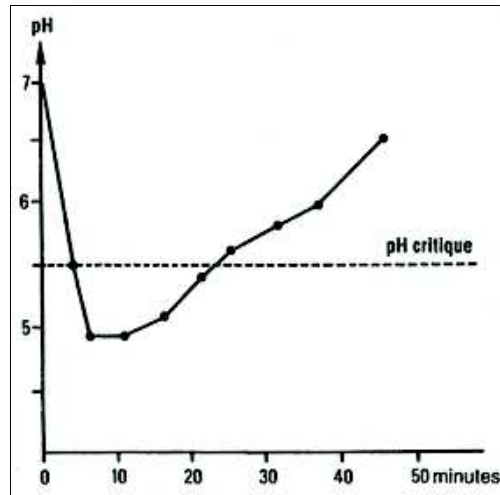


Figure 19 : Courbe de Stephan après un repas (LE GOFF, 2003)

HAUSSWIRTH explique que le risque carieux est potentialisé chez un sportif d'une part, à cause de son alimentation riche en glucides et en boissons acides et d'autre part, à cause d'une sécheresse buccale fréquente (HAUSSWIRTH, 2012).

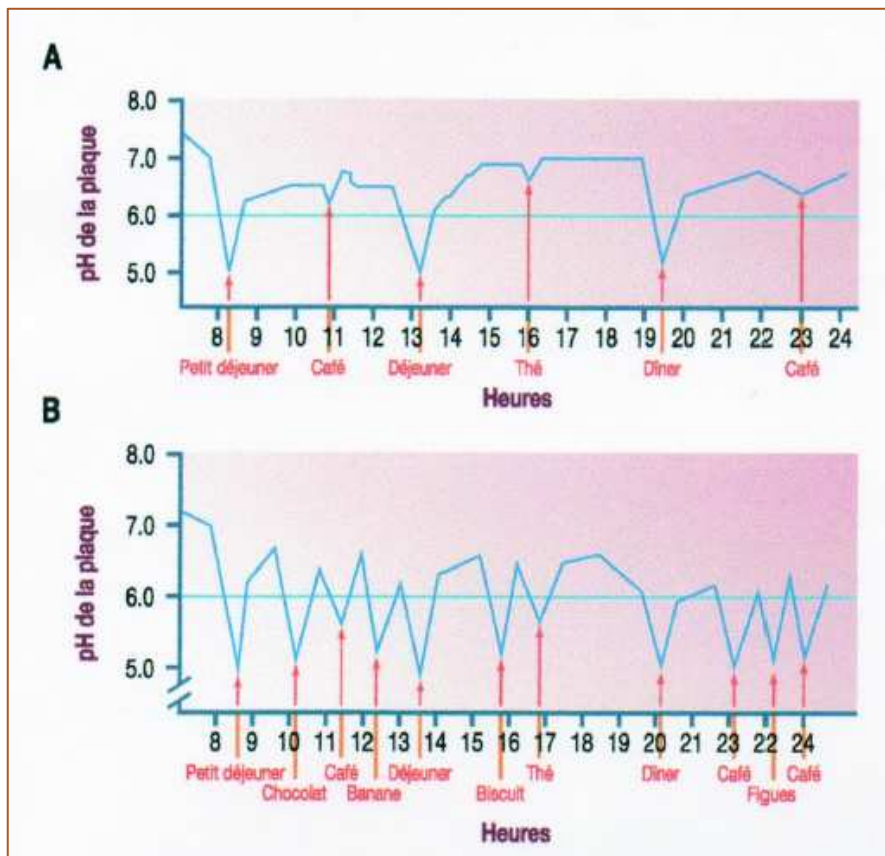


Figure 20 : Variations du pH de la plaque dentaire en fonction de la fréquence de prise alimentaire (FIORETTI, HAIKEL, 2010)

1.3.4.6 *Chimie et biologie de l'érosion associée au processus carieux*

Le résultat de l'érosion dentaire et du processus carieux sur la surface dentaire aboutit à la déminéralisation. Cependant, la vitesse de déminéralisation de ces deux phénomènes est différente.

L'érosion dentaire va commencer dès le premier contact de la boisson acide sur la surface dentaire. La déminéralisation, elle, commence lorsque le pH de la cavité buccale passe sous le seuil de la valeur de déminéralisation (5,7). Or, le pH des boissons de l'effort est souvent acide, avec un pH autour de 4.

C'est avec la perte des ions calcium que commence l'érosion dentaire, et elle se poursuivra pendant une quinzaine de minutes, en fonction du pouvoir tampon et du débit salivaire. Ce n'est qu'au bout de trente minutes que le phénomène de recalcification débute. Or, l'hydratation du sportif et l'apport glucidique sont indiqués tous les 1/4 d'heure ou 1/2 heures, ce qui empêche la recalcification et accentue le processus d'érosion (PEREZ, 2006).

Concernant le processus carieux, ce sont les bactéries qui vont transformer les sucres en acide, au bout de 90 minutes. Cette acidité sera moins intense que lors d'un contact avec une boisson d'effort, mais la neutralisation de l'acide sera plus longue.

L'activité des ions calcium et fluorures va initier une reminéralisation mais lorsque les couches profondes de l'émail sont atteintes, la lésion carieuse est irréversible (PEREZ, 2006).

Dans le cas des sportifs qui consomment des boissons de l'effort, les apports sucrés et acides sont trop fréquents et nombreux pour que les moyens de défense de la cavité buccale soient efficaces.

Chapitre II **ETUDE DE LA COMPOSITION ET DU pH DES BOISSONS DE L'EFFORT DU COMMERCE**

2.1 Introduction

Nous avons réalisé une étude de comparaison du pH et de la composition des différentes boissons de l'effort vendues en magasin. En effet, aucune marque ne fournit d'informations concernant le pH des solutions qu'ils proposent, et c'est sur ce point que nous allons nous pencher plus précisément.

2.2 Matériels et méthodes

Nous avons réalisé une étude comparative en laboratoire de deux types de boissons : les boissons à consommer pendant l'effort et les boissons de récupération à consommer après l'effort.

Nous nous sommes inspirés de l'étude réalisée en avril 2015 par la SFNS sur la « Sécurisation vis-à-vis du dopage des boissons d'effort et de récupération consommées chez les sportifs. »

2.2.1 Paramètres analysés

Les paramètres analysés sont :

- la valeur énergétique
- la nature des glucides
- la nature des lipides
- la nature des protéines
- les arômes
- le pH
- la composition en vitamines
- la composition en minéraux

2.2.2 Préparation des solutions et analyse *in vitro* du pH

Nous avons, dans un premier temps, étalonné le pH-mètre du laboratoire (UMR INSERM 977, Faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg) en utilisant des solutions à pH 4 puis 10 puis 7.

Ensuite, nous avons préparé rigoureusement les solutions en mélangeant la poudre en sachet dans la quantité d'eau recommandée selon les fabricants. Nous avons utilisé de l'eau courante, du centre-ville de Strasbourg, dont le pH est 7,4.

Puis nous avons mélangé avec un mélangeur les solutions afin que la dissolution de la poudre dans l'eau soit complète.



Figure 21 : Solutions de boissons de l'effort préparées pour les mesures de pH

Enfin, nous avons mesuré avec le pH-mètre, toutes les solutions préparées auparavant, en prenant soin de rincer l'électrode avec de l'eau distillée entre chaque mesure.

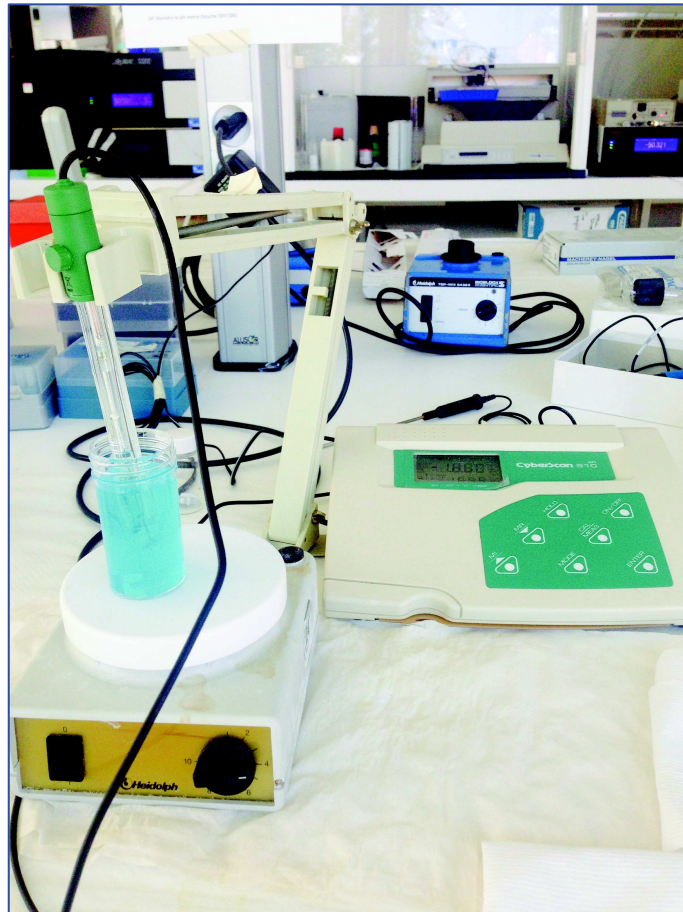


Figure 22 : Mesure de la solution avec le pH-mètre

L'évaluation porte sur 18 boissons à consommer pendant l'effort :

- ♦ OVERSTIM'S Hydrixir Antioxydant® Cocktail d'agrumes
- ♦ OVERSTIM'S Hydrixir Antioxydant® Fruits rouges
- ♦ OVERSTIM'S Hydrixir Antioxydant® Citron/Citron vert
- ♦ PUNCH POWER biO-drink® Citron vert
- ♦ PUNCH POWER biO-drink® Passion/goyave

- ♦ PUNCH POWER PunchYdrink® Citron/menthe
- ♦ POWERBAR Isoactive® Framboise
- ♦ POWERBAR® 5 électrolytes Citron
- ♦ POWERBAR® 5 électrolytes Cassis
- ♦ HIGH5 Zero X'treme® Baies rouges
- ♦ HIGH5 Zero X'treme® Pamplemousse rose
- ♦ HIGH5 Zero X'treme® Cerise-Orange
- ♦ MELTONIC® Menthe
- ♦ HERBALIFE H30® Pro Citron – Citron vert
- ♦ APTONIA Iso sport® drink Fruits rouges
- ♦ GATORADE® Citron
- ♦ GATORADE® Fraicheur bleue
- ♦ GATORADE® Orange sanguine



Figure 23 : Echantillons commercialisés de boissons de l'effort à consommer pendant l'effort

Parmi ces boissons, les trois boissons de la marque GATORADE® sont vendues prêtes à l'emploi.



Figure 24 : Boissons GATORADE® prêtes à l'emploi

Nous avons également testé 6 boissons de récupération à consommer après l'effort :

- ♦ HIGH5 4:1 Energy Source® Citron
- ♦ HIGH5 Protein Recovery® Fruits d'été
- ♦ HIGH5 Protein Recovery® Banane/Vanille
- ♦ PUNCH POWER Recovery Food® Banane
- ♦ PUNCH POWER biOdrink recovery® Orange
- ♦ APURNA Après le sport® 100ml Citron



Figure 25 : Echantillons de boissons de récupération à consommer après l'effort

2.3 Résultats

Les résultats sont présentés ci-dessous sous forme de tableau.

Toutes les valeurs présentées sont calculées pour 100g de poudre (à diluer en fonction de la quantité d'eau recommandée par le fabricant).

| Boissons d'effort | | OVERSTIM'S Hydrixir Antioxydant | OVERSTIM'S Hydrixir Antioxydant |
|---|----------|---------------------------------|---------------------------------|
| Energie | kcal | 368 | 368 |
| Protides | g | <1 | <1 |
| Glucides | g | 92 | 92 |
| dont sucres | g | 48 | 48 |
| Lipides | g | <1 | <1 |
| dont saturés | g | <1 | <1 |
| Minéraux | | | |
| Sel | g | 0,15 | |
| Sodium | mg | 58 | 60 |
| Calcium | mg | 190 | 190 |
| Magnésium | mg | 100 | 90 |
| Potassium | mg | | |
| Chlorure | mg | | |
| Phosphore | mg | | |
| Zinc | mg | 2,4 | 2,4 |
| Vitamines | | | |
| Vit C | mg | 60 | 60 |
| Vit E | mg | | |
| Vit B1 | mg | 0,9 | 0,9 |
| Vit B2 | mg | | |
| Vit B3 | mg | | |
| Vit B5 | mg | | |
| Vit B6 | mg | 0,45 | 0,45 |
| Vit PP | mg | | |
| Caféine | mg | 100 | 98 |
| Nature des Glucides et Protéines | | Dextrose Glucose | Dextrose Glucose |
| pH | | 7,84 | 8,6 |
| Aromes | | Cocktail d'agrumes | Fruits rouges |

Tableau 9 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort

| Boissons d'effort | | OVERSTIM'S Hydrixir Antioxydant | PUNCH POWER biO-drink |
|---|----------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Energie | kcal | 380 | 394 |
| Protides | g | <1 | <1 |
| Glucides | g | 92 | 98,4 |
| dont sucres | g | 48 | 78,3 |
| Lipides | g | <1 | <1 |
| dont saturés | g | <1 | <1 |
| Minéraux | | | |
| Sel | g | | |
| Sodium | mg | 60 | 199 |
| Calcium | mg | 200 | |
| Magnésium | mg | 90 | |
| Potassium | mg | | |
| Chlorure | mg | | |
| Phosphore | mg | | |
| Zinc | mg | 2,4 | |
| Vitamines | | | |
| Vit C | mg | 60 | |
| Vit E | mg | | |
| Vit B1 | mg | 0,9 | 1 |
| Vit B2 | mg | | |
| Vit B3 | mg | | |
| Vit B5 | mg | | |
| Vit B6 | mg | 0,45 | |
| Vit PP | mg | | |
| Caféine | mg | 100 | |
| Nature des Glucides et Protéines | | Dextrose Glucose | Saccharose Fructose Maltodextrine |
| pH | | 7,2 | 3,96 |
| Aromes | | Citron/Citron vert | Citron vert |

Tableau 10 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort

| Boissons d'effort | | PUNCH POWER biO-drink | PUNCH POWER PunchYdrink |
|---|----------|-----------------------------------|--|
| Energie | kcal | 388 | 388 |
| Protides | g | <1 | <0,1 |
| Glucides | g | 96,7 | 97 |
| dont sucres | g | 43,3 | |
| Lipides | g | <1 | <0,1 |
| dont saturés | g | <1 | |
| Minéraux | | | |
| Sel | g | | |
| Sodium | mg | 163 | 787 |
| Calcium | mg | | |
| Magnésium | mg | | |
| Potassium | mg | | |
| Chlorure | mg | | |
| Phosphore | mg | | |
| Zinc | mg | | |
| Vitamines | | | |
| Vit C | mg | | |
| Vit E | mg | | |
| Vit B1 | mg | 1 | 0,87 |
| Vit B2 | mg | | |
| Vit B3 | mg | | |
| Vit B5 | mg | | |
| Vit B6 | mg | | |
| Vit PP | mg | | |
| Caféine | mg | | |
| Nature des Glucides et Protéines | | Saccharose Fructose Maltodextrine | Saccharose Fructose Maltodextrine Dextrose |
| pH | | 5 | 6,5 |
| Aromes | | Passion-Goyave | Citron/Menthe |

Tableau 11 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort

| Boissons d'effort | | POWERBAR Isoactive | POWERBAR 5 électrolytes |
|---|----------|--------------------------------|-------------------------|
| Energie | kcal | 352 | 196 |
| Protides | g | <0,5 | 0 |
| Glucides | g | 87,9 | 13,1 |
| dont sucres | g | 61 | 0,5 |
| Lipides | g | <0,5 | 0 |
| dont saturés | g | <0,5 | 0 |
| Minéraux | | | |
| Sel | g | | 15 |
| Sodium | mg | 1260 | 5952 |
| Calcium | mg | 178 | 1429 |
| Magnésium | mg | 68 | 670 |
| Potassium | mg | 330 | 3571 |
| Chlorure | mg | 1080 | 4762 |
| Phosphore | mg | | |
| Zinc | mg | | |
| Vitamines | | | |
| Vit C | mg | | |
| Vit E | mg | | |
| Vit B1 | mg | | |
| Vit B2 | mg | | |
| Vit B3 | mg | | |
| Vit B5 | mg | | |
| Vit B6 | mg | | |
| Vit PP | mg | | |
| Caféine | mg | | 75 |
| Nature des Glucides et Protéines | | Glucose Fructose Maltodextrine | |
| pH | | 4,27 | 4,17 |
| Aromes | | Framboise | Citron |

Tableau 12 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort

| Boissons d'effort | | POWERBAR 5 électrolytes | HIGH5 Zero X'treme | HIGH5 Zero X'treme |
|---|----------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| Energie | kcal | 194 | 42 | 42 |
| Protides | g | 0,1 | 0 | 0 |
| Glucides | g | 13,8 | 2 | 2 |
| dont sucres | g | 1,1 | 0 | 0 |
| Lipides | g | 0 | 0 | 0 |
| dont saturés | g | 0 | | 0 |
| Minéraux | | | | |
| Sel | g | 15 | | |
| Sodium | mg | 5952 | 6500 | 6500 |
| Calcium | mg | 1429 | | |
| Magnésium | mg | 670 | 800 | 800 |
| Potassium | mg | 3571 | | |
| Chlorure | mg | 4762 | | |
| Phosphore | mg | | | |
| Zinc | mg | | | |
| Vitamines | | | | |
| Vit C | mg | | | |
| Vit E | mg | | | |
| Vit B1 | mg | | | |
| Vit B2 | mg | | | |
| Vit B3 | mg | | | |
| Vit B5 | mg | | | |
| Vit B6 | mg | | | |
| Vit PP | mg | | | |
| Caféine | mg | | 65 | |
| Nature des Glucides et Protéines | | Maltodextrine | Maltodextrine | Maltodextrine |
| pH | | 4,14 | 4,52 | 4,62 |
| Aromes | | Cassis | Baies rouges | Pamplemousse rose |

Tableau 13 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort

| Boissons d'effort | | HIGH5 Zero X'treme | MELTONIC |
|---|----------|--------------------|------------------------|
| Energie | kcal | 42 | 373 |
| Protides | g | 0 | 1,2 |
| Glucides | g | 2 | 91,6 |
| dont sucres | g | 0 | 50 |
| Lipides | g | 0 | <0,5 |
| dont saturés | g | | 0 |
| Minéraux | | | |
| Sel | g | | 0,8 |
| Sodium | mg | 6500 | |
| Calcium | mg | | 600 |
| Magnésium | mg | 800 | 450 |
| Potassium | mg | | |
| Chlorure | mg | | |
| Phosphore | mg | | |
| Zinc | mg | | 12 |
| Vitamines | | | |
| Vit C | mg | | 817,5 |
| Vit E | mg | | |
| Vit B1 | mg | | 3,8 |
| Vit B2 | mg | | |
| Vit B3 | mg | | |
| Vit B5 | mg | | |
| Vit B6 | mg | | 6,1 |
| Vit PP | mg | | |
| Caféine | mg | | |
| Nature des Glucides et Protéines | | Maltodextrine | Fructose Maltodextrine |
| pH | | 4,5 | 6,8 |
| Aromes | | Cerise - Orange | Menthe |

Tableau 14 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort

| Boissons d'effort | | APTONIA Iso sport drink | HERBALIFE H30 Pro |
|---|----------|---|----------------------|
| Energie | kcal | 376 | 371 |
| Protides | g | <0,5 | 0,1 |
| Glucides | g | 94 | 86 |
| dont sucres | g | 77 | 85 |
| Lipides | g | <0,5 | 0,1 |
| dont saturés | g | <0,1 | 0,1 |
| Minéraux | | | |
| Sel | g | 2,5 | |
| Sodium | mg | 1000 | 622 |
| Calcium | mg | | 324 |
| Magnésium | mg | | |
| Potassium | mg | | |
| Chlorure | mg | | 670 |
| Phosphore | mg | | |
| Zinc | mg | | |
| Vitamines | | | |
| Vit C | mg | | 41 |
| Vit E | mg | | 6,8 |
| Vit B1 | mg | 0,75 | |
| Vit B2 | mg | 0,6 | |
| Vit B3 | mg | | |
| Vit B5 | mg | | |
| Vit B6 | mg | 0,6 | 0,81 |
| Vit PP | mg | | |
| Caféine | mg | | |
| Nature des Glucides et Protéines | | Glucose / fructose, saccharose dextrose maltodextrine | Glucose Fructose |
| pH | | 3,84 | 4 |
| Aromes | | Fruits rouges | Citron - Citron vert |

Tableau 15 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort

| Boissons d'effort | | GATORADE | GATORADE | GATORADE |
|---|----------|---------------|-----------------|-----------------|
| Energie | kcal | 24 | 24 | 24 |
| Protides | g | 0 | 0 | 0 |
| Glucides | g | 5,9 | 5,9 | 5,9 |
| dont sucres | g | 3,9 | 3,9 | 3,9 |
| Lipides | g | 0 | 0 | 0 |
| dont saturés | g | 0 | 0 | 0 |
| Minéraux | | | | |
| Sel | g | 0,13 | 0,13 | 0,13 |
| Sodium | mg | | | |
| Calcium | mg | | | |
| Magnésium | mg | | | |
| Potassium | mg | | | |
| Chlorure | mg | | | |
| Phosphore | mg | | | |
| Zinc | mg | | | |
| Vitamines | | | | |
| Vit C | mg | | | |
| Vit E | mg | | | |
| Vit B1 | mg | | | |
| Vit B2 | mg | | | |
| Vit B3 | mg | | | |
| Vit B5 | mg | | | |
| Vit B6 | mg | | | |
| Vit PP | mg | | | |
| Caféine | mg | | | |
| Nature des Glucides et Protéines | | Maltodextrine | Maltodextrine | Maltodextrine |
| pH | | 2,97 | 2,98 | 2,99 |
| Aromes | | Citron | Fraicheur bleue | Orange sanguine |

Tableau 16 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort

| Boissons d'effort | | HIGH5 4:1 Energy Source | HIGH5 Protein Recovery |
|---------------------|------|-----------------------------------|---|
| Energie | kcal | 384 | 392 |
| Protides | g | 19 | 30 |
| Glucides | g | 77 | 67 |
| dont sucres | g | 36 | 33 |
| Lipides | g | 0 | 0,5 |
| dont saturés | g | 0 | 0,3 |
| Minéraux | | | |
| Sel | g | | |
| Sodium | mg | 800 | 225 |
| Calcium | mg | | |
| Magnésium | mg | | |
| Potassium | mg | 200 | |
| Chlorure | mg | | |
| Phosphore | mg | | |
| Zinc | mg | | |
| Vitamines | | | |
| Vit C | mg | | |
| Vit E | mg | | |
| Vit B1 | mg | 0,4 | |
| Vit B2 | mg | | |
| Vit B3 | mg | | |
| Vit B5 | mg | | |
| Vit B6 | mg | | |
| Vit PP | mg | | |
| Caféine | mg | | |
| Nature des Glucides | | Maltodextrine Fructose Saccharose | Maltodextrine Fructose Sucre protéine de lait 30% |
| Nature des Protides | | | |
| Acides aminés | | | |
| pH | | 4,36 | 4,58 |
| Aromes | | Citron | Fruits d'été |

Tableau 17 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer après l'effort

| Boissons d'effort | | HIGH5 Protein Recovery | PUNCH POWER Recovery Food |
|----------------------------|------|-----------------------------|---------------------------|
| Energie | kcal | 396 | 364 |
| Protides | g | 30 | 30 |
| Glucides | g | 67,9 | 60,3 |
| dont sucres | g | 6,4 | 16,4 |
| Lipides | g | 0,4 | 0,3 |
| dont saturés | g | 0,3 | 0,1 |
| Minéraux | | | |
| Sel | g | | |
| Sodium | mg | 220 | 200 000 |
| Calcium | mg | | |
| Magnésium | mg | | 370 |
| Potassium | mg | | 380 |
| Chlorure | mg | | |
| Phosphore | mg | | |
| Zinc | mg | | |
| Vitamines | | | |
| Vit C | mg | | 36 |
| Vit E | mg | | |
| Vit B1 | mg | | 0,4 |
| Vit B2 | mg | | 0,7 |
| Vit B3 | mg | | |
| Vit B5 | mg | | |
| Vit B6 | mg | | 0,5 |
| Vit PP | mg | | 2,5 |
| Caféine | mg | | |
| Nature des Glucides | | Maltodextrine Fructose | Maltodextrine Fructose |
| Nature des Protides | | Protéines de petit lait 30% | Protéines de lait, d'œuf, |
| Acides aminés | | | |
| pH | | 6,9 | 6,84 |
| Aromes | | Banane/ Vanille | Banane |

Tableau 18 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer après l'effort

| Boissons d'effort | | PUNCH POWER biOdrink recovery | APURNA Après le sport 100mL |
|---------------------|------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Energie | kcal | 370 | 39 |
| Protides | g | 30,43 | 3,3 |
| Glucides | g | 61,28 | 6,3 |
| dont sucres | g | 39,79 | 6,3 |
| Lipides | g | 0,39 | 0 |
| dont saturés | g | 0,39 | 0 |
| Minéraux | | | |
| Sel | g | 0,9 | 0,01 |
| Sodium | mg | 362 | |
| Calcium | mg | | |
| Magnésium | mg | 53,27 | |
| Potassium | mg | 104 | |
| Chlorure | mg | | |
| Phosphore | mg | | |
| Zinc | mg | | |
| Vitamines | | | |
| Vit C | mg | 100 | |
| Vit E | mg | | |
| Vit B1 | mg | 0,7 | 0,11 |
| Vit B2 | mg | | |
| Vit B3 | mg | | |
| Vit B5 | mg | | |
| Vit B6 | mg | | |
| Vit PP | mg | | |
| Caféine | mg | | |
| Nature des Glucides | | Saccharose Maltodextrine Fructose | |
| Nature des Protides | | Protéines de lait, d'œuf | Protéines de lait |
| Acides aminés | | | |
| pH | | 7,25 | Non mesuré |
| Aromes | | Orange | Citron |

Tableau 19 : Comparaison des boissons de l'effort à consommer après l'effort

2.4 Discussion

2.4.1 Les boissons à consommer pendant l'effort

2.4.1.1 Comparaison des glucides

La teneur en glucides varie de 2g pour la boisson la moins dosée à 98g pour la boisson la plus dosée.

La nature des sucres utilisés diffère selon les boissons de l'effort. On retrouve généralement une association glucidique, et on note que le fructose, très peu recommandé reste fréquemment utilisé dans les boissons de l'effort.

En effet, parmi les boissons d'effort, certaines sont orientées vers un apport glucidique important pour un apport énergétique optimal, comme PUNCH POWER biO-drink® et d'autres, sont orientées vers un apport majeur en électrolytes, pour pallier aux pertes électrolytiques sudorales.

2.4.1.2 Comparaison des protéines et des lipides

Les protéines et les lipides sont rares dans les boissons de l'effort à consommer pendant l'effort, ils sont plutôt présents dans les boissons de récupération. En effet, les protéines ne présentent pas beaucoup d'intérêt en phase d'effort, elles sont essentielles, par contre,

durant la phase post-effort pour compenser les micro-traumatismes musculaires et assurer une récupération optimale.

2.4.1.3 *Comparaison en vitamines et minéraux*

Les vitamines C, B1 et B6 sont les plus fréquemment présentes et en quantités variables, selon les échantillons testés.

2.4.1.4 *Comparaison des pH*

La boisson d'effort à consommer pendant l'effort la plus acide est GATORADE® Citron avec un pH à 2,97 et la boisson la moins acide est OVERSTIM'S Hydrixir Antioxydant® aux fruits rouges avec un pH à 8,6 (cf *Tableau 16 et Tableau 9*).

Malgré les différences importantes de pH entre les boissons étudiées, la plupart d'entre elles sont acides voir très acides.

On observe une différence de pH parfois importante pour un même produit avec des goûts différents. Par exemple, pour la boisson OVERSTIM'S Hydrixir Antioxydant®, le pH varie de 7,2 pour la boisson au citron/citron vert jusqu'à 8,6 pour la boisson aux fruits rouges.

Les boissons prêtes à l'emploi sont celles dont le pH est le plus acide : GATORADE® Citron (Ph 2,97), GATORADE® Fraicheur bleue (pH 2,98) et GATORADE® Orange sanguine (pH 2,99).

Le pH moyen des boissons de cette étude est 4,7, ce qui laisse présager un caractère érosif important à ne pas négliger.

La boisson la moins acide OVERSTIM'S Hydrixir Antioxydant® aux fruits rouges, est intéressante car basique, cela fait d'elle une boisson mieux supportée au niveau digestif par les sportifs et moins nocive sur le plan dentaire.

Cependant, il faut nuancer nos propos en n'oubliant pas de prendre en compte le pH de l'eau courante utilisée pour faire le mélange, qui peut faire varier le pH de la solution finale. Aussi, la qualité de l'eau est importante, car une eau riche en minéraux basifiants comme le magnésium, le calcium, le sodium et le potassium aura un pH plus élevé au départ.

Ensuite, il faut mentionner que l'étalonnage du pH-mètre est lui aussi considéré comme un biais car il peut faire varier les résultats obtenus.

Enfin, certaines marques dont un des leaders sur le marché, Isostar®, n'a pas souhaité fournir d'échantillon de leurs boissons de l'effort.

2.4.2 *Les boissons à consommer après l'effort*

2.4.2.1 *Comparaison des glucides*

La teneur en glucides de ces boissons est élevée puisqu'elle se situe autour de 60-70g de glucides. Cette valeur est légèrement en dessous des boissons d'effort à consommer pendant l'effort.

2.4.2.2 Comparaison des protéines et des lipides

La teneur en protéines est généralement de 30g de protéines pour 100g de poudre. Pour ce type de boissons, les protéines ont leur indication car elles accélèrent la récupération. La nature des protéines varie, mais on trouve majoritairement des protéines de lait ou d'œuf.

2.4.2.3 Comparaison en vitamines et minéraux

Ces boissons contiennent des vitamines et minéraux, en quantité variable, selon les échantillons testés.

2.4.2.4 Comparaison des pH

Le pH le plus bas est retrouvé dans la boisson HIGH5 4:1 Energy Source® saveur citron (pH 4,36) et le pH est neutre pour la boisson PUNCH POWER biOdrink recovery® Orange (pH 7,25).

Ici aussi, pour deux produits similaires, de la même marque avec un goût différent, on retrouve des pH variables. En effet, pour HIGH5 Protein Recovery® fruits d'été le pH est 4,58 et pour HIGH5 Protein Recovery® banane/vanille le pH est 6,9.

Le pH moyen des boissons de récupération testées est 5,9. Ce résultat reste bas et classe ces boissons dans la catégorie des boissons acides. Cependant, nous nous rapprochons de la neutralité et elles s'avèrent moins acides par rapport aux boissons à consommer durant l'effort.

Les biais dont nous avons parlé ci-dessus, sont aussi valables pour l'étude faite sur les boissons de récupération.

Pour conclure, nous préconisons de choisir des boissons de l'effort en poudre, à préparer soi-même plutôt que des boissons prêtes à l'emploi, qui sont beaucoup plus acides (*cf Tableau 16*).

De plus, il serait judicieux de choisir des arômes qui tendent vers la neutralité comme la banane, plutôt que les arômes à tendance acide, comme les agrumes et les fruits rouges.

Ainsi, le pH des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort est très acide, et celui des boissons de l'effort à consommer après l'effort est acide. Cela augmente de manière considérable le risque érosif des boissons de l'effort.

En respectant les indications de consommation, qui préconisent de boire 150-200ml de boisson de l'effort tous les 1/4 d'heure et de terminer l'entraînement ou la compétition en buvant une boisson de récupération dans la demi-heure qui suit l'effort, les surfaces dentaire sont exposées à une acidité extrême.

En plus du risque érosif, il ne faut pas oublier que le taux de sucre élevé de ces boissons masque complètement l'acidité. En effet, au niveau gustatif, les sportifs se plaignent plus du goût sucré qui devient écœurant à long terme. Le problème de l'érosion s'ajoute donc à celui du risque carieux très élevé.

De plus, certaines marques recommandent de consommer jusqu'à 4 sachets par jour de boisson de l'effort, ce qui augmente considérablement la fréquence de l'apport topique d'acide et de sucre au contact des dents. Par contre, pour un sportif occasionnel, qui ne

consomme ces boissons qu'exceptionnellement, le risque érosif et carieux n'est pas excessif, si des précautions sur le plan hygiéno-diététique sont prises.

Mais pour un sportif professionnel, confronté à ces boissons 7 jours par semaine, 360 jours par an, des lésions irréversibles s'installent extrêmement rapidement.

Chapitre III **ETUDE PERSONNELLE DE LA CONSOMMATION DES BOISSONS DE L'EFFORT BASÉE SUR UN QUESTIONNAIRE CHEZ LES ATHLÈTES DE HAUT NIVEAU**

3.1 Introduction

Nous avons réalisé une étude basée sur un questionnaire portant sur l'évaluation des connaissances des potentiels risques bucco-dentaires associés à la consommation des boissons de l'effort.

L'objectif de cette étude a été d'étudier le mode et la fréquence de consommation des boissons de l'effort, afin de déceler les éventuelles conséquences sur la santé bucco-dentaire des sportifs. Par ailleurs, cela nous a permis de mettre en place un programme de prévention afin de sensibiliser les sportifs aux risques qu'ils prennent en consommant ces boissons de l'effort.

3.2 Matériels et méthodes

3.2.1 Elaboration du questionnaire

3.2.1.1 *Forme du questionnaire*

Le questionnaire a été élaboré en version papier et numérique (via GoogleDrive). Il contient 24 questions (cf questionnaire ci-dessous).

Ce questionnaire comprend plusieurs types de questions menant à :

- ✓ des réponses binaires
- ✓ des réponses rédactionnelles ouvertes courtes et longues, afin que chacun puisse s'exprimer
- ✓ des réponses à choix multiple avec une ou plusieurs réponses à cocher
- ✓ une évaluation sur une échelle linéaire pour la dernière question

3.2.1.2 *Contenu*

La première partie du questionnaire s'intéresse au profil du sportif. La deuxième s'intéresse au mode de consommation des boissons de l'effort, et la troisième s'intéresse au lien entre les performances sportives et les problèmes bucco-dentaires. Ce sont les questions relatives à la prévention.

Les boissons de l'effort : Questionnaire

Etudiante en 6ème année à la faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg, je réalise dans le cadre de ma thèse, une étude sur la consommation des boissons de l'effort chez les sportifs de haut niveau.

1. *Une seule réponse possible.*

Option 1



2. **Age**

.....

3. **Sexe**

Une seule réponse possible.

F
 M

4. **Profession**

.....

5. **Type de pratique (10km, marathon, semi-marathon, trails, triathlon...)**

.....

6. **Performance**

Une seule réponse possible.

Amateur
 Confirmé
 Haut niveau (professionnel)

Figure 26 : Questionnaire page 1

Les boissons de l'effort : Questionnaire 20/08/2016 10:33

7. • **Pensez-vous qu'il existe un lien entre vos performances sportives et votre santé bucco-dentaire ?**
Une seule réponse possible.

OUI
 NON

8. • **Combien de fois par an consultez-vous votre chirurgien-dentiste ?**
Une seule réponse possible.

moins d'1x/an
 1x/an
 2x/an
 3x/an
 Plus de 3x/an

9. • **Consommez-vous les « boissons de l'effort » ?**
Une seule réponse possible.

NON
 OUI

10. **Si OUI : Laquelle, Lesquelles, et pour quelles raisons avez-vous choisi cette/ces marque(s) ?**

11. **Si OUI :**
Plusieurs réponses possibles.

Lors des entraînements uniquement
 Lors des courses uniquement
 Lors des entraînements et des courses

<https://docs.google.com/forms/d/1JBLtH3FKCeYVn2u3kLxe4qBUjNhiFUCLOqD7j291AQ/printform> Page 2 sur 5

Figure 27 : Questionnaire page 2

Les boissons de l'effort : Questionnaire 20/08/2016 10:33

12. À quelle fréquence ?
Une seule réponse possible.

Moins d'une fois par semaine
 Une fois par semaine
 Deux fois par semaine
 Trois fois par semaine
 Plus de 3 fois par semaine

13. • Consommez-vous des boissons de l'effort :
Plusieurs réponses possibles.

Avant l'effort ?
 Pendant l'effort ?
 Après l'effort en récupération ?

14. • Pendant une activité sportive, à quelle fréquence consommez-vous de l'eau pure ?
Plusieurs réponses possibles.

Jamais
 Je consomme uniquement de l'eau pure
 En alternance avec une boisson de l'effort ?

15. • Pensez-vous que les « boissons de l'effort » peuvent être nocives pour votre santé bucco-dentaire ?
Une seule réponse possible.

NON
 OUI

16. Si OUI, par quels mécanismes selon vous ?

17. • Pensez vous qu'il existe des « boissons de l'effort » moins susceptibles d'entraîner des caries ou des érosions dentaires que d'autres ?
Une seule réponse possible.

OUI
 NON

<https://docs.google.com/forms/d/1J9LH3FKCrYVv2u3kLxw4qBUgNhfUCLOdG7j291AQ/printform> Page 3 sur 5

Figure 28 : Questionnaire page 3

Les boissons de l'effort : Questionnaire 20/08/2016 10:33

18. • **Avez-vous récemment eu des problèmes bucco-dentaires, en lien ou non avec votre pratique sportive ?**
Une seule réponse possible.

NON
 OUI

19. **Si OUI : Pensez vous que ces problèmes bucco-dentaires puissent être liés a la prise de ces boissons ?**
Une seule réponse possible.

NON
 OUI

20. **Si OUI : Avez vous changé vos habitudes de consommation des « boissons de l'effort » ?**
Une seule réponse possible.

NON
 OUI

21. **Si OUI, vous a-t-on donné des informations ?**
Une seule réponse possible.

NON
 OUI

22. • **Connaissez vous des moyens de prévention pour lutter contre les caries ou les érosions dentaires après avoir consommé ces « boissons de l'effort » ?**
Une seule réponse possible.

NON
 OUI

23. **Si OUI : Qui vous a enseigné ces moyens de prévention ?**
Plusieurs réponses possibles.

TV
 Chirurgien-dentiste
 Internet
 Presse
 Autre : _____

<https://docs.google.com/forms/d/1J8LH3FKCrYV/m2u3kLxw4qBUgNhFUCL0d07j291AQ/printform> Page 4 sur 5

Figure 29 : Questionnaire page 4

Les boissons de l'effort : Questionnaire 20/08/2016 10:33

24. • Aimeriez-vous recevoir un enseignement pour prévenir le développement de problèmes dentaires suite à la consommation de boissons de l'effort ?
Une seule réponse possible.

OUI
 NON

25. • Seriez-vous prêt à sacrifier votre santé bucco-dentaire au profit de la prise de ces « boissons de l'effort » ?
Une seule réponse possible.

0 1 2 3 4 5

NON OUI


26.

.....

.....

.....

.....

Fourni par
 Google Forms

<https://docs.google.com/forms/d/1u8Lh3FKDnYVm2u3kLxw4qBugNhIFUCLDdG7j0291AQ/printform> Page 5 sur 5

Figure 30 : Questionnaire page 5

3.2.2 Population d'étude

Ce questionnaire s'est adressé à des athlètes performants, qu'ils soient professionnels, confirmés ou amateurs. Nous avons sélectionné un certain niveau de pratique sportive (avec un minimum de 3 à 4 entraînements par semaine), afin d'éviter les biais d'inclusion au maximum et d'avoir un groupe le plus homogène possible.

Nous avons choisi des athlètes licenciés ou non, pratiquant le sport en club ou non. Le questionnaire s'est adressé essentiellement à des sportifs pratiquant la course à pied ou le triathlon. Dans la pratique de la course à pied, nous avons inclus tous les types de course possible (longue, sprint, courses sur piste, courses hors stade).

Nous avons contacté des managers de team sportifs comme le team Hoka®, Salomon®, Asics®, Adidas®, Intersport®, Doubs terre de trail®, qui nous ont aidé à diffuser le questionnaire à leurs meilleurs athlètes. Tous les sportifs ayant répondu au questionnaire sont de nationalité française.

3.2.3 Critères d'inclusion

Au total, nous avons recueilli 114 réponses.

3.2.4 Recueil et traitement des données

La distribution des questionnaires a commencé sous format papier en juin 2015. Puis, en septembre 2015, une version numérique a été développée. L'avantage de la version numérique est de toucher plus largement le public de sportifs et d'étendre l'étude sur le plan national. Ce questionnaire a été rempli de manière anonyme et une seule réponse par candidat a été acceptée, afin d'assurer la protection des données. Le recueil des données s'est terminé mi-août 2016.

Le traitement des données a été réalisé avec le logiciel Google Forms, qui comptabilise, classe et met sous forme de graphique chaque nouvelle réponse.

3.3 Résultats

3.3.1 Sexe et âge

Les sportifs ayant répondu au questionnaire se situent dans la tranche d'âge entre 16 et 56 ans.

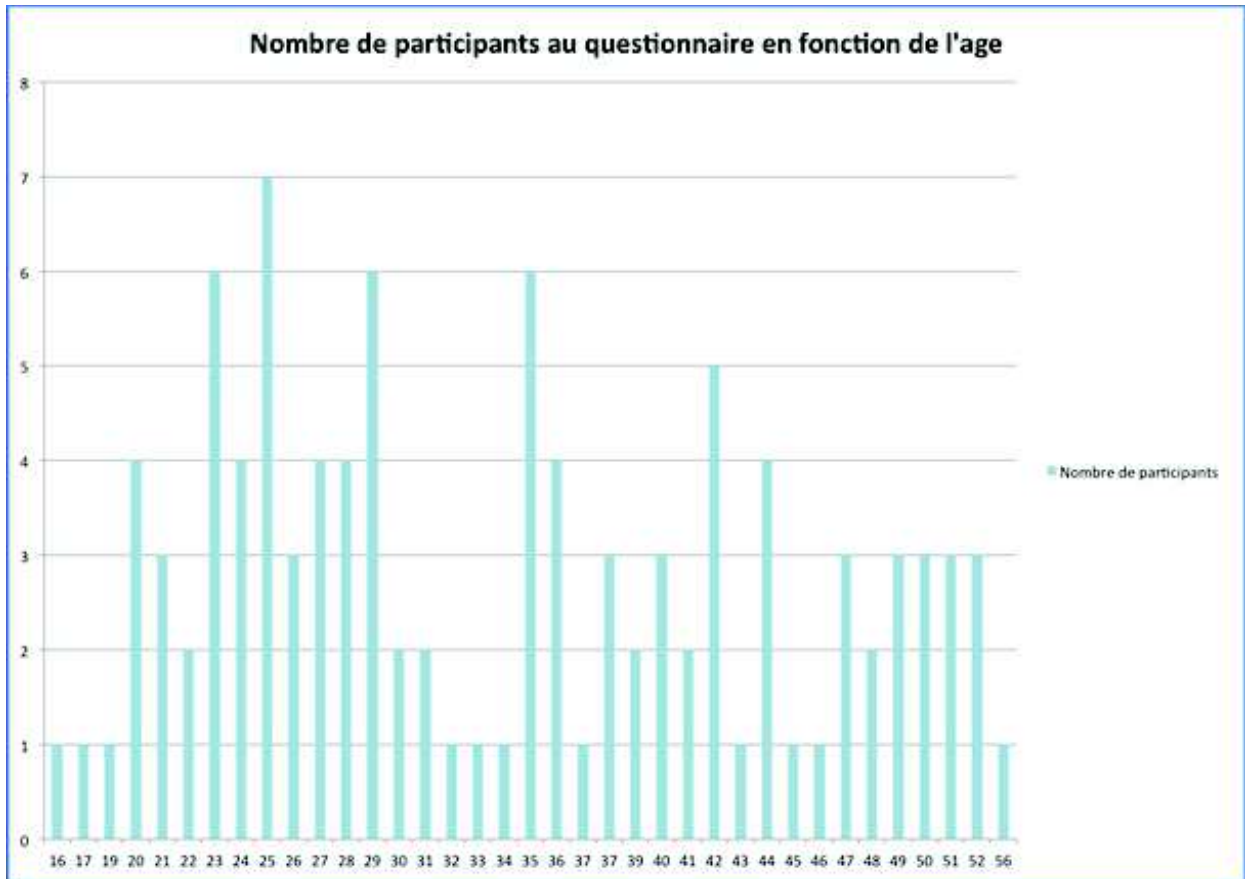


Figure 31 : Histogramme du nombre de participants au questionnaire en fonction de leur âge

On observe un pic de participation pour les athlètes de 25 ans, suivi des athlètes de 23, 29 et 35 ans.

L'âge moyen est de 34 ans.

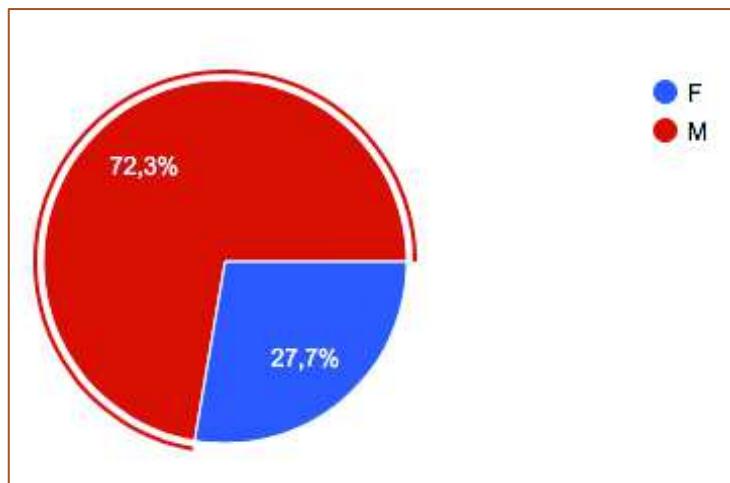


Figure 32 : Diagramme de participation au questionnaire en fonction du sexe

Les plus nombreux à répondre ont été les hommes avec un taux de participation de 72,3%. Le taux de participation pour les femmes est plus faible avec 27,7%.

3.3.2 Niveau de performance, profession et type de pratique

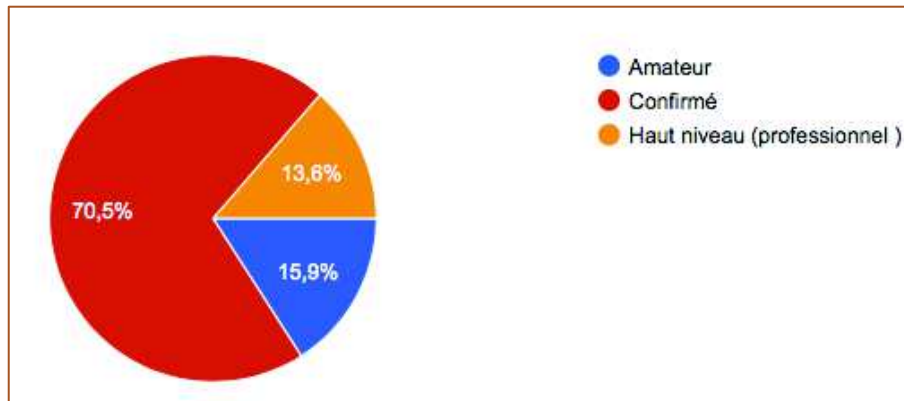


Figure 33 : Diagramme du niveau de performance des athlètes

Nous avons recueilli 13,6% de réponses provenant de sportifs professionnels. 70,5% des réponses sont données par des sportifs confirmés et 15,9% par des amateurs, ayant toutefois un niveau de pratique sportive correspondant aux critères d'inclusion.

Parmi les non professionnels, certains sont ingénieurs, cadres, fonctionnaires, informaticiens, étudiants, enseignants, chirurgiens-dentistes, moniteurs alpins, manipulateurs en électroradiologie médicale, peintres, coach, médecins, directeurs de magasin, infirmiers, commerciaux, éducateurs sportif, chefs d'entreprise, psychologues, professeurs, juristes, assureurs, kinésithérapeutes, architectes, pompiers, agents SNCF.

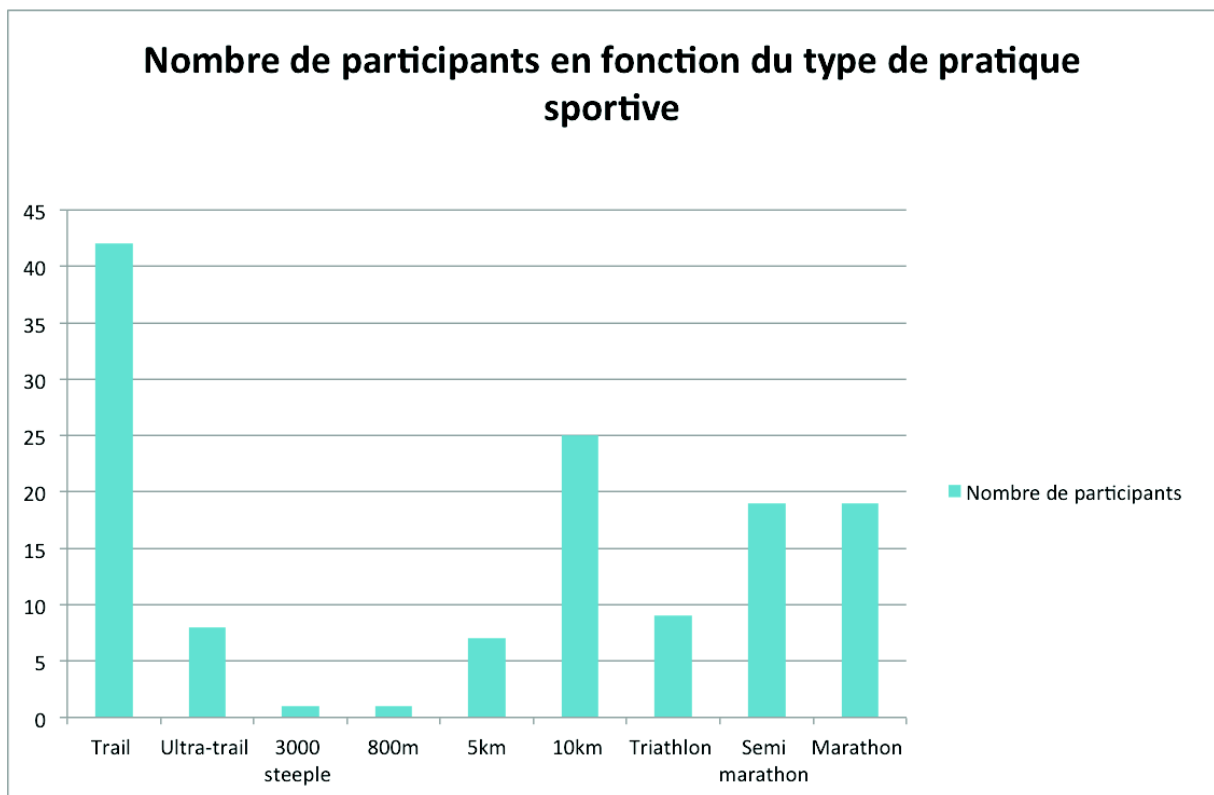


Figure 34 : Histogramme du nombre de participants en fonction du type de pratique sportive.

Ce sont les traileurs les plus nombreux à avoir répondu au questionnaire, suivis des coureurs de 10km. Cependant, la polyvalence de certains sportifs les fait pratiquer différents formats de course. Ainsi, ils sont représentés plusieurs fois sur cet histogramme.

3.3.3 Mode de consommation des boissons de l'effort

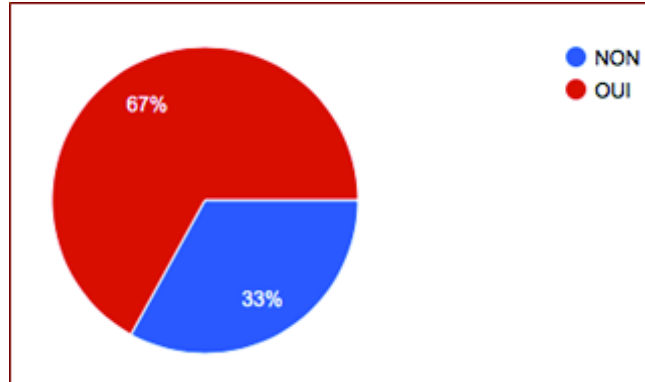


Figure 35 : Diagramme de la proportion de sportifs consommant des boissons de l'effort

A la question « consommez-vous des boissons de l'effort ? », 67% des sportifs interrogés ont répondu positivement et 33% ont répondu négativement.

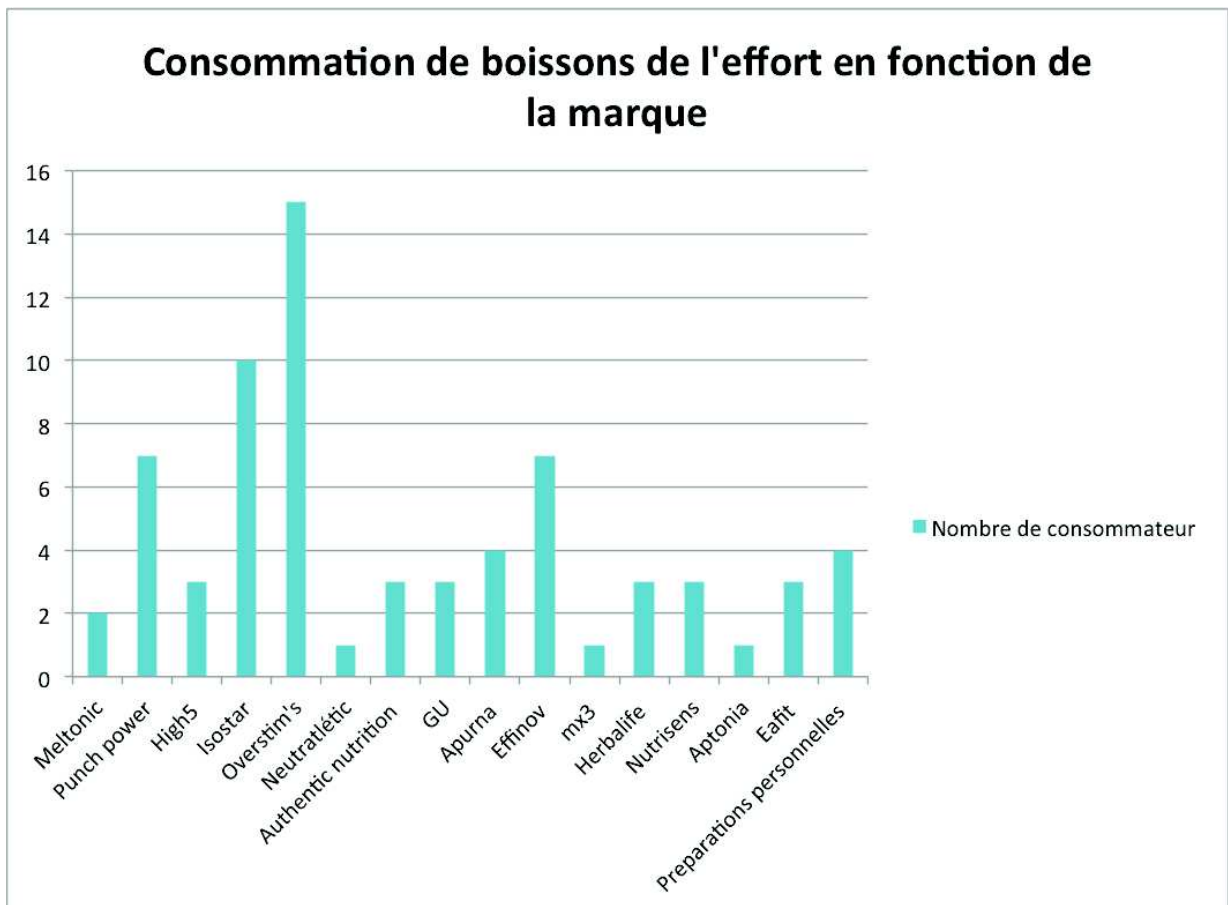


Figure 36 : Histogramme de la consommation de boissons de l'effort en fonction de la marque

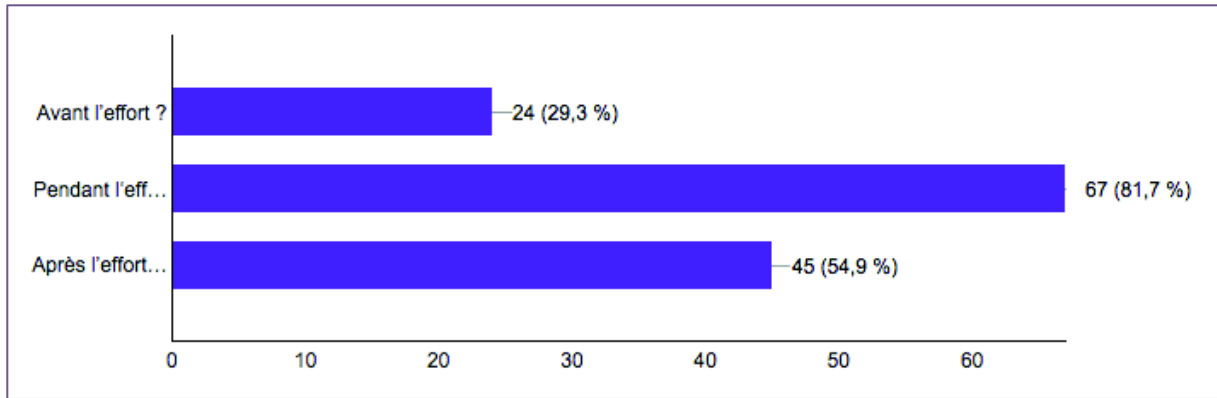


Figure 37 : Echelle représentative du type de boissons de l'effort consommées

29,3% des sportifs ont indiqué consommer des boissons de l'effort avant l'effort, 81,7% consomment des boissons de l'effort pendant un effort, et 54,9% en consomment après l'effort.

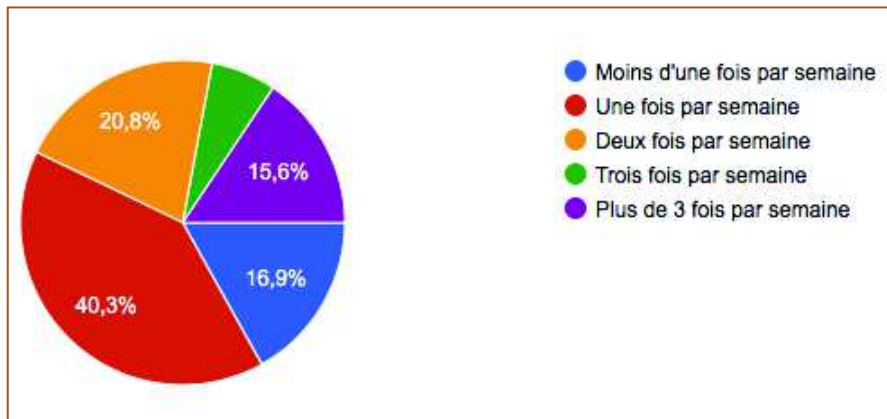


Figure 38 : Diagramme de la fréquence de consommation des boissons de l'effort

40,3% des sportifs consomment une fois par semaine les boissons de l'effort, 20,8% des sportifs en consomment deux fois par semaine, 16,9% en consomment moins d'une fois par semaine, 15,6% en consomment plus de trois fois par semaine et 6,5% en consomment au moins trois fois par semaine.

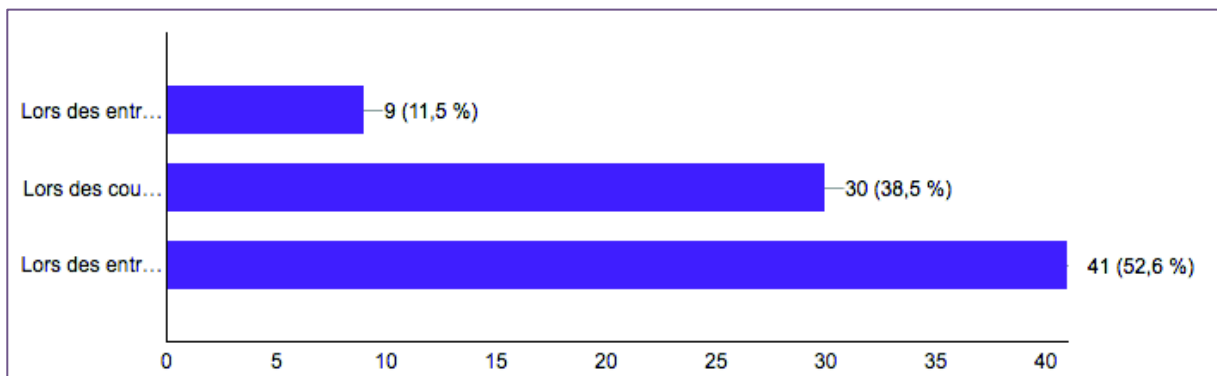


Figure 39 : Fréquence de consommation des boissons de l'effort à consommer pendant l'effort

11,5% des sportifs consomment des boissons d'apport glucidique lors des entrainements uniquement, 38,5% en consomment lors des courses uniquement et 52,6% en consomment lors des courses et des entrainements.

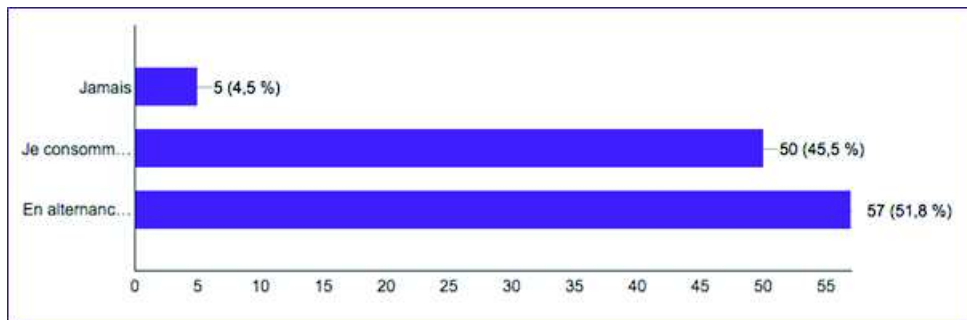


Figure 40 : Echelle représentant la fréquence de consommation de l'eau pure

A la question « pendant une activité sportive, à quelle fréquence consommez-vous de l'eau pure ? », 4,5% des athlètes ont avoué ne jamais en consommer, ce qui est extrêmement inquiétant. Cependant, 51,8% des sportifs ont l'habitude d'alterner la consommation de boisson de l'effort avec de l'eau pure, ce qui provoque une action de rinçage.

3.3.4 Lien entre performances sportives, consommation de boisson de l'effort et problèmes bucco-dentaires

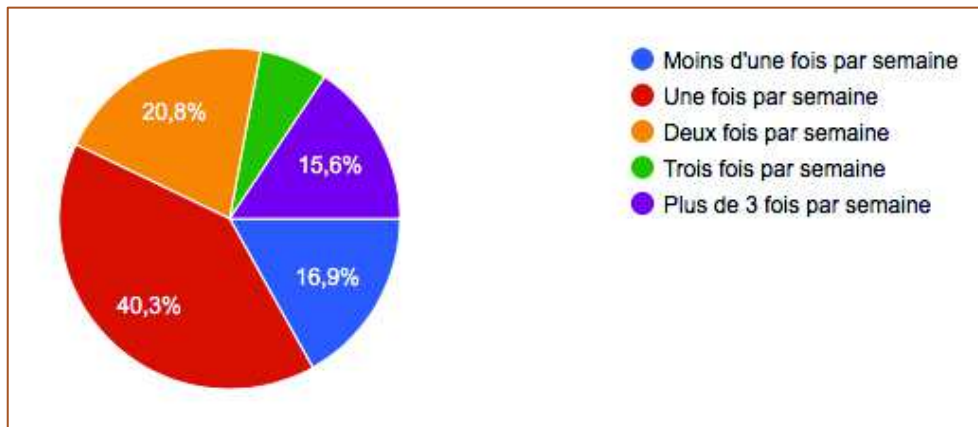


Figure 41 : Diagramme de fréquence de consultation dentaire

La majorité des athlètes consultent leur chirurgien-dentiste au moins une fois par an. Cependant, 18% consultent insuffisamment leur chirurgien-dentiste.

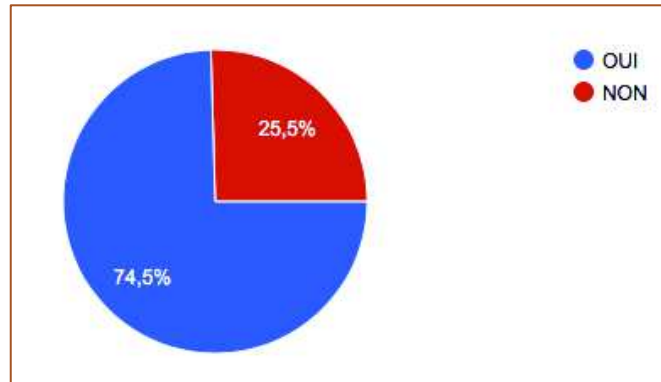


Figure 42 : Diagramme des réponses à la « question pensez-vous qu'il existe un lien entre vos performances sportives et votre santé bucco-dentaire ? »

A la question « pensez-vous qu'il existe un lien entre vos performances sportives et votre santé bucco-dentaire ? », 74,5% des athlètes ont répondu positivement et 25,5% négativement.

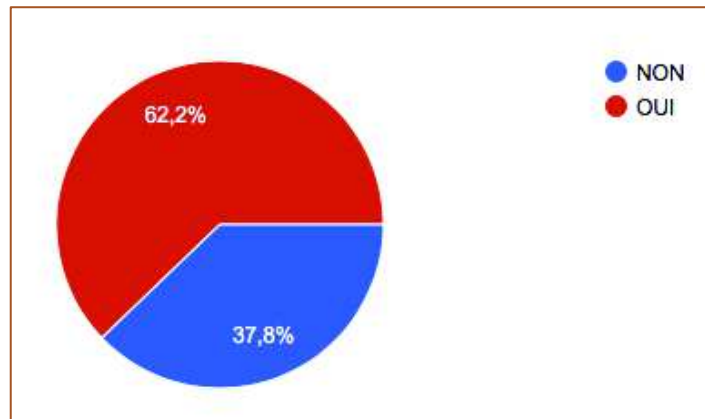


Figure 43 : Diagramme des réponses à la question « pensez-vous que les boissons de l'effort peuvent être nocives pour votre santé bucco-dentaire ? »

A la question « pensez-vous que les boissons de l'effort peuvent être nocives pour votre santé bucco-dentaire ? », 62,2% des athlètes ont répondu positivement et 37,8% ont répondu négativement.

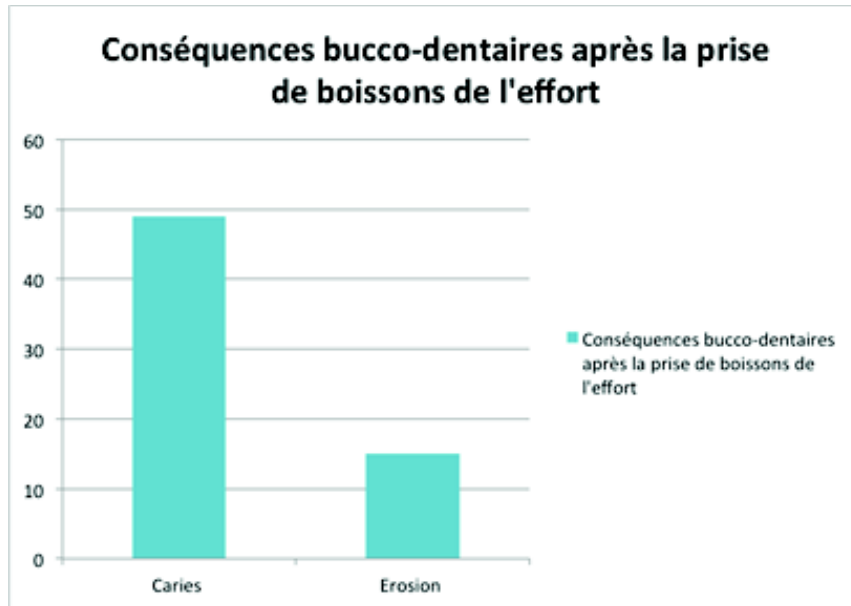


Figure 44 : Histogramme des conséquences bucco-dentaires liées à la prise de boissons de l'effort selon les athlètes interrogés

D'après cet histogramme, on observe que les sportifs interrogés pensent que le risque carieux existe après la consommation de boissons de l'effort. Cependant, le risque érosif, lui, n'est que très peu connu.

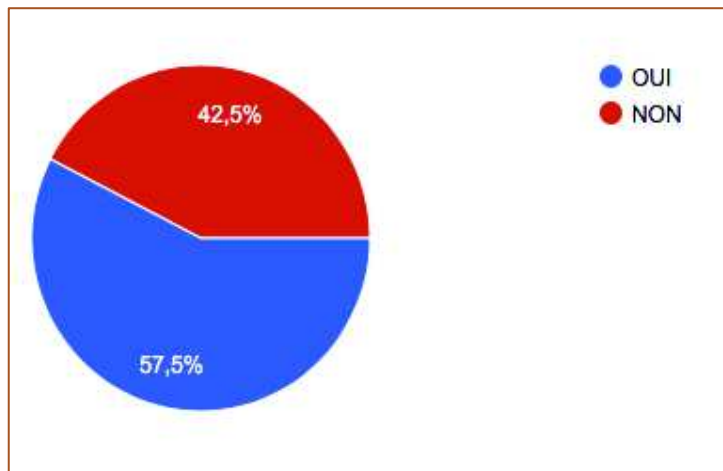


Figure 45 : Diagramme des réponses à la question « pensez-vous qu'il existe des boissons de l'effort moins susceptibles d'entraîner des caries ou des érosions dentaires que d'autres ? »

A la question « pensez-vous qu'il existe des boissons de l'effort moins susceptibles d'entraîner des caries ou des érosions dentaires que d'autres ? » 57,7% des athlètes ont répondu positivement et 42,5% ont répondu négativement.

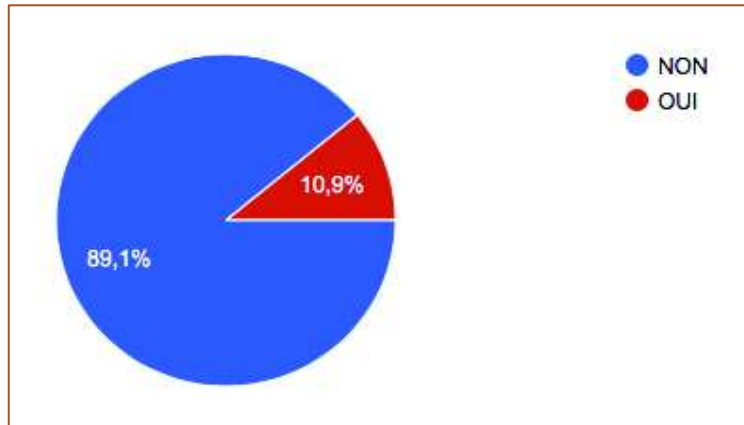


Figure 46 : Diagramme des réponses à la question « avez-vous récemment eu des problèmes bucco-dentaires, en lien ou non avec votre pratique sportive ? »

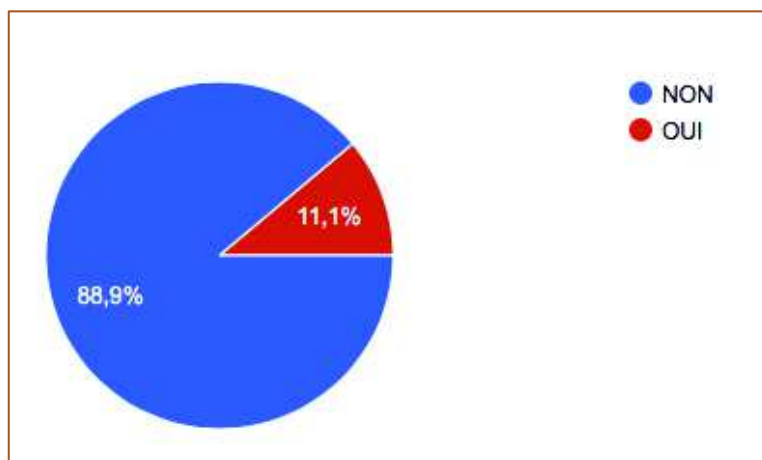


Figure 47 : Diagramme des réponses à la question « pensez-vous que ces problèmes bucco-dentaires peuvent être liés à la prise de ces boissons ? »

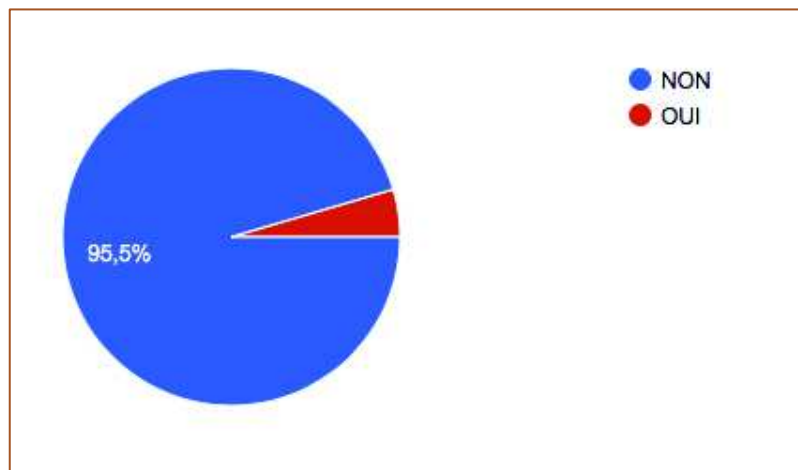


Figure 48 : Diagramme des réponses à la question « avez-vous changé vos habitudes de consommation des boissons de l'effort? »

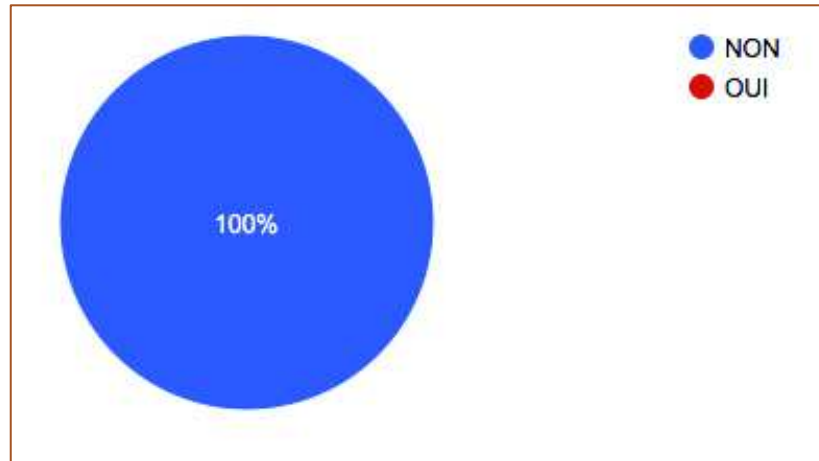


Figure 49 : Diagramme des réponses à la question « vous a-t-on donné des informations ? »

10,9% des athlètes interrogés ont répondu avoir récemment eu des problèmes bucco-dentaires, en lien ou non avec la pratique sportive. 11,1% de ces athlètes ayant eu des problèmes bucco-dentaires pensent qu'ils sont dus à la prise de boissons de l'effort et seulement 4,5% de ces sportifs ont changé leurs habitudes de consommation de boissons de l'effort suite aux problèmes bucco-dentaires, ce qui est très peu. 100% d'entre eux ont affirmé n'avoir reçu aucune information suite aux problèmes bucco-dentaires récents et à la consommation de boissons de l'effort.

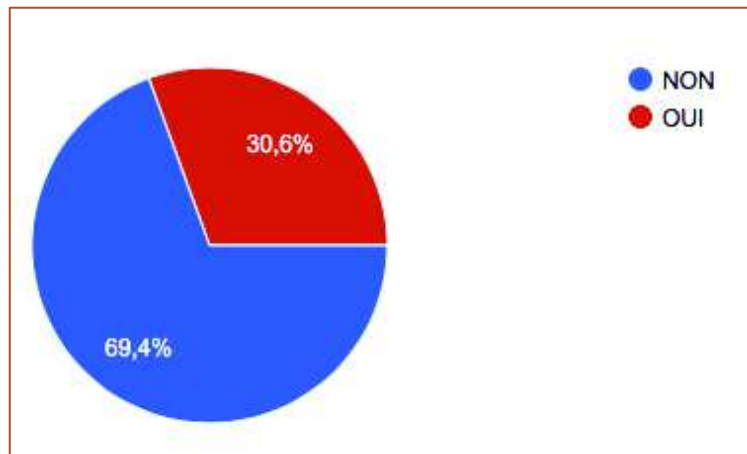


Figure 50 : Diagramme des réponses à la question « connaissez-vous des moyens de prévention pour lutter contre les caries ou les érosions dentaires après avoir consommé ces boissons de l'effort ? »

A la question « connaissez-vous des moyens de prévention pour lutter contre les caries ou les érosions dentaires après avoir consommé ces boissons de l'effort ? », seulement 30,6% des athlètes ont répondu positivement et 58,1% ont mentionné que leur chirurgien-dentiste les avait renseigné sur ces moyens de prévention. Les principales sources d'informations quant aux moyens de prévention bucco-dentaire sont les médias comme la télévision, internet ou la presse.

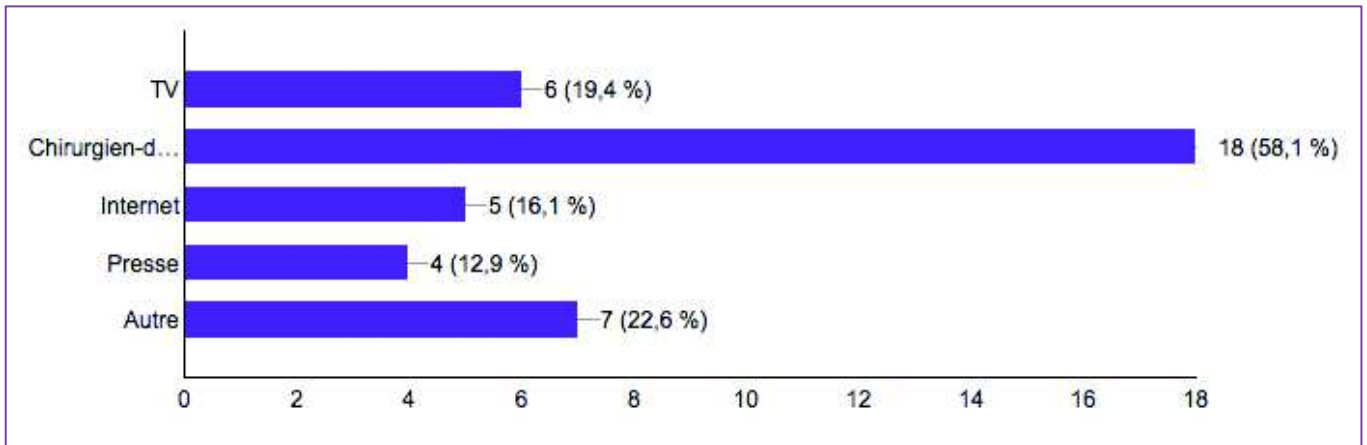


Figure 51 : Echelle des réponses à la question « Qui vous a enseigné ces moyens de prévention ? »

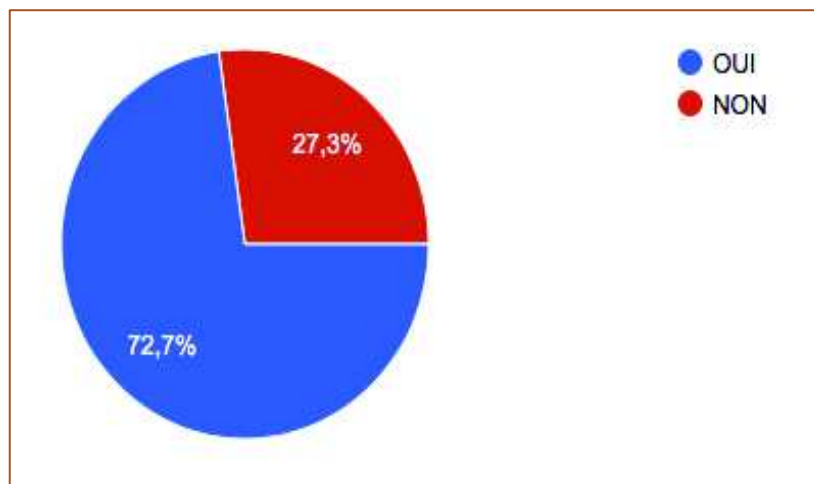


Figure 52 : Diagramme des réponses à la question « aimeriez-vous recevoir un enseignement pour prévenir le développement de problèmes dentaires suite à la consommation de boissons de l'effort ? »

72,7% des athlètes interrogés aimeraient recevoir un enseignement pour prévenir le développement de problèmes dentaires suite à la consommation de boissons de l'effort. Cependant, 27,3% des athlètes ne voient pas l'intérêt de cet enseignement.

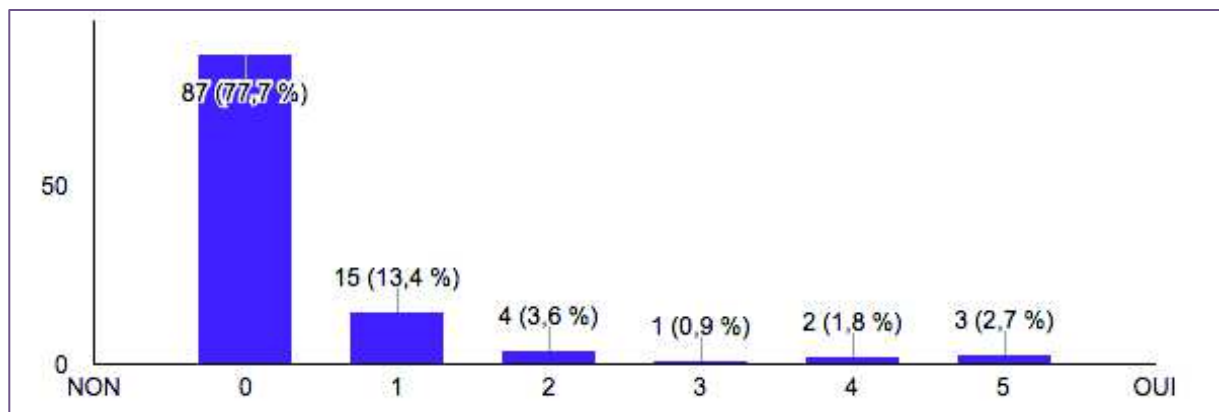


Figure 53 : Echelle des réponses à la question « seriez-vous prêt à sacrifier votre santé bucco-dentaire au profit de la prise de ces boissons de l'effort ? »

Cette échelle nous rassure en montrant que la plupart des sportifs (77,7%) ont compris l'intérêt d'une bonne santé bucco-dentaire pour de meilleures performances sportives, et ne sont pas prêts à sacrifier leur santé bucco-dentaire.

3.4 Discussion

Notre étude est une étude descriptive. Les analyses réalisées permettent d'émettre des hypothèses mais nous ne pouvons pas faire de généralisation à l'ensemble de la population sportive, tous niveaux de pratique confondus.

On aurait pu espérer un taux de réponse supérieur à celui obtenu. Cependant, bien des organisations sportives professionnelles comme l'INSEP n'acceptent pas de faire partager le questionnaire à leurs athlètes, ce qui est dommage, puisque l'INSEP regroupe la plus grosse concentration de sportifs de haut niveau.

Les associations sportives d'amateurs ont généralement répondu favorablement, mais certains clubs d'athlétisme avec des sportifs licenciés n'ont pas donné suite.

Ensuite, on peut mentionner que certains sports n'ont pas été étudiés, comme le cyclisme où lors des épreuves de longue durée comme le Tour de France, la consommation de boissons énergétiques est très importante.

Parmi les sportifs interrogés, la fourchette d'âge est large, puisqu'on a interrogé de très jeunes athlètes et des cinquantenaires. Cependant, on ne peut pas conclure sur le fait que les jeunes consomment plus de boissons de l'effort que les plus âgés ou inversement. On constate que tous ces participants peuvent consommer ou non des boissons de l'effort et être ainsi considérés comme des sujets à risque de développer des pathologies bucco-dentaires, peu importe leur âge. Ainsi, le chirurgien-dentiste doit prendre autant de soin à réaliser l'examen bucco-dentaire d'un jeune sportif que d'un individu plus âgé.

Concernant le sexe, il n'est pas étonnant que les hommes aient été plus nombreux à répondre au questionnaire car la proportion de femme pratiquant un sport à haut niveau est plus faible que celle des hommes, même si ces chiffres tendent à évoluer en faveur d'une augmentation du nombre de femmes (36% en 2014) (FABRE, 2015).

Nous pouvons nous interroger sur le fait de savoir si le type de pratique sportive influence ou non la consommation de boissons de l'effort. Mais étant donné la proportion majoritaire de traileurs ayant répondu au questionnaire, il est difficile de répondre car nous n'avons pas assez d'éléments pour comparer aux autres sports. Toutefois, il semble clair que les sports d'endurance intégrant des épreuves longues comme le marathon, l'ultra-trail ou le triathlon, vont induire préférentiellement la consommation de ces boissons de l'effort. Le risque dans ce type d'épreuves longues est également lié à la fréquence de consommation, qui est élevée, pour compenser les pertes hydriques et assurer un apport énergétique suffisant. Cependant, la décision de consommer tel ou tel type de boisson ou de préférer de l'eau reste un choix personnel. Il faut noter que pour les sportifs de haut niveau, c'est plutôt l'entraîneur ou le nutritionniste qui gère l'alimentation et l'hydratation du sportif, et dans bien des cas, on recommande aux athlètes de consommer ces boissons.

On constate que 2/3 des athlètes ayant répondu au questionnaire déclarent consommer des boissons de l'effort. Ce chiffre est alarmant car nous connaissons la susceptibilité de la

population sportive aux pathologies bucco-dentaires, et la consommation excessive de ces boissons est un facteur qui multiplie considérablement les risques. C'est pourquoi, l'importance de la consultation dentaire prend tout son sens. Le sportif doit comprendre la nécessité d'un examen bucco-dentaire régulier, et le chirurgien-dentiste doit recevoir un enseignement approprié concernant la prise en charge du patient sportif.

On remarque que Overstim's® est la marque largement préférée par les consommateurs de boissons de l'effort. Les sportifs justifient cet achat d'une part, par le goût agréable, et d'autre part, par une bonne tolérance digestive. En effet, ce ressenti n'est pas qu'une impression puisque dans l'étude faite auparavant sur les boissons de l'effort, nous avons remarqué que cette boisson était la moins acide, et que le pH était même basique pour Overstim's hydrixir antioxydant® aux fruits rouges (pH 8,6). Aussi, c'est un des plus gros sponsors du point de vue de la diététique du sport. Isostar® apparaît en seconde position, malheureusement, nous n'avons pas reçu d'échantillons nous permettant d'analyser ces boissons. Les autres produits sont moins connus, et les préparations personnelles ne sont pas choisies préférentiellement, ce qui est dommage, car nous avons vu qu'il était simple de réaliser soi-même des boissons de l'effort. De plus, elles ont l'avantage d'assurer un contenu moins acide et plus sain car nous sélectionnons nous-mêmes nos matières premières.

La majorité des boissons de l'effort sont consommées pendant l'effort. Après, suivent les boissons de récupération, et en dernier, les boissons de l'effort à consommer avant l'effort. Généralement, les sportifs consomment des boissons de l'effort pendant l'effort, et certains terminent par une boisson de récupération. Ce qui inquiète les chirurgiens-dentistes, ce sont les sportifs qui consomment les trois types boissons à différents moments de la journée. Là encore, le risque de développer des caries ou érosions est accentué. D'autant plus que la fréquence de consommation joue un rôle primordial. Les athlètes qui avouent consommer ces boissons moins d'une fois par semaine ou uniquement lors des compétitions sont beaucoup moins susceptibles que ceux qui utilisent ces boissons plus de trois fois par semaine ou lors des entraînements et des compétitions. Certains même ont reconnu consommer ces boissons lors des jours de repos. Le point positif réside dans le fait que la moitié des sportifs disent avoir l'habitude d'alterner la prise d'eau avec la prise de boisson, peut être sans avoir conscience de l'action de rinçage que cela provoque sur l'émail dentaire, mais juste par saturation des papilles gustatives pour la saveur sucrée. Pour les 4,5% de sportifs qui ne consomment jamais d'eau pure pendant leur activité sportive, nous avons en tant que chirurgien-dentiste, un devoir d'information à leur fournir et devons insister sur les risques et conséquences bucco-dentaires qui en découlent.

On constate aussi que presque un quart d'entre eux n'a pas conscience du lien entre une bonne santé bucco-dentaire et de bonnes performances sportives, que presque 40% pensent que ces boissons ne sont pas nocives pour la santé bucco-dentaire et que presque 20% d'entre eux consultent leur chirurgien-dentiste moins d'une fois par an. Tous ces chiffres sont le résultat d'un manque d'information considérable. On peut mettre en doute la franchise des commerciaux sur la transparence des informations données au public. Par exemple, aucun d'entre eux ne mentionne le pH des boissons vendues. Nous pouvons aussi nous poser la question d'une information insuffisante délivrée au grand public en terme de santé bucco-dentaire. Aussi, il faudrait analyser la consommation de boissons de l'effort pour les 60% qui pensent que ces boissons sont nocives, afin de savoir s'ils continuent de les consommer en pleine conscience de nuisance bucco-dentaire, ou s'ils préfèrent arrêter.

Les athlètes persuadés de la dangerosité des boissons de l'effort pour la santé bucco-dentaire ont mentionné le risque carieux en première position, mais le risque érosif, lui n'est que très peu envisagé. En effet, on peut comprendre ce raisonnement car l'effet pervers réside dans le fait de trouver à ces boissons un goût très sucré, jusqu'à saturer les papilles, ce qui masque totalement leur acidité.

Parmi le faible pourcentage d'athlètes ayant avoué avoir eu des problèmes bucco-dentaires récents, une minorité pense que les boissons de l'effort en sont la cause. Mais ce qui est surprenant, c'est que malgré ces pathologies bucco-dentaires diagnostiquées, seuls 4,5% ont décidé de changer leurs habitudes de consommation vis à vis des boissons de l'effort. Peut-on penser que cette minorité est prête à sacrifier sa santé bucco-dentaire au profit de la performance ?

Environ trois quarts des sportifs interrogés souhaiteraient être informés des moyens de prévention et des effets nocifs de la consommation de boissons de l'effort. L'important marketing autour de ces produits vante l'effet dopant et énergisant, parfois même l'effet coup de fouet de certains produits, mais aucun industriel ne parle des effets néfastes possibles.

Un trop grand nombre d'athlètes se plaignent de ne pas connaître de moyens de prévention pour lutter contre les caries ou érosions dentaires, et pour ceux qui en connaissent, c'est le chirurgien-dentiste qui a délivré ces informations. Ainsi, pour satisfaire cette demande d'information, des fascicules décrivant les risques bucco-dentaires liés à la consommation de ces boissons pourraient être donnés ou laissés dans les salles d'attente. Puis, on pourrait penser à d'autres moyens de diffusion de l'information, comme la presse, les médias ou les interventions dans les clubs sportifs.

Heureusement, la plupart des athlètes interrogés n'ont pas l'intention de renoncer à une bonne santé bucco-dentaire, au profit de la performance. Et pour ceux qui sont prêts à le faire, nous devrions adapter notre discours d'information pour les faire changer d'avis et prendre conscience du lien entre pathologies dentaires et boissons du sport.

Un déficit d'informations relatif aux effets dentaires et digestifs de ces boissons est donc clairement établi.

Les sportifs de haut niveau sont les premières victimes et ce sont eux aussi les premiers à réclamer des informations de prévention. Le chirurgien-dentiste fait donc partie intégrante de l'équipe multi-disciplinaire de prise en charge globale du sportif. Il a le devoir d'informer son patient des risques encourus lors de la consommation de boissons de l'effort, mais aussi le devoir d'aider son patient à maintenir une hygiène bucco-dentaire la meilleure possible, pour ne pas risquer d'affaiblir ses performances sportives.

Nous préconisons donc de suivre certains conseils présentés ci-dessous sous forme de tableau.

| Concernant la boisson |
|--|
| Diluer la boisson en ajoutant de l'eau |
| Les boissons à faible pouvoir érosif doivent être préférées aux boissons acides |
| Choix de boisson à base de maltodextrine de préférence |
| Choix de boissons composées de colorants non artificiels |
| Concernant le mode de consommation |
| Eduquer le sportif à une consommation réduite : uniquement en cas d'efforts intenses |
| Rinçage de la bouche avec de l'eau claire (riche en phosphate et calcium) après chaque prise |
| Boire sur de courtes périodes |
| Les sodas ne doivent pas être sirotés, ni laissés longtemps en contact avec la surface des dents |
| Utiliser une gourde à bouchon spécifique ou une paille |
| Concernant l'hygiène bucco-dentaire |
| Terminer ses repas avec un aliment permettant de neutraliser les attaques acides |
| Eviter le brossage des dents immédiatement après la consommation de boissons acides |
| Consulter régulièrement son chirurgien-dentiste |
| Mâcher des chewing-gums sans sucre (au xylitol) pour augmenter le flux salivaire |
| Application de vernis fluorés |
| Brossage des dents régulier : 2 à 3 fois/j |
| Utilisation de dentifrice fluoré |

Tableau 20 : Synthèse des conseils à donner aux sportifs consommant des boissons de l'effort

3.4.1 Démarche à suivre dans le cadre de la surveillance bucco-dentaire des sportifs en cabinet dentaire

3.4.1.1 But de l'examen

Le but de l'examen bucco-dentaire clinique et radiographique est premièrement d'apprécier l'hygiène bucco-dentaire (plaque, tartre), d'informer le sportif des risques et des conséquences liés à la consommation des boissons de l'effort, de rechercher des signes d'érosion ou de caries débutantes, des malformations, des dents incluses et de juger de l'étanchéité et de l'adaptation des restaurations présentes en bouche.

3.4.1.2 *Anamnèse médicale et examen clinique extra-buccal*

Il s'agit de commencer par un questionnaire médical, sans oublier les antécédents dentaires, puis d'examiner les tissus mous : téguments, lèvres, ligne cutanéomuqueuse, et de terminer par l'examen statique et dynamique des ATM. On peut compléter notre bilan par un examen de posturologie.

Nous allons orienter notre questionnaire vers la recherche d'hyposialie, savoir si le patient a des difficultés à mâcher ou à déglutir, et s'il ressent le besoin de s'hydrater régulièrement.

3.4.1.3 *Examen clinique intra-buccal*

On peut utiliser le révélateur de plaque pour faire prendre conscience au sportif de son niveau d'hygiène bucco-dentaire.

Ensuite, on examine les tissus mous : la face interne des joues (recherche de lésions kératosiques), les gencives, apprécier la hauteur de gencive kératinisée, la langue (bords et zones sublinguales). On recherche l'éventuelle présence de poches parodontales et on apprécie les éventuelles mobilités dentaires.

On va insister sur le dépistage de l'hyposialie, en recherchant une éventuelle inflammation des tissus mous, une hypertrophie des glandes salivaires ou des craquelures sur la langue et les lèvres.

Les érosions dentaires caractéristiques doivent être recherchées rigoureusement (cf. 1.3.1.4), en gardant à l'esprit que le facteur érosif agit rarement seul, et que le diagnostic différentiel est compliqué.

On peut faire un schéma dentaire en notant les dents absentes, remplacées et non remplacées, les dents couronnées, et la persistance ou non de dents temporaires.

L'examen clinique et radiologique des dents de sagesse, pour éviter les accidents d'évolution, est aussi très important.

Ensuite, on recherche les éventuelles caries en procédant méthodiquement à l'examen de chaque dent, face par face, sans oublier les caries inter-proximales.

On note aussi les changements de teinte (nécrose) et on contrôle avec un test thermique les dents suspectes.

Les zones d'érosion sont facilement découvertes puisque la couleur est plus foncée que l'émail, correspondant à la teinte de la dentine.

Enfin, on peut apprécier les malpositions, les éventuels troubles orthodontiques et l'occlusion, puis on va noter la classe d'Angle.

3.4.1.4 *Examens complémentaires*

Le panoramique est l'examen de première intention, les téléradiographies intra-buccales sont les examens de seconde intention pour affiner le diagnostic.

Pour un diagnostic positif de l'hyposialie, on peut effectuer un test du débit salivaire.

3.4.2 Démarche à suivre dans le cadre de la surveillance bucco-dentaire des sportifs hors cabinet dentaire

3.4.2.1 Dans les clubs

C'est le rôle des entraîneurs et des médecins du club d'orienter les sportifs vers la consultation odontologique. Ils doivent aussi transmettre les méthodes de prévention pour éviter le développement des caries.

Même s'il est difficile d'organiser une consultation odontologique au sein du club, il est important de prévenir un professionnel pour enseigner les méthodes d'hygiène bucco-dentaire, d'informer les sportifs des risques liés à la consommation de boissons de l'effort, voire de prescrire des OTP et de prendre des rendez-vous dans le cabinet dentaire.

3.4.2.2 Dans les centres médico-sportifs

L'élément central est la santé du sportif et sa prise en charge globale, d'où l'importance du dépistage et de l'enseignement à l'hygiène bucco-dentaire. Aussi, lors des inscriptions annuelles pour les licences sportives, il est obligatoire de pratiquer un examen bucco-dentaire afin d'obtenir cette licence.

3.4.2.3 Dans les centres hospitalo-universitaires

C'est dans les centres hospitalo-universitaires que les sportifs sont parfois adressés par leur médecin traitant. Cependant, ils peuvent aussi venir de leur plein gré ou en urgence.

3.4.2.4 INSEP : Institut National du Sport de l'Expertise et de la Performance

Placé sous la direction du ministère des Sports, c'est l'organisme de référence de recrutement des sportifs de haut niveau français. Avec plus de 600 sportifs, cette structure accueille des professionnels de santé (kinésithérapeutes, médecins, podologues, chirurgiens-dentistes...) afin d'optimiser les performances des sportifs et de les élever à leur plus haut niveau.

Nous pourrions donc rajouter à notre questionnaire médical une question portant sur l'intérêt que porte le patient au sport, et orienter directement l'examen si la réponse est positive, en pratiquant des examens poussés et en expliquant les mesures préventives par rapport à la consommation de boissons de l'effort.

La surveillance odontologique des sportifs a sa raison d'être, d'autant plus que la pratique de la course à pied se démocratise, il s'agira donc d'un problème de santé publique.

CONCLUSIONS

Cette thèse d'odontologie du sport a pour but d'étudier les effets bucco-dentaires des boissons de l'effort, le niveau d'information des sportifs concernant cette problématique, ainsi que le rôle du chirurgien-dentiste dans la prise en charge globale du sportif. Par cette double étude réalisée d'une part, grâce à une expérience menée en laboratoire et d'autre part, grâce à un questionnaire qui analyse le ressenti des sportifs sur le terrain, nous avons réussi à aborder un large champ de questions en matière de composition, de consommation de boissons de l'effort et de prévention bucco-dentaire.

Le sportif est un patient à risque de développer des maladies parodontales, des hypersensibilités et surtout des caries et érosions. Pour lui, l'équilibre est fragile entre ses besoins indispensables en nutriments, sa soif de performance, et la conscience de nuisance de ses comportements sur sa santé bucco-dentaire. Les Jeux Olympiques nous l'ont récemment très bien illustré : dans leur quête du dépassement de soi où la philosophie est de toujours vouloir faire le maximum, les athlètes de haut niveau privilégient la performance, à toute prévention bucco-dentaire.

Dans un premier temps, nous avons développé certains aspects de physiologie du sport, comme la thermogénèse, la déshydratation, indispensables pour comprendre l'importance d'une alimentation et d'une hydratation optimale pour les sportifs de haut niveau. En effet, l'apport de nutriments pour un sportif en compétition passe essentiellement par les boissons de l'effort, qui ont l'avantage, d'une part d'être facilement ingérées et d'autre part, de substituer la perte hydrique et énergétique au cours de l'effort. La consommation de ce type de boissons permet donc de conserver l'équilibre hydro-électrolytique et l'hydratation du sportif, mais n'est pas sans conséquences sur le plan bucco-dentaire. Nous avons poursuivi la première partie de ce travail par une présentation des différentes boissons de l'effort, afin de bien caractériser les produits sur lesquels nous avons travaillé, en terme de composition et de teneur glucidique notamment. Nous avons évoqué tant son contenu, que son contenant, puis nous avons classé les différents types de boissons répertoriées sur le marché, en commençant par les boissons de l'effort à consommer avant l'effort, puis les boissons à consommer pendant l'effort et enfin, les boissons à consommer après l'effort, aussi appelées boissons de récupération. De plus, nous avons abordé le fait qu'en fonction du type d'effort fourni, la demande énergétique ne serait pas la même et que la composition de la boisson de l'effort serait alors différente. Enfin, pour terminer ce premier chapitre, nous avons exposé les conséquences bucco-dentaires de la prise de boissons de l'effort, qui sont respectivement les érosions dentaires, les hypersensibilités, les pathologies parodontales et carieuses. Pour chaque type de pathologies, nous avons donné la définition, en retraçant des notions d'épidémiologie, et évoqué les étiologies possibles, le diagnostic et les propositions d'approches préventives et thérapeutiques.

Dans un second temps, nous avons réalisé au laboratoire INSERM U977 de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Strasbourg des mesures de pH sur des échantillons de boissons de l'effort disponibles dans le commerce. Nous avons respecté le dosage eau/poudre recommandé par les différentes marques et étalonné le pH-mètre, afin que nos mesures soient les plus précises possibles. Puis, nous avons classé, sous forme de tableau, les résultats et analysé les chiffres de pH obtenus. Nous avons mis en évidence une forte acidité de ces différentes boissons de l'effort, avec des pH largement inférieurs pour les boissons prêtes à être consommées, par rapport aux boissons se présentant sous forme de poudre à mélanger, qui, elles, s'avèrent plus neutres en termes de pH. Ainsi, les séquelles bucco-dentaires prévues (érosions, lésions carieuses) pourront apparaître plus rapidement et seront plus sévères chez les sportifs consommant fréquemment et sur de longues périodes ce type de boissons. Les individus à risque seraient donc les pratiquants d'épreuve d'endurance de type marathon, ultra-trail ou iron-man. De plus, cette acidité intense explique certaines réactions gastriques dont se plaignent souvent les sportifs après avoir consommé ce type de boissons.

Dans le dernier chapitre de cette thèse, nous avons réalisé une étude basée sur un questionnaire, destiné aux athlètes de haut niveau, pour connaître leur mode de consommation des boissons de l'effort et pour les avertir du risque de développer des pathologies bucco-dentaires. Nous avons interrogé des coureurs (tous types de distance) et des triathlètes, hommes et femmes de tout âge, sur leur fréquence de consommation de ces boissons (compétition et/ou entraînement, nombre de prises par semaine) et sur le type de boissons qu'ils utilisaient préférentiellement, en leur demandant de justifier leurs réponses. Nous leur avons aussi demandé, s'ils pensaient que des problèmes bucco-dentaires pouvaient avoir des répercussions sur les performances sportives, s'ils pensaient qu'une consommation régulière et excessive de boissons de l'effort pouvait être nocive et selon quel mécanisme. Ces questions visaient à mieux appréhender le niveau d'information général des sportifs quant aux risques bucco-dentaires associés à ce type de boissons. Enfin, nous nous sommes intéressés à la fréquence de consultation dentaire des sportifs et à leurs éventuelles pathologies bucco-dentaires. Ce questionnaire a mis en exergue un manque d'information considérable des sportifs et une forte demande d'enseignement des mesures préventives et d'hygiène bucco-dentaire. Pour cela, nous avons résumé sous forme de tableau, quelques conseils pour les chirurgiens-dentistes à donner aux sportifs qui se présentent dans leur cabinet. De plus, il serait judicieux d'augmenter la diffusion des moyens de prévention en insistant surtout auprès des structures sportives, et en orientant les sportifs professionnels, lesquels sont les plus touchés. De la même manière, une coordination plus étroite entre les corps médicaux permettrait une prise en charge rapide et efficace dès l'apparition de problèmes et élèverait le chirurgien-dentiste au même rang que le médecin traitant. En effet, le certificat médical d'aptitude au sport pour la compétition et délivré par le médecin traitant est obligatoire tandis que le bilan bucco-dentaire, lui, est souvent laissé de côté, autorisant certains sportifs de très haut niveau à pratiquer les épreuves, alors même que les soins bucco-dentaires imposés par le chirurgien-dentiste n'ont pas été réalisés. Il faut inscrire dans l'opinion publique la place du chirurgien-dentiste au même degré que celle du médecin du sport, du kinésithérapeute ou encore du podologue, dans la prise en charge globale du sportif, quel que soit son niveau, allant du coureur amateur aux athlètes professionnels.

On laissera au sportif le soin de forger son « corps d'athlète » mais « l'âme d'un sage » revient également au chirurgien-dentiste dont le rôle est d'encourager ses patients sportifs à porter autant d'attention à leur hygiène buccale qu'au reste de leur corps.

SIGNATURE DES CONCLUSIONS

Thèse en vue du Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Nom - prénom de l'impétrant : HAPPEY Hortense

Titre de la thèse : Aspects bucco-dentaires de la consommation de boissons de l'effort :
analyse bibliographique et étude basée sur un questionnaire chez une population de sportifs
de haut niveau.

Directeur de thèse : Professeur François CLAUSS

VU

Strasbourg, le : 6 septembre 2016
Le Président du Jury,



Professeur A-M. MUSSET

VU

Strasbourg, le : 07 SEP. 2016
Le Doyen de la Faculté
de Chirurgie Dentaire de Strasbourg,



Professeur C. TADDEI

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Addy M, Shellis RP. Interaction between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. *Monogr Oral Sci.* 2006;20:17-31.

Addy M, Smith SR. Dentin Hypersensitivity : An overview on which to base tubule occlusion as a management concept. *J Clin Dent.* 2010;21(2):25-30.

Addy M, Rees JS. A cross-sectional study of buccal cervical sensitivity in UK general dental practice and a summary of review of prevalence study. *Int J Dent Hyg.* 2004 May;2(2):64-9.

AFSSA. Saisine 2006-SA-0359. 1^{er} mars 2010.
<https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2006sa0359.pdf>

ANAES. Parodontopathies : diagnostic et traitements. Mai 2002.
http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Parodontopathies_recos.pdf

Arrais CA, Micheloni CD, Giannini M, Chan DC. Occluding effect of dentifrices on dentinal tubules. *J Dent.* 2003 Nov;31(8):577-84.

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.* 2015 Jan;49(1):14-9.

Astrand PO, Rodhal K. Précis de physiologie de l'exercice musculaire. Elsevier Masson ; 1997.

Buzalaf MA, Magalhaes AC, Wiegand A. Alternatives to fluoride in the prevention and treatment of dental erosion. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:244-52.

Benqué EP. La parodontologie de « A » à « Z ». Quintessence Internationale ; 2004.

Benmehdi S. Erosions dentaires : une pathologie en progression. *Clinic* 2008;29:577-585.

Bielinski R. Proteins in athletes diet. *Médecine et hygiène.* 1993 ; 51.

Bigard XA, Guezennec Y. Nutrition du sportif, 2^{ème} édition. Elsevier Masson ; 2007.

Bjorntorp P. Importance of fat as a support nutrient for energy: metabolism of athlete. *J Sports Sci.* 1991 Summer;9 Spec No:71-6.

Boggio V, Guillard JC, Gallet C, Fuchs F, Penaranda T, Klepping J. Vitamin state in athlete. *Médecine et hygiène.* 1989;47.

Bouchard P. Bull. Acad. Natle Chir. Dent. 2013-2014;56.

Bourgeois D, Bouchard P, Mattout C. Epidemiology of periodontal status in dentate adults in France, 2002–2003. *J Periodontal Res.* 2007 Jun;42(3):219-27.

Chardin H. Immunité de la cavité buccale. Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS ; 2002.

Creff A. Diététique sportive : physiologie nutritionnelle et diététique des activités physiques. Masson ; 1987.

Decup F. L'érosion dentaire, le nouvel ennemi ? Adapter nos thérapeutiques à l'érosion dentaire chez l'adulte. Congrès ADF Paris 2015, B36.

Desbrow B, Jansen S, Barrett A, Leveritt MD, Irwin C. Comparing the rehydration potential of different milk-based drinks to a carbohydrate-electrolyte beverage. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014 Dec;39(12):1366-72.

Devoize L, Dallel R. Salivation. Elsevier Masson SAS ; 2010.

Docimo R, Montesani L, Maturo P, Costacurta M, Bartolino M, Zhang YP, DeVizio W, Delgado E, Cummins D, Dibart S, Mateo LR. Comparing the efficacy in reducing dentin hypersensitivity of a new toothpaste containing 8.0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride to a benchmark commercial desensitizing toothpaste containing 2% potassium ion: an eight-week clinical study in Rome, Italy. *J Clin Dent*. 2009;20(4):137-43.

Douglas de Oliveira DW, Oliveira-Ferreira F, Flecha OD, Gonçalves PF. Is surgical root coverage effective for the treatment of cervical dentin hypersensitivity? A systematic review. *J Periodontol*. 2013 Mar;84(3):295-306.

Fabre A. Les femmes investissent le sport de haut niveau, mais les inégalités persistent. Le monde, 7 mars 2015.

Fourcade J. Néphrologie désordres du potassium. Mai 2006

http://www.med.univ-montp1.fr/enseignement/cycle_2/MIC/Ressources_locales/Nephrologie/219_potassium.pdf

Gachie E, Diemer F. Impacts bucco-dentaires de la pratique intensive d'un sport en piscine. Thèse d'exercice Chirurgie dentaire. Université de Toulouse ; 2011.

Ganss C, Lussi A, Peutzfeldt A, Naguib Attia N, Schlueter N. Impact of Sn/F Pre-Treatments on the Durability of Protective Coatings against Dentine Erosion/Abrasion. *PLoS One*. 2015 Jun 15;10(6):e0123889.

Garnier A, Waysfeld B. Alimentation et sport. Maloine ; 1992.

Gibault T. Nutrition et santé : diététique du sportif. Hatier ; 2001.

Guezennec Y, Jouanin JC, Perreaut-Pierre E, Mathieu JC. Aspects physiologiques de la récupération. Médecine et armées ; 2002, vol. 30.

Haïkel Y. Thérapeutique étiopathogénique de la carie dentaire. Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS ; 2001.

Hannig M, Fiebiger M, Güntzer M, Döbert A, Zimehl R, Nekrashevych Y. Protective effect of the in situ formed short-term salivary pellicle. *Arch Oral Biol.* 2004 Nov;49(11):903-10.

Hara AT, Zero DT. The potential of saliva in protecting against dental erosion. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:197-205.

HAS. Stratégies de prévention de la carie dentaire. Mars 2010.
http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2010-10/corriges_synthese_carie_dentaire_version_postcollege-10sept2010.pdf

Hauswirth C. Nutrition et santé bucco-dentaire. ID N°22, Vol. 94, mai 2012.

Hellwig E, Lussi A. Oral hygiene products, medications and drugs - hidden aetiological factors for dental erosion. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:155-62.

Herrera D, Alonso B, Leon R, Roldan S, Sanz M. Antimicrobial therapy in periodontitis : the use of systemic antimicrobials against the subgingival biofilm. *J Clin Periodontol.* 2008 Sep;35(8 Suppl):45-66.

Huysmans MC, Young A, Ganss C. The role of fluoride in erosion therapy. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:230-43.

INSERM. Epidémiologie des maladies parodontales, chapitre 3, 1999.
<http://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/28>

Jaoui L. Classification des maladies parodontales. Le fil dentaire, N°31 ; Mars 2008.

Jurek S. Eat and run. Editions Guérin ; 2015.

Kidd EA, Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J Dent Res.* 2004;83 Spec No C:C35-8.

Koubi S. Erosions et usures sévères. Information Dentaire N°31 ; Septembre 2014.

Lamendin H. Odontologie du sport. Guide Clinique, Editions CdP ; 2004.

Lamendin H. Odontologie et stomatologie du sportif. Masson ; 1993.

Le Goff A. Les dents : caractéristiques et pathologies.
http://ancien.odonto.univ-rennes1.fr/old_site/handi04.htm

Lukaski HC. Magnesium, zinc, and chromium nutrition and physical activity. *Am J Clin Nutr.* 2000 Aug;72(2 Suppl):585S-93S.

Lussi A. L'érosion dentaire, le nouvel ennemi ? Diagnostic et facteurs de risque de l'érosion. Congrès ADF Paris 2015, B36.

Lussi A, Carvalho TS. Erosive tooth wear : a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:1-15.

Lussi A, Hellwig E. Risk Assessment and Causal Preventive Measures : Erosive Tooth Wear. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:220-9.

Lussi A, Jaeggi T. Erosion – diagnosis and risk factors. *Clin Oral Invest.* 2008;12:5-13.

Lussi A, Jaeggi T. L'érosion dentaire, Diagnostic, évaluation du risque, prévention, traitement. Quintessence international ; 2012.

Magnan D, Pageaux C, Riche D. Une nouvelle chance pour le sport, les apports nutritionnels. Sport et Vie ; 1990.

Maladiere E, Vacher C, Lezy JP. Débitimétrie salivaire globale : Evaluation de 3 techniques de mesure. Revue de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale ; 1999.

Marie-Cousin A. L'érosion dentaire, le nouvel ennemi ? Quelle prise en charge chez les enfants ?. Congrès ADF Paris 2015, B36.

Maton F. La pratique sportive est-elle nocive pour les dents ? Alimentation des sportifs. Congrès ADF Paris 2015, D93.

Maton F, Olivie S, Peres G. Boissons énergisantes. SFNF, Juin 2008.
<http://services.poissonbouge.net/clients/fd83d351-ae4e-0616-115a01e928a6681e/docs/d678f2f2-c44a-39e0-9a3bfd9c752e7f95.pdf>

Maurin JC, Jasmin JR. L'hypersensibilité dentinaire chez l'enfant et l'adolescent : concepts anciens pour un nouveau problème. Journal d'odonto-stomatologie pédiatrique. 2004

Monod H, Flandrois R, Vandewalle H. Physiologie du sport, 6^{ème} édition. Masson ; 2007.

Needleman I, Ashley P, Meehan L, Petrie A, Weiler R, McNally S, Hanna R, Hunt I, Kell S, Ridgewell P, Taylor R. Poor oral health including active caries in 187 UK professional male football players : clinical dental examination performed by dentist. *Br J Sports Med.* 2016 Jan;50(1):41-4.

Needleman I, Ashley P, Petrie A, Fortune F, Turner W, Jones J, Niggli J, Engebretsen L, Budgett R, Donos N, Clough T, Porter S. Oral health and impact on performance of athletes participating in the London 2012 Olympic games, a cross-sectional study. *Br J Sports Med.* 2013 Nov;47(16):1054-8.

Orchardson R, Gillam DG. Managing dentin hypersensitivity. *J Am Dent Assoc.* 2006 Jul;137(7):990-8.

Parkinson CR, Butler A, Willson RJ. Development of an acid challenge-based in vitro dentin disc obturation model. *J Clin Dent*. 2010;21(2):31-6.

Pellat B. Salives et milieu buccal. Elsevier Masson SAS ; 2010.

Perez S. Dents et pratiques alimentaires chez les sportifs. Table ronde odonto-stomatologie et sport. Paris ; novembre 2006.

<http://franceolympique.com/files/File/actions/sante/documentation/2007/3emeconf-2emetableronde.pdf>

Peters HP, Bos M, Seebregts L, Akkermans LM, van Berge Henegouwen GP, Bol E, Mosterd WL, de Vries WR. Gastrointestinal symptoms in long-distance runners, cyclists, and triathletes : prevalence, medication, and etiology. *Am J Gastroenterol*. 1999 Jun;94(6):1570-81.

Peutzfeldt A, Jaeggi T, Lussi A. Restorative therapy of erosive lesions. *Monogr Oral Sci*. 2014;25:253-61.

Piette E, Goldberg M. La dent normale et pathologique. De Boeck ; 2001.

Pirel C. Occlusion dentaire, posture et performances, Table ronde odonto-stomatologie et sport. Paris ; novembre 2006.

<http://franceolympique.com/files/File/actions/sante/documentation/2007/3emeconf-2emetableronde.pdf>

Poortmans J. Le métabolisme énergétique au cours de l'exercice de longue durée : des faits aux applications diététiques. Les entretiens de l'INSEP, 1992.

Ricarte-Martinez J, Maetos-Moreno B, Faus-Matoses V, Faus-Llacer VJ, Flichy-Fernandez AJ. Dentinal sensitivity : Concept and methodology for its objective evaluation. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2008 Mar 1;13(3):E201-6.

Riche D. Guide nutritionnel des sports d'endurance, 2^{ème} édition. Vigot ; 1998.

Rösing CK, Fiorini T, Liberman DN, Cavagni J. Dentine hypersensitivity: analysis of self-care products. *Braz Oral Res*. 2009;23 Suppl 1:56-63.

Schiff T, Wachs GN, Petrone DM, Chaknis P, Kemp JH, DeVizio W. The efficacy of a newly designed toothbrush to decrease tooth sensitivity. *Compend Contin Educ Dent*. 2009 May;30(4):234-6, 238-40.

SFNF. L'usage des compléments et suppléments alimentaires chez le sportif. 10.03.2015.

<http://www.nutritiondusport.fr>

Shellis RP, Addy M. The Interactions between Attrition, Abrasion and Erosion in Tooth Wear. *Monogr Oral Sci*. 2014;25:32-45.

Sherman WM, Wimer GS. Insufficient dietary carbohydrate during training : does it impair athletic performance?. *Int J Sport Nutr.* 1991 Mar;1(1):28-44.

Tenenbaum H. *Bull. Acad. Natle Chir. Dent.* 2013-2014

Tenenbaum H, Bercy P. Parodontologie Du diagnostic à la pratique. De Boeck supérieur ; 2003.

Tiolier E. INSEP, Dossier : nutrition et performance sportive. Juillet 2015
<http://www.insep.fr/fr/actualites/dossier-nutrition-et-performance-sportive>

Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition : the three-step technique. Part 1, Part 2, Part 3. *Eur J Esthet Dent.* 2008 Spring;3(1):30-44.

Vanden Abbeele A, Courtois P, Pourtois M. Le rôle antiseptique de la salive. *Revue belge de médecine dentaire ;* 1992.

Von Fraunhofer JA, Rogers MM. Effects of sports drinks and other beverages on dental enamel. *Gen Dent.* 2005 Jan-Feb;53(1):28-31.

Weineck J. *Biologie du sport*, 2^{ème} édition. Vigot ; 1998.

Wiegand A, Begic M, Attin T. In vitro Evaluation of Abrasion of Eroded Enamel by Different Manual, Power and Sonic Toothbrushes. *Caries Res.* 2006;40(1):60-5.

Wiegand A Schlueter N. The role of oral hygiene : does toothbrushing harm ?. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:215-9.

Williams C. Macronutrients and performance. *J Sports Sci.* 1995 Summer;13 Spec No:S1-10.

Wolf HF, Rateitschak H. *Parodontologie*, 3^{ème} édition. Elsevier Masson ; 2005.

Wolff MS. Dentin hypersensitivity, the biofilm and remineralization : what is the connection ?. *Adv Dent Res.* 2009;21(1):21-4.

Wyndham CH, Strydom NB. The danger of an inadequate water intake during marathon running. *S Afr Med J.* 1969 Jul 19;43(29):893-6

Zunzarren R. La pratique sportive est-elle nocive pour les dents ? L'érosion dentaire. Congrès ADF Paris 2015, D93.

Zunzarren R. *Guide odontologie clinique.* Elsevier Masson ; 2014.