



HAL
open science

Incidence des boissons énergétiques sur la présence de bactéries cariogènes dans la salive : mise en place d'un protocole

Wallid Boujemaa-Azzi

► **To cite this version:**

Wallid Boujemaa-Azzi. Incidence des boissons énergétiques sur la présence de bactéries cariogènes dans la salive : mise en place d'un protocole. Chirurgie. 2015. dumas-01172385

HAL Id: dumas-01172385

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01172385>

Submitted on 7 Jul 2015

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

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

Université de Bordeaux
Collège des Sciences de la Santé
UFR des Sciences Odontologiques

Année 2015

N°49

Thèse pour l'obtention du
DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par Wallid BOUJEMAA AZZI

Né le 25 mai 1990 à BORDEAUX

Le 16 juin 2015

**Incidence des boissons énergétiques
sur la présence de bactéries cariogènes dans la salive :
mise en place d'un protocole**

Directrice de thèse

Mme Cécile BADET

Membres du Jury

| | | |
|------------|------------------|--|
| Président | Mme M-J. BOILEAU | Professeur des Universités |
| Directeur | Mme C. BADET | Maître de Conférences des Universités |
| Rapporteur | M R. ZUNZARREN | Ancien Assistant Hospitalo-Universitaire |
| Assesseur | M P. POISSON | Maître de Conférences des Universités |

A ma mère,

UNIVERSITE DE BORDEAUX

| | | |
|--|----|----------------------|
| <i>Président</i> | M. | Manuel TUNON de LARA |
| <i>Directeur de Collège des Sciences de la Santé</i> | M. | Jean-Luc PELLEGRIN |

COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES ODONTOLOGIQUES

| | | | |
|---|-----|-------------------------|-------|
| <i>Directrice</i> | Mme | Caroline BERTRAND | 58-02 |
| <i>Directrice Adjointe – Chargée de la Formation initiale</i> | Mme | Dominique ORIEZ | 58-01 |
| <i>Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche</i> | M. | Jean-Christophe FRICAIN | 57-02 |
| <i>Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales</i> | M. | Jean-François LASSERRE | 58-02 |

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

| | | | | |
|-----|-----------------|----------|---|-------|
| Mme | Caroline | BERTRAND | Prothèse dentaire | 58-02 |
| Mme | Marie-José | BOILEAU | Orthopédie dento-faciale | 56-02 |
| Mme | Véronique | DUPOUIS | Prothèse dentaire | 58-02 |
| M. | Jean-Christophe | FRICAIN | Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique | 57-02 |

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

| | | | | |
|-----|---------------|----------------|--|-------|
| Mme | Elise | ARRIVÉ | Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale | 56-03 |
| Mme | Cécile | BADET | Sciences biologiques | 57-03 |
| M. | Etienne | BARDINET | Orthopédie dento-faciale | 56-02 |
| M. | Michel | BARTALA | Prothèse dentaire | 58-02 |
| M. | Cédric | BAZERT | Orthopédie dento-faciale | 56-02 |
| M. | Jean-Pierre | BLANCHARD | Prothèse dentaire | 58-02 |
| M. | Christophe | BOU | Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale | 56-03 |
| Mme | Sylvie | BRUNET | Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique | 57-02 |
| M. | Sylvain | CATROS | Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique | 57-02 |
| M. | Stéphane | CHAPENOIRE | Sciences anatomiques et physiologiques | 58-03 |
| M. | Jacques | COLAT PARROS | Sciences anatomiques et physiologiques | 58-03 |
| M. | Reynald | DA COSTA NOBLE | Parodontologie | 57-01 |
| M. | François | DARQUE | Orthopédie dento-faciale | 56-02 |
| M. | François | DE BRONDEAU | Orthopédie dento-faciale | 56-02 |
| M. | Yves | DELBOS | Odontologie pédiatrique | 56-01 |
| M. | Raphael | DEVILLARD | Odontologie conservatrice- Endodontie | 58-01 |
| M. | Emmanuel | D'INCAU | Prothèse dentaire | 58-02 |
| M. | Bruno | ELLA NGUEMA | Sciences anatomiques et physiologiques | 58-03 |
| M. | Dominique | GILLET | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |
| M. | Jean-François | LASSERRE | Prothèse dentaire | 58-02 |
| M. | Yves | LAUVERJAT | Parodontologie | 57-01 |

| | | | | |
|-----|---------------|---------|---|-------|
| Mme | Odile | LAVIOLE | Prothèse dentaire | 58-02 |
| M. | Jean-Marie | MARTEAU | Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique | 57-02 |
| Mme | Javotte | NANCY | Odontologie pédiatrique | 56-01 |
| Mme | Dominique | ORIEZ | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |
| M. | Jean-François | PELI | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |
| M. | Philippe | POISSON | Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale | 56-03 |
| M. | Patrick | ROUAS | Odontologie pédiatrique | 56-01 |
| M. | Johan | SAMOT | Sciences biologiques | 57-03 |
| Mme | Maud | SAMPEUR | Orthopédie dento-faciale | 56-02 |
| M. | Cyril | SEDARAT | Parodontologie | 57-01 |
| Mme | Noélie | THEBAUD | Sciences biologiques | 57-03 |
| M. | Eric | VACHEY | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |

ASSISTANTS

| | | | | |
|-----|---------------|----------------------|---|-------|
| Mme | Audrey | AUSSEL | Sciences biologiques | 57-03 |
| M. | Terence | BARSBY | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |
| Mme | Aurélié | BARSBY-EL- KHODER | Prothèse dentaire | 58-02 |
| M. | Julien | BROTHIER | Prothèse dentaire | 58-02 |
| M. | Mathieu | CLINKEMAILLIE | Prothèse dentaire | 58-02 |
| M. | Mathieu | CONTREPOIS | Prothèse dentaire | 58-02 |
| M. | Guillaume | CRESTE | Prothèse dentaire | 58-02 |
| Mme | Clarisse | DE OLIVEIRA | Orthopédie dento-faciale | 56-02 |
| Mme | Hélène | DENOST | Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale | 56-03 |
| M. | Guillaume | FENOUL | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |
| Mme | Elsa | GAROT | Odontologie pédiatrique | 56-01 |
| M. | Nicolas | GLOCK | Sciences anatomiques et physiologiques | 58-03 |
| Mme | Sandrine | GROS | Orthopédie dento-faciale | 56-02 |
| Mme | Olivia | KEROUREDAN | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-02 |
| Mme | Alice | LE NIR | Sciences anatomiques et physiologiques | 58-03 |
| Mme | Karine | LEVET | Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale | 56-03 |
| M. | Alexandre | MARILLAS | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |
| M. | Matthieu | MEYER | Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique | 57-02 |
| Mme | Darrène | NGUYEN | Sciences biologiques | 57-03 |
| Mme | Virginie | PANNEREC | Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique | 57-02 |
| Mme | Chloé | PELOURDE | Orthopédie dento-faciale | 56-02 |
| Mme | Candice | PEYRAUD | Odontologie pédiatrique | 56-01 |
| M. | Jean-Philippe | PIA | Prothèse dentaire | 58-02 |
| M. | Mathieu | PITZ | Parodontologie | 57-01 |
| M. | Clément | RIVES | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |
| M. | François | VIGOUROUX | Parodontologie | 57-01 |

REMERCIEMENTS

A notre Présidente de thèse

Madame le Professeur Marie-José BOILEAU

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Orthopédie Dento-Faciale 56-02

Vous me faites un grand honneur en acceptant la présidence de cette thèse. Je garde les meilleurs souvenirs des moments que nous avons partagés en clinique, et vous remercie de l'investissement et de l'engagement que vous avez accordés aux étudiants au sein du service. Je vous prie d'accepter, Madame, l'expression de ma sincère gratitude et l'assurance de mes sentiments respectueux.

A notre Directrice de thèse

Madame le Docteur Cécile BADET

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Sciences biologiques 56-02

Je vous suis infiniment reconnaissant d'avoir accepté si spontanément de diriger cette thèse. Votre constante disponibilité, vos précieux conseils ainsi que les moyens que vous avez mis à ma disposition m'ont permis de mener à bien ce travail dans des conditions optimales. Je vous remercie pour la gentillesse avec laquelle vous avez répondu à chacune de mes sollicitations. Permettez-moi de vous exprimer ici toute ma considération ainsi que l'assurance de mon profond respect.

A notre Rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Rodolphe ZUNZARREN

Ancien Assistant Hospitalo-Universitaire

Sous-section Odontologie Conservatrice – Endodontie 58-01

Je suis très sensible à l'honneur que vous me faites en acceptant de juger cette thèse et d'en être le rapporteur. Ce fut un plaisir de partager mes années d'études avec vous. Vos connaissances et votre sens clinique m'ont beaucoup apporté. La passion et la rigueur avec laquelle vous exercez cette profession sont une réelle source d'inspiration. Veuillez trouver ici l'expression de toute ma sympathie et l'assurance de mes sentiments respectueux.

A notre Assesseur

Monsieur le Docteur Philippe POISSON

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale 56-03

Je tiens à vous témoigner toute ma reconnaissance d'avoir accepté de juger cette thèse. Vos conseils avisés et votre aide précieuse pour accéder aux sportifs ont été cruciaux pour l'aboutissement de cette étude. Je vous remercie pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail. Veuillez recevoir ici l'affirmation de mon profond respect.

A ma mère,

Pour tout l'amour que tu m'as donné, et qui me permet d'avancer. La douleur de t'avoir perdue ne remplacera jamais le bonheur de t'avoir connue, ni l'immense fierté d'être ton fils. Si les mots me manqueront toujours pour exprimer tout ce que tu m'as apporté, ceux de Napoléon les résument en cela : « l'avenir d'un enfant est l'œuvre de sa mère ».

Je t'aime.

A ma sœur,

Pour notre complicité, nos fous rires, notre amour, ta joie de vivre et ta simplicité, ainsi que tous ces moments de partage qui nous unissent depuis toujours et nous ont permis de continuer notre route.

Je t'aime, merci d'être là.

A mon père,

Pour tout le soutien, le réconfort et la bienveillance que tu m'as donnés. C'est aussi grâce à ton amour et aux valeurs que tu m'as inculquées que j'en suis là.

A Lara,

Pour tous les conseils et le temps que tu m'as accordés, ta gentillesse naturelle et ton soutien. Merci d'être si présente et impliquée pour nous.

A Amylène,

Pour ta simplicité et ton authenticité qui ont su me séduire, et tous ces moments qui depuis ont continué dans ce sens.

A mes amis badistes,

A Laure, Laëtitia, Leslie, Romain, Julien J., Baptiste, Julien B en particulier, et tous les autres. Les souvenirs ne se comptent plus, tout comme les superlatifs qui pourraient décrire les moments passés ensemble.

A Romane, ma filleule, mon petit rayon de soleil.

A Pierre-Louis, et sa famille,

A un ami d'une grande vertu et une famille exceptionnelle qui forcent l'admiration. Merci de m'avoir accueilli avec tant de générosité.

A Thomas, Guillaume, Arnaud et Pilou,

Pour toutes ces soirées et ces instants mémorables, j'en redemande.

A mes amis dentaires,

Pour tous ces sacrés bons moments vécus tout au long de ces études. En espérant que ces liens créés et renforcés au fil des années demeurent intacts.

A l'U.F.R. d'Odontologie de Bordeaux,

A l'équipe enseignante et au personnel de la scolarité tout particulièrement, pour leur disponibilité et leur gentillesse tout au long de mes études.

A toute l'équipe d'O.C.E,

*Et notamment **Rodolphe, Aurélie, TERENCE et Guillaume**, et ces moments passés à vos côtés en TP.*

Vous m'avez transmis le goût de transmettre !

*Aux docteurs **D. Oriez** et **R. Devillard** pour la confiance et la sympathie que vous m'avez accordées.*

A toute l'équipe du P.Q.R,

*Aux docteurs **J-M Marteau, J. Jeandot, O. Laviolle, M-J Boileau, R. Devillard, H. Denost, Y. Delbos et E. D'Incau**, avec qui j'ai pris un réel plaisir à travailler. Merci pour votre patience, votre sens de la pédagogie et de la rigueur qui m'ont permis d'apprendre dans les meilleures conditions.*

*A **Evelyne Caruel**. Votre humanité et votre implication auprès des étudiants forcent l'admiration.*

Aux infirmières, aux secrétaires, aux aides-soignantes, aux techniciens de laboratoires.

Au Docteur Sébastien Ninnin et à Delphine,

Pour l'accueil dans votre cabinet où j'ai plaisir à venir apprendre dans des conditions optimales.

A Benjamin, au docteur Serge Lise, à Jean-Pierre Millon,

Pour m'avoir permis d'entrer en contact avec les sportifs de l'étude.

A tous les volontaires,

Rugbymen, judokas et triathlète, sans qui cette étude n'aurait abouti.

A Martine,

Pour vos précieux conseils et votre professionnalisme, qui ont conduit à la réussite et l'aboutissement de ce travail.

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION | 13 |
| I- ETAT DES CONNAISSANCES | 14 |
| 1. Santé buccodentaire des sportifs de haut-niveau | 15 |
| 1.1. Etat bucco-dentaire général et sportif de haut niveau..... | 15 |
| 1.2. Lésions carieuses et sportifs de haut-niveau..... | 16 |
| 1.3. Facteurs de risque carieux et sportifs de haut-niveau..... | 17 |
| 2. La maladie carieuse | 19 |
| 2.1. Ecosystème buccal..... | 19 |
| 2.2. La carie dentaire..... | 19 |
| 2.3. Définition..... | 19 |
| 2.4. Facteurs de risque..... | 20 |
| 3. Les boissons énergétiques | 24 |
| 3.1. Indications..... | 24 |
| 3.2. Composition (tableau 3)..... | 25 |
| 3.3. Acidité (tableau 4)..... | 26 |
| II- RECHERCHE EXPERIMENTALE | 28 |
| 1. Matériels et méthodes | 29 |
| 1.1. Description de la population..... | 29 |
| 1.2. Information et consentement éclairé..... | 29 |
| 1.3. Examen clinique et recueil de la salive..... | 30 |
| 1.4. Traitement des échantillons – mise en culture..... | 31 |
| 1.5. Identifications bactériennes..... | 31 |
| 2. Résultats | 34 |
| 2.1. Présentation de la population (<i>Tableau 6</i>)..... | 34 |
| 2.2. Anamnèse (<i>tableau 7</i>)..... | 36 |
| 2.3. Identifications..... | 42 |
| 3. Discussion | 44 |
| CONCLUSION | 48 |
| BIBLIOGRAPHIE | 49 |
| ANNEXES | 55 |

INTRODUCTION

La santé bucco-dentaire est un élément fondamental qui conditionne la qualité de vie de tout un chacun. Cette influence est d'autant plus importante chez les sportifs de haut niveau, dont le métabolisme est constamment sollicité par une activité physique intense et régulière. Cela engendre des modifications physiologiques qui impliquent des habitudes alimentaires particulières. [6, 7, 13]

Des études récentes, menées notamment durant les trois derniers Jeux Olympiques d'Eté, font un constat alarmant sur l'état bucco-dentaire médiocre des athlètes participants. [34, 36, 50] Or, un tel état peut influencer sur leurs performances sportives, à tel point que certains d'entre eux sont contraints à l'abandon. [36, 37]

Les lésions carieuses semblent être responsables de la majorité des soins prodigués lors de ces manifestations sportives. [37] Evoluant souvent à bas bruit, elles peuvent conduire à des pathologies douloureuses et invalidantes. En effet, la maladie carieuse est l'une des principales causes de douleurs orales et de la perte des dents. [25]

D'origine plurifactorielle, elle survient lorsque deux facteurs de risque sont présents de façon concomitante : les bactéries cariogènes – principalement *Streptococcus mutans* et *Lactobacillus ssp* – et les glucides de l'alimentation. Ces derniers sont fermentescibles par les bactéries cariogènes, et indispensables à leur survie. [2, 34]

La consommation régulière de boissons énergétiques semble être un facteur de risque. En effet, au même titre que les sodas, ces boissons, riches en hydrates de carbone et très acides, sont considérées selon certains travaux comme co-responsables du développement carieux. [6, 7] Cependant, à notre connaissance, aucune donnée ne montre à ce jour l'incidence qu'elles peuvent avoir sur les bactéries cariogènes.

Ainsi, il convient de se demander quelle est l'influence de la consommation régulière de ces boissons énergétiques sur la flore bactérienne cariogène, notamment *S. mutans* et *Lactobacillus.ssp*.

L'objectif de cette étude est donc double : établir un protocole permettant d'observer l'incidence des boissons énergétiques sur la présence des bactéries cariogènes, et mettre en évidence leur implication. Avant cela, il apparaît indispensable de faire un rappel sur l'état des connaissances actuelles dans ce domaine.

I- ETAT DES CONNAISSANCES

1. Santé buccodentaire des sportifs de haut-niveau

1.1. Etat bucco-dentaire général et sportif de haut niveau

La santé bucco-dentaire est un déterminant fondamental pour la qualité de vie d'un individu. De nombreuses études mettent en exergue l'impact psychosocial des maladies dentaires, notamment celui des caries. [10, 22, 29, 19]

On peut dès lors imaginer l'importance de la santé bucco-dentaire à la fois pour le bien-être et le succès des sportifs, notamment les sportifs de haut niveau. Si la nécessité en soins bucco-dentaires chez ces athlètes a été évoquée à de nombreuses reprises [6, 11, 36, 43, 50, 54], peu d'études ont examiné directement leur état bucco-dentaire, bien qu'un risque carieux élevé ait été relevé plusieurs fois [54]. Ce risque est d'autant plus élevé chez les athlètes handicapés. [50]

Toutefois, des travaux ont mis en évidence un effet négatif de ces problèmes bucco-dentaires sur la qualité de vie et les performances des athlètes de haut niveau, toutes disciplines sportives confondues. Il convient de noter que ces études se basent uniquement sur des signes subjectifs (questionnaires) ; aucun lien objectif n'a été exploré et donc mis en évidence à ce jour. [37]

Une étude récente [36] sur les athlètes des Jeux Olympiques d'été de Londres en 2012 fait un constat alarmant : les résultats montrent un très mauvais état bucco-dentaire, que ce soit au niveau carieux, érosif ou parodontal. Les résultats montrent également un impact sur les athlètes atteints par ces affections bucco-dentaires quant à leur qualité de vie, et leurs performances sportives, notamment pour les sportifs atteints par des lésions carieuses.

En effet, durant ces olympiades, 278 athlètes provenant de 25 sports ont été examinés. Parmi eux, 55% présentaient des caries, 76% étaient atteints de gingivite et 45% de lésions érosives. L'impact de ces affections sur leur qualité de vie a été ressenti par 28% des athlètes concernés, 18% d'entre eux considérant que ces affections avaient une influence négative sur leurs performances sportives. [36]

Les consultations dentaires ont représenté 30% des visites médicales lors de cet évènement, soulignant l'importance de la mise en place d'une structure de prise en charge bucco-dentaire durant les évènements sportifs majeurs [36]. Cette exigence avait été prise en

considération au cours des trois derniers Jeux Olympiques d'Eté, entraînant une augmentation des moyens mis à disposition pour les athlètes et leur équipe durant ces manifestations. [37, 43,].

1.2.Lésions carieuses et sportifs de haut-niveau

La littérature fait état de nombreux soins dentaires prodigués au cours des Jeux Olympiques modernes, de 1968 à 2012, notamment au niveau de restaurations (temporaires ou définitives) après lésions carieuses. On sait actuellement que ces dernières ont un réel impact sur le bien-être et les performances des sportifs participant à ces événements, pouvant même les pousser à l'abandon. [38, 50]

Une revue systématique de littérature parue en 2015 [37] fait la synthèse des connaissances sur la santé bucco-dentaire des sportifs de haut niveau. 39 études ont été admises, se limitant aux sportifs professionnels et concernant une large diversité de disciplines sportives. Dans l'ensemble, la santé bucco-dentaire de ces derniers était relativement mauvaise, d'autant plus si l'on considère leur jeune âge. En effet, la proportion de patients présentant des lésions carieuses pouvait atteindre entre 15 et 75%.

Il convient de préciser que ces études ont montré que les catégories socio-professionnelles, tout comme les nations d'origine, n'influent généralement pas sur l'état bucco-dentaire de ces athlètes. On retrouve ces mêmes proportions dans les pays « développés » et les « pays en voie de développement ».

Ces études ne présentaient toutefois pas toujours un haut niveau de preuve, principalement parce que la majorité étaient réalisées à partir de données sur les athlètes se rendant à la clinique dentaire ou lors d'une consultation de toute l'équipe sportive durant les Jeux. [37]

Durant les Jeux Olympiques d'Eté d'Athènes en 2004, 658 patients se sont rendus à la Clinique Dentaire présente sur le site olympique, dont 123 athlètes. Sur ces 658 patients, non moins de 313 obturations coronaires définitives et 100 traitements endodontiques complets ont été réalisés sur les 1426 soins effectués. [50]

De la même façon, 1126 patients dont 516 athlètes olympiques ont consulté au sein de la Clinique Dentaire des Jeux de Pékin en 2008, conduisant à la réalisation de 1607 soins divers.

Là encore, 410 obturations coronaires définitives et 211 traitements endodontiques complets ont été réalisés. [54]

Bien que de nombreux autres soins dentaires aient été réalisés lors de ces événements quadriennaux – extractions, soins parodontaux, réalisation de protections intra-buccales –, les lésions carieuses ont pour conséquence une majorité d'actes prodigués par des spécialistes prévus à cet effet (endodontistes, dentistes spécialisés en odontologie restauratrice [11, 36, 50, 54].

1.3.Facteurs de risque carieux et sportifs de haut-niveau

La notion même de santé bucco-dentaire, les habitudes d'hygiène, les croyances spécifiques de chaque individu; de même que la présence, la conscience de l'utilité et l'accès à des programmes de prévention dans ce domaine ainsi que les habitudes alimentaires sont autant de déterminants fondamentaux remplissant les conditions sine qua non d'une bonne santé bucco-dentaire. [4, 6, 19, 24, 26, 32, 36, 37, 51]

C'est pourquoi, parmi les nombreux facteurs pouvant être responsables de cet état bucco-dentaire délétère [6, 36], nous nous sommes intéressés aux boissons énergétiques, ou sportives, ou encore dites « boissons de l'effort ». Ces dernières sont largement consommées par les athlètes – notamment de haut niveau – lors d'efforts intenses et prolongés [6]. Leur concentration élevée en sucres [24, 47], et leur acidité très variable [30] représentent des facteurs favorables au développement des bactéries cariogènes.

D'autre part, la déshydratation due à l'activité sportive entraîne une diminution du débit salivaire et une sécheresse buccale temporaires pouvant augmenter l'incidence néfaste des hydrates de carbone sur les caries et des boissons acides sur la déminéralisation (lésion carieuse ou lésion érosive non carieuse). [26, 33] Enfin, l'immunosuppression induite par l'exercice physique peut entraîner une baisse des défenses face à l'agression des bactéries cariogènes. [12]

Si certaines études ont observé une relation entre la consommation de boissons riches en hydrates de carbone – notamment les boissons sportives - avec la présence de caries [12, 32], il n'en existe actuellement pas dans la littérature observant une relation directe chez les sportifs de haut niveau, ni mettant en évidence l'incidence de ces boissons sur la flore buccale. Il apparaît dès lors intéressant d'observer leur incidence sur la population bactérienne

salivaire, principale niche écologique microbienne, en se focalisant sur les bactéries cariogènes.

Par ailleurs, une étude, parue en 2011 [6], s'est intéressée aux habitudes de vie qui pouvant se révéler être facteurs de risque carieux et érosif chez 31 triathlètes de haut niveau. Un examen clinique fut réalisé sur 10 d'entre eux. Les critères d'inclusion étaient un entraînement de plus de 10h par semaine.

Un questionnaire s'intéressant aux habitudes d'hygiène bucco-dentaire, au temps d'entraînement, à la présence ou non d'eau fluorée dans leur ville de résidence, à la fréquence de consommation de boissons sportives hebdomadaire, à la consommation de nourriture pendant l'entraînement, leur a été distribué.

L'examen clinique notait la présence ou non de dents cariées, absentes et/ou obturées (indice CAO), ainsi que l'état de santé parodontal et la présence ou non de lésions érosives.

La synthèse des réponses à ce questionnaire et des résultats de l'examen clinique ont permis aux auteurs d'évaluer le risque carieux grâce au Caries Risk Assessment (*Tableau 1*) et de conclure que tous les sujets de l'étude présentaient un risque carieux élevé. En effet, tous les athlètes présentaient au moins un facteur de risque carieux élevé.

| Factors | The following are recorded: | Low risk | Medium risk | High risk |
|--------------------------|--|---|---|---|
| dental caries experience | both the current level of dental caries and the past history | minimal or no previous caries | previous restorations and a low level of current caries | previous restorations and a high level of current caries |
| Diet | the frequency and timing of intakes of all fermentable carbohydrates | no more than 5–6 exposures of carbohydrates each day | greater than 5–6 exposures or frequent sipping of sugary drinks | frequent eating and/or drinking, particularly drinks that are acidic |
| Saliva | the stimulated flow rates are measured as well as the buffering capacity to determine the ability of the saliva to buffer acids in the mouth | saliva flow >1.0 ml/min normal neutralizing capacity | saliva flow=0.7–1.0 ml/min neutralising capacity low | saliva flow <0.7 ml.min neutralising capacity very low |
| caries bacteria | the numbers of mutans streptococci (significant in the cause of dental caries) | CRT<10(5)CFU/ml* | CRT≈10(5)CFU/ml | CRT>10(5)CFU/ml |
| fluoride use | the exposure to water fluoridation, toothpastes, mouthrinses and professional treatments | domestic water supply fluoridated consistently | domestic water supply unfluoridated fluoride products used | domestic water supply unfluoridated fluoridated products not used |
| oral hygiene | the numbers of times per day for toothbrushing and the use of dental floss are recorded | twice daily toothbrushing daily flossing | daily toothbrushing irregular flossing | less than daily toothbrushing no flossing |
| medical history | specific conditions that affect saliva and medications that affect saliva | no medical problems or drugs/medication that reduce salivary flow | drugs/medication that may reduce saliva | a condition or drug/medication use that significantly reduces salivary flow |

*Composite recovery time (CRT); colony-forming units (CFU)

Tableau 1 : Caries Risk Assessment. [6]

2. La maladie carieuse

2.1. Ecosystème buccal

La cavité buccale humaine est un écosystème fragile qui renferme un nombre considérable d'espèces microbiennes, dont plus de 500 espèces bactériennes. [8, 21, 34] Son équilibre dépend de la flore résidente présente dans différentes niches écologiques. Ces niches sont principalement représentées par quatre sites écologiques principaux : la salive, la langue et les muqueuses, le site sous-gingival et la plaque dentaire [48]. Le déséquilibre de la composition bactérienne de l'une de ces niches peut être responsable de certaines pathologies, notamment de la maladie carieuse [34].

2.2. La carie dentaire

La carie dentaire est l'une des infections chroniques les plus répandues à travers le monde. [53] Bien que qu'elle ait régressé en France et dans le monde au cours de ces dernières années, elle représente une menace tout au long de la vie, et est un enjeu majeur de Santé Publique, affectant les enfants scolarisés aussi bien que les adultes dans les pays industrialisés. [25, 42, 44, 46] Principale cause des douleurs orales et de la perte des dents, elle représente un risque redoutable par le fait qu'elle peut évoluer à bas bruit, et aboutit toujours à la destruction totale de la dent, en l'absence de traitement. [9, 25]

2.3. Définition

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définit la carie dentaire comme étant « *un processus pathologique localisé, d'origine externe, apparaissant après l'éruption, qui s'accompagne d'un ramollissement des tissus durs et évoluant vers la formation d'une cavité* ».

C'est une maladie plurifactorielle aboutissant à une destruction irréversible des tissus durs de la dent (émail et dentine). C'est la plus fréquente des maladies dentaires acquises. Elle est la conséquence de la fermentation acide des sucres par certaines bactéries. [34]

2.4.Facteurs de risque

Le processus carieux survient sous l'action simultanée de plusieurs facteurs : l'hôte (qualité et anatomie du tissu dentaire, composition et pH salivaire), les bactéries cariogènes, les facteurs comportementaux – notamment l'alimentation, et la consommation de sucres – et le temps de contact entre ces différents facteurs. Il ne se développe que lorsque tous ces facteurs sont présents. [25]

Mis en évidence dans le schéma de Keyes et Newburn en 1962 [39], les deux principaux facteurs étiologiques responsables de la maladie carieuse sont les sucres fermentescibles et les bactéries cariogènes représentées par les streptocoques et les lactobacilles. Leur interaction va donner lieu à un mécanisme étiopathogénique connu sous le nom d'acidogenèse de la plaque, favorisé ou inhibé par un "terrain" particulier évoqué par Keyes : le pH de la salive et de la plaque, l'anatomie dentaire, le fluor ...[34,39] D'autres facteurs interviennent chez l'hôte : son âge, son sexe, sa situation socioéconomique, son état de santé général, son état de santé bucco-dentaire et celui de son entourage ...[25,39]

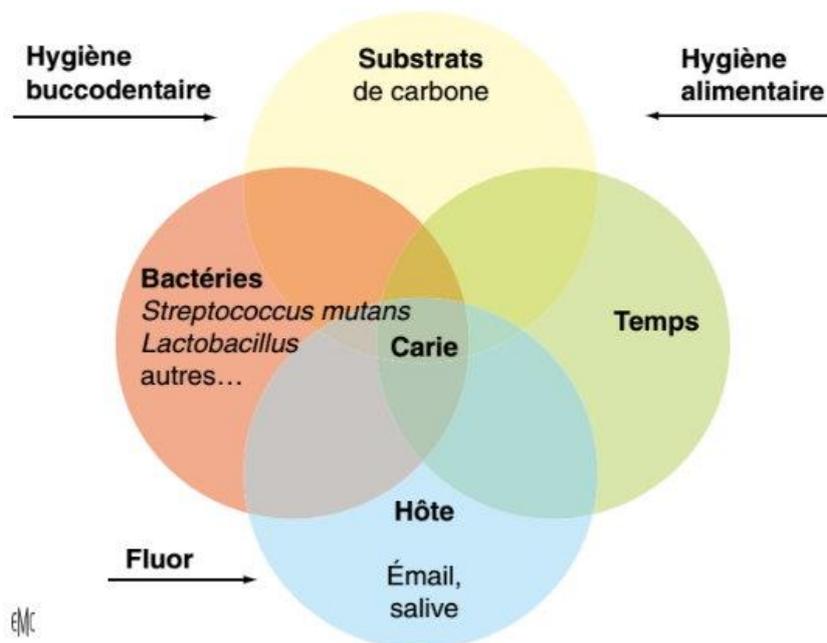


Figure 1 : schéma de Keyes. [25,39]

2.4.1. Bactéries cariogènes

Les **streptocoques** buccaux peuvent être organisés en 4 groupes : *mutans*, *salivarius*, *anginosus*, et *mitis*. (Tableau 2) [14]

| Groupe mutans | Groupe salivarius | Groupe anginosus | Groupe mitis |
|--------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|
| <i>S. mutans</i> | <i>S. Salivarius</i> | <i>S. constellatus</i> | <i>S. sanguinis</i> |
| <i>S. sobrinus</i> | <i>S. vestibularis</i> | <i>S. intermedius</i> | <i>S. gordonii</i> |
| <i>S. criceti</i> | | <i>S. anginosus</i> | <i>S. parasanguinis</i> |
| <i>S. ratii</i> | | | <i>S. oralis</i> |
| <i>S. downei</i> | | | <i>S. mitis</i> |
| <i>S. ferus</i> | | | <i>S. cristatus</i> |
| | | | <i>S. pneumoniae</i> |
| | | | <i>S. peroris</i> |
| | | | <i>S. infantis</i> |
| | | | <i>S. orisratti</i> |
| | | | <i>S. australis</i> |
| | | | <i>S. sinensis</i> |
| | | | <i>S. oligofermentans</i> |

Tableau 2 : espèces couramment reconnues parmi les streptocoques buccaux. [14]

L'espèce *Streptococcus mutans* joue un rôle prédominant dans l'initiation du processus carieux. [3, 31] Le nom de ce groupe provient du fait que les cellules bactériennes possèdent la capacité de perdre leur forme de coque et apparaissent souvent comme de courts bâtonnets ou cocco-bacilles.

S. mutans est retenu comme principal responsable des caries coronaires [23] Il possède la capacité de dégrader les sucres. Une très faible concentration de ces hydrates de carbone est suffisante pour permettre l'implantation de *S. mutans* dans la cavité orale. [34]

Le métabolisme des sucres par *S. mutans* permet de produire du lactate, du formate, de l'acétate, et de l'éthanol. La distribution précise des produits de fin de fermentation dépend des conditions de croissance. Par exemple, quand le glucose est abondant, le lactate est le produit majoritaire. [15]

Les acides produits déminéralisent l'émail des dents. Son pouvoir acidogène et son acidorésistance constituent les principaux facteurs de virulence des *S. mutans*. [14]

En effet, *Streptococcus mutans* est notamment capable de maintenir son activité fermentaire à des niveaux de pH qui sont inhibiteurs de pour d'autres espèces.

L'acidogénicité de *S. mutans* conduit à un changement écologique dans la flore de la plaque et induit une augmentation de la proportion de *S. mutans* ainsi que d'autres espèces acidogènes et acido-tolérantes. L'acidorésistance de *S. mutans* et son acidogénicité le distinguent donc des autres streptocoques buccaux et lui confèrent un avantage compétitif au sein de la plaque. [27, 49, 52]

Les **lactobacilles** apparaissent dans la cavité buccale chez l'enfant dès ses premières années de vie. Une corrélation étroite entre leur présence dans la salive et la présence de caries dentaires est largement admise. [1]

Leur pouvoir pathogène est lié à différentes propriétés. En effet, les espèces du genre *Lactobacillus* sont fortement acidogènes et aciduriques, leur permettant à elles aussi de croître dans des conditions de pH bas. Elles représentent ainsi comme *S. mutans* une proportion importante des micro-organismes de la plaque. On les retrouve préférentiellement au niveau des sillons du fait de leur faible capacité d'adhérence aux surfaces lisses. Ce sont des colonisateurs secondaires des lésions carieuses. Elles sont également impliquées dans le développement des caries radiculaires. [1,14]

2.4.2. Rôle des sucres en fonction du temps

Pour survivre, ces bactéries ont besoin de certains sucres, dits fermentescibles, participant à leur métabolisme. Ils sont généralement soit polymérisés sous forme de polysaccharides (de type homopolymères de glucose), soit dégradés par la voie de la glycolyse, conduisant à un rejet des déchets cataboliques sous forme d'acides organiques. Ceci leur permet une production d'énergie importante.

C'est cette production d'acides organiques qui est à l'origine de l'altération des tissus durs de la dent. En l'espace de quelques minutes, les acides organiques produits par les bactéries cariogènes font baisser le pH à l'interface plaque-émail. Si l'effet tampon du milieu environnant, lié en particulier à la salive, est insuffisant, le pH descend en dessous du seuil critique compris entre 5,3 et 5,7. Il y a alors déminéralisation de l'émail par passage en solution du phosphate et du calcium. Le plus souvent, une reminéralisation lui succède, après arrêt de la production d'acides par épuisement des sucres fermentescibles et élimination progressive de ceux-ci.

L'équilibre déminéralisation-reminéralisation peut cependant être rompu en faveur de la déminéralisation en cas d'apports de sucres fermentescibles en grande quantité, mais surtout prolongés ou répétés à intervalles rapprochés : le pouvoir tampon de la salive est débordé et la remontée du pH ne peut plus avoir lieu. De même, ce pouvoir compensateur ne pourra se produire si la plaque, trop épaisse, perd sa perméabilité et interdit la diffusion des fluides salivaires.

La courbe de Stephan (*figure 2*), observant l'évolution du pH de la plaque dentaire en fonction du temps, illustre l'acidogenèse de la plaque, après son exposition aux sucres fermentescibles par les bactéries cariogènes. [2, 34]

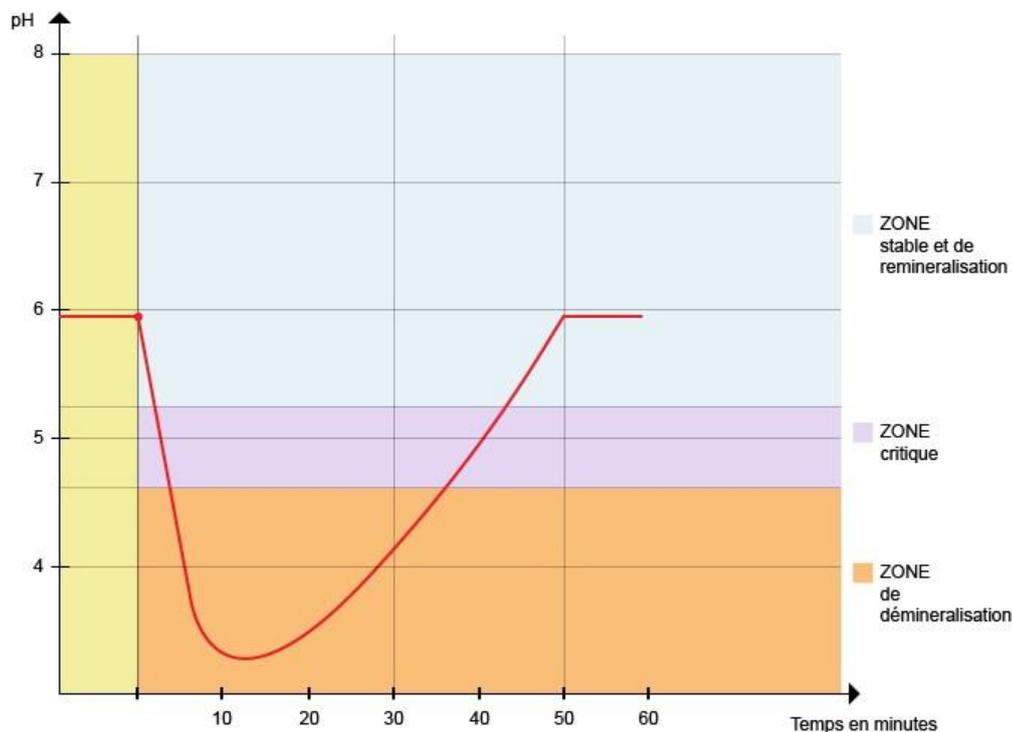


Figure 2 : Courbe de Stephan (évolution du pH en fonction du temps après consommation de sucres). Université de Rennes 1 selon Mouton C. et Robert J-C.

En résumé, un contact prolongé entre les bactéries cariogènes et l'émail, puis la dentine, dans un milieu acide, avec la présence de certains sucres, sont les conditions sine qua non du développement d'une lésion carieuse. [34]

3. Les boissons énergétiques

Les boissons énergétiques constituent un marché florissant avec une augmentation régulière des ventes dans le monde [55]. Ces boissons dites sportives, de l'effort ou encore isotoniques, ont fait son apparition dans les années 1960 aux Etats Unis. [20]

Elles ne doivent pas être confondues avec les boissons énergisantes qui ne sont ni destinées ni conseillées à la pratique sportive intensive. En effet les boissons énergisantes se distinguent par la présence de caféine, de taurine, d'herbes naturelles (guarana, échinacée, pollen d'abeilles...) et également par leur concentration élevée en sucre [47].

Le marché américain des boissons énergétiques est estimé, en 2009, à 1,6 milliard de dollars, représentant la moitié du marché mondial [55]. Les marques dominantes sont Gatorade[®] (marque achetée par PepsiCo[®] en 2001), Powerade[®] (appartenant à la marque Coca-cola[®]) et Isostar[®]. [30]

Au niveau européen, les boissons énergétiques dites « boissons diététiques d'apport glucidique », sont soumises à la directive 2002/46/CE du Parlement européen (décret du 20 mars 2006) avec la présence obligatoire de glucides et de sodium (cf concentrations requises ci-dessus). [41]

3.1. Indications

Il est actuellement bien admis qu'une hydratation et un apport alimentaire adaptés à une activité physique intense sont des facteurs importants pour la performance sportive. La qualité des nutriments et le moment de leur ingestion jouent un rôle sur la prévention de la santé des athlètes.

Le besoin hydrique lors de l'effort peut être déterminé grâce aux données acquises en termes de thermorégulation : la perte hydrique venant principalement du débit sudoral. Ce dernier dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels l'intensité de l'activité physique et la contrainte climatique de l'environnement. Il varie en moyenne de 0.5 à 4 litres par heure.

Considérant qu'une déshydratation supérieure à 2% du poids du corps entraîne une diminution importante des capacités physiques et mentales, il apparaît indispensable de pallier ce manque lors d'une activité intense et de longue durée.

C'est pourquoi, lors d'efforts intenses de plus d'une heure, un consensus se dégage actuellement pour proposer systématiquement un apport en hydrates de carbone se situant entre 30 et 60 grammes par heure, avec un apport suffisant en minéraux : la réhydratation abondante en eau peu ou pas minéralisée au cours d'efforts très prolongés entraîne un risque d'hyponatrémie dont les conséquences peuvent être graves.

Il convient de noter que les seuls éléments ayant fait leur preuve sur la performance et la prévention des conséquences physiopathologiques de l'activité intense de longue durée sont l'eau, les sucres et le sel. [13]

3.2. Composition (tableau 3)

Les recommandations internationales s'accordent pour définir les compositions de ces boissons. Les différentes concentrations doivent se situer entre 60 à 80g par litre concernant les glucides (glucose, dextrose, fructose, maltodextrines), 0.5 à 0.7g de sodium par litre, 0.075 à 0.2g de potassium par litre. À ce jour, aucune recommandation n'existe quant au contenu optimal en magnésium et en chlore, car l'alimentation permet de pallier facilement les pertes engendrées par l'activité physique. Il est possible de trouver du phosphore, zinc ou tout autre type de sels minéraux. Il existe également des boissons pour sportifs contenant des protéines qui sont commercialisées à des fins de récupération post entraînement. Elles contiennent généralement plus de protéines et moins de glucides que les boissons à prendre pendant l'entraînement. Le ratio idéal de glucides/protéines des boissons de récupération est de 3/1 ou 4/1. [35]

| Sport Drinks | Sodium (mg/250mL) | Potassium (mg/250ml) | Chloride (mg/250ml) |
|--------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| Gatorade | 103 | 30 | 1 |
| Powerade | 70 | 30 | - |
| Allsport | 55 | 55 | - |
| Isostar | 45 | 45 | 8 |

Tableau 3 : concentrations en sodium et potassium des principales boissons énergétiques du marché [7]

3.3. Acidité (tableau 4)

| | Physical state at purchase | Carbohydrate (g/100g) | pH |
|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----|
| Sports drinks | | | |
| Gatorade Mandarine | Liquid | 6.0 | 3.3 |
| Gatorade Green Apple | Liquid | 6.0 | 3.2 |
| Gatorade Red Orange | Liquid | 6.0 | 3.2 |
| Gatorade Arctic Snow | Liquid | 6.0 | 3.4 |
| Gatorade Orange | Powder | 6.0 | 3.0 |
| Gatorade Citron | Powder | 6.7 | 3.1 |
| Isostar Fast Hydration | Liquid | 6.7 | 3.9 |
| Isostar Hydrate+ | Liquid | 6.7 | 3.8 |
| Perform Citron | | | |
| Isostar Hydrate+Perform | Powder | 7.0 | 3.8 |
| Isostar Long Energy | Powder | 15.0 | 3.4 |
| M-Isodrink | Powder | 8.2 | 3.0 |
| PowerBar PowerGel | Gel | 12.8 | 3.7 |
| PowerBar Performance | Liquid | 4.9 | 3.7 |
| Sports Drink Orange | | | |
| PowerBar Performance | Powder | 6.6 | 6.6 |
| Sports Drink Orange | | | |
| Powerade Mountain Blast | Liquid | 8.2 | 3.5 |
| Powerade Orange | Liquid | 8.2 | 3.5 |
| Rivi Marathon | Powder | 5.0 | 3.2 |
| Sponser Hypotonic | Powder | 5.0 | 3.5 |
| Sponser Isotonic | Powder | 7.0 | 3.1 |
| Red orange | | | |
| Sponser Liquid Energy | Gel | 15.0 | 6.2 |
| Sportvital Energy | Powder | 4.1 | 4.4 |
| Formula | | | |
| Verofit Isotonic Tropical | Powder | 5.2 | 3.4 |
| Vittel Action | Liquid | 5.5 | 4.0 |
| Fruit drinks | | | |
| Apple juice clear <i>Juice Migros</i> | Liquid | 11 | 3.3 |
| Multivitamin <i>Gold Migros</i> | Liquid | 12 | 3.5 |
| Orange juice <i>Juice Migros</i> | Liquid | 12 | 3.6 |
| Orange juice with pulp <i>Granini</i> | Liquid | 9 | 3.6 |
| Pineapple juice <i>Gold Migros</i> | Liquid | 13 | 3.8 |
| Soft drinks | | | |
| Coca Cola | Liquid | 10.6 | 2.4 |
| Coca Cola light | Liquid | 0 | 2.5 |
| Fanta | Liquid | 10.1 | 2.6 |
| Lipton Ice Tea Lemon | Liquid | 8.0 | 3.1 |
| Lipton Ice Tea Light | Liquid | 0 | 3.4 |
| Pepsi light | Liquid | 0.5 | 2.7 |
| Pepsi max | Liquid | 0.5 | 2.8 |
| Red Bull | Liquid | 11.3 | 3.3 |
| Red Bull Sugarfree | Liquid | 0 | 3.2 |
| Schweppes Bitter Lemon | Liquid | 12 | 2.7 |
| Schweppes Tonic | Liquid | 8.9 | 2.5 |
| Sprite | Liquid | 10.1 | 2.7 |

Tableau 4 : concentrations en sucre et acidité de certaines boissons énergétiques et de certains sodas [30]

Le pH de ces boissons sportives varie entre 3 et 6 [30]. Certaines études ont montré qu'elles pouvaient avoir le même effet sur le pH de la plaque que les jus de fruit et les sodas, dont l'acidité est sensiblement la même. Lors de la prise de ces boissons, le pH de la plaque peut descendre en dessous de 5 [5, 18], pouvant avoir pour conséquence une déminéralisation de l'émail de surface. Certaines bactéries peuvent poursuivre leur activité fermentaires en dessous de ce seuil. [1, 27, 49, 52].

II- RECHERCHE EXPERIMENTALE

1. Matériels et méthodes

1.1. Description de la population

Critères d'inclusion

Notre étude concernait les sportifs ayant une activité physique régulière et intense, pratiquant le sport en compétition.

Trois types ont été inclus : la première partie ne consommait pas de boissons énergétiques, la seconde en consommait occasionnellement (lors des compétitions, le week-end seulement) et la troisième en consommant régulièrement (au moins une fois par jour).

Nous nous sommes intéressés à trois types population : l'équipe de rugby de Libourne évoluant en régionale 2, une triathlète ainsi que des judokas sportifs de bon niveau du centre régional d'éducation populaire et de sport (C.R.E.P.S.) de Talence.

Le choix s'est porté sur des jeunes sportifs jeunes – âge inférieur ou égal à 25ans- , susceptibles de devenir des sportifs de haut niveau, ainsi que des sportifs plus âgés ayant une activité physique soutenue.

Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion étaient la présence d'une ou plusieurs maladies systémiques, la prise d'antibiotiques durant les deux mois précédant le début de l'étude, un traitement orthodontique en cours. L'âge et le sexe n'entraînent pas dans ces critères d'exclusion.

1.2. Information et consentement éclairé

Après accord préalable du Comité de Protection des Personnes (C.P.P.), les sujets ont été informés oralement sur la procédure de l'étude. Une fiche de consentement éclairé (*Annexe 1*) reprenant toutes ces informations leur a été remise ainsi qu'à leurs représentants légaux dans le cas de sujets mineurs.

Dans le même temps, un premier questionnaire (*annexe 2*) nous permettant de cibler la population requise leur a été distribué et a été récupéré en même temps que la fiche de consentement éclairé.

Ce questionnaire s'intéressait aux habitudes alimentaires (prise de sucreries, boissons sucrées) aux habitudes concernant l'hygiène alimentaire (fréquence et temps de brossage, date du dernier rendez-vous chez un chirurgien-dentiste) et leurs habitudes concernant la prise de boissons énergétique (fréquence, type de prise).

1.3. Examen clinique et recueil de la salive

Après recueil du consentement éclairé, un second rendez-vous a été mis en place. Lors de cette rencontre, un second questionnaire plus approfondi (*Annexe 3*) a été soumis aux volontaires. Celui-ci nous a permis de recueillir leurs antécédents médicaux, chirurgicaux, et les traitements éventuels qu'ils suivaient.

Les sportifs ont répondu au questionnaire sous la direction de deux praticiens qui notaient leurs réponses. Des informations complémentaires, lorsque cela était nécessaire, ont été délivrées, notamment concernant la différence entre les boissons énergétiques et les boissons énergisantes, afin d'éviter toute confusion.

L'examen clinique bucco-dentaire a été réalisé dans le même temps :

- Soit dans un vestiaire isolé et réservé à cet effet dans le cas des rugbymen,
- Soit dans un cabinet au service dentaire du Centre Hospitalo-Universitaire de Saint-André, dans le cas de la triathlète,
- Soit dans une salle annexe isolée et réservée à cet effet dans les cas des judokas.

Cet examen clinique a été réalisé à l'aide d'un set d'examen – sonde, miroir, précelles – par deux praticiens. Il incluait un examen sommaire des articulations temporo-mandibulaires, des muqueuses et de la présence ou non de tartre. Il faisait état du schéma dentaire, s'intéressant aux dents cariées, absentes, obturées ou saines (indice CAO).

Enfin, les échantillons de salive non stimulée ont été recueillis dans un pot à prélèvement en propylène stérile à usage unique.

1.4. Traitement des échantillons – mise en culture

Les échantillons ont ensuite été acheminés au laboratoire de la faculté d'Odontologie de Bordeaux, cours de la Marne, dans l'heure suivant les prélèvements et conservés à 4°C.

Ils ont été traités dans les vingt-quatre heures. Une dilution à 10^{-5} de chaque prélèvement a été réalisée et mise en culture sur des milieux spécifiques :

- Mitis Salivarius Agar (MSA) pour la croissance des streptocoques.
- Man, Rogosa et Sharpe (MRS) pour la croissance des lactobacilles.

Pour ce faire, 50 µL ont été prélevés et étalés sur ces deux milieux. Ces milieux ont ensuite été placés en anaérobiose à 37°C pendant quarante-huit heures.

1.5. Identifications bactériennes

1.5.1. Colorations de Gram

Les différentes colonies qui se sont développées au terme de ces quarante-huit heures (*Annexes 3 et 4*) ont ensuite été observées, décrites (taille, forme, couleur, aspect) puis comptées.

Une coloration de Gram nous a permis de vérifier au microscope s'il s'agissait bien de bactéries et si leur forme (coques ou bacilles) et leur Gram (positif ou négatif) correspondaient à ce que l'on recherchait. Ceci nous a permis de vérifier la pureté de chaque colonie et d'exclure toute contamination.

Après cette observation au microscope, les cocci Gram+ provenant des milieux MSA et les bacilles Gram+ provenant des milieux MRS ont été respectivement remis en culture dans des bouillons Tryptone Soja (TS) et MRS placés à 37°C pendant vingt-quatre heures.

Au terme de ces vingt-quatre heures, nous avons procédé à une seconde coloration de Gram pour vérifier la pureté des échantillons. En parallèle, un test de catalase avec du peroxyde d'hydrogène a été réalisé pour les cocci Gram+ afin de s'assurer de l'absence de staphylocoques.

Les souches ont ensuite été conservées par congélation à -80°C dans l'optique d'une identification plus approfondie.

Deux techniques d'identification ont été réalisées, la première basée sur des critères biochimiques, par l'intermédiaire de galeries API ; et la seconde sur la biologie moléculaire, la Polymerase Chain Reaction (PCR).

1.5.2. Galeries Api

Deux types de galeries API ont été utilisés : API 20 Strep pour l'identification des streptocoques et API 50 CH pour l'identification des lactobacilles. Cette méthode teste un grand nombre de réactions chimiques (hydrolyse de substrats, métabolisme glucidique, réactions enzymatiques...) sur une même colonie bactérienne dans une fenêtre de vingt-quatre heures. Il s'agit d'un procédé simple et facile à mettre en œuvre.

Les souches ont été décongelées et 400 μ L d'échantillon bactérien ont été prélevés, déposés dans le bouillon de culture correspondant (TS et MRS) et placés pendant 24h à 37°C.

Puis, 50 μ L ont été prélevés et étalés sur gélose au sang de mouton (*Annexe 5*) ou sur gélose MRS selon les espèces bactériennes (respectivement streptocoques et lactobacilles). Ces géloses ont été mises en anaérobiose à 37°C pendant 24h.

Les colonies ont ensuite été récoltées à l'aide d'un écouvillon afin d'effectuer l'identification biochimique, selon les recommandations du fabricant.

La lecture de ces galeries s'est effectuées 24h après pour les streptocoques et 48h après pour les lactobacilles.

Les profils biochimiques obtenus sont comparés à des profils types. (*Annexe 6*)

1.5.3. Extractions d'ADN et PCR

De la même façon, les souches ont été décongelées et 300 μ L ont été prélevés et remise en culture dans un bouillon spécifique placé à l'étuve à 37°C pendant 24h.

L'extraction d'ADN a ensuite été effectuée selon les recommandations du fabricant (GenElute Bacterial Kit, Sigma Aldrich).

Puis des PCR avec des amorces spécifiques ont été effectuées sur les extraits d'ADN. Le choix des amorces s'est fait en fonction des résultats obtenus grâce à la technique d'identification par galeries API.

| Bactéries | Amorces | Localisation |
|----------------------|--|--------------|
| <i>S. mutans</i> | GTFB-F : 5'-ACTACACTTTCGGGTGGCTTGG GTBF-R : 5'-CAGTATAAGCGCCAGTTTCATC | 517bp |
| <i>S. salivarius</i> | Ssa442F : AACGTTGACCTTACGCTAGC Ssa2712R : GATTCTGTCAAAGAAGCC | 2270bp |
| <i>L. rhamnosus</i> | 9898 : 5'-GCAGCCGG CIMA : 5'-GATCATAAACAACCTGGAT | 800bp |

Tableau 5 : Amorces spécifiques aux espèces

L'amplification est réalisée à partir d'ADN matriciel (2µL) dans un volume réactionnel de 50µL de composition suivante :

- 5µL de Tris-HCL 100mM (pH 8,8), KCL 500mM
- 1µL d'amorce spécifique (230-270µM)
- 1µL de dNTPs (10mM de chaque)
- 1µL de Taq Polymérase 5U/µL
- Qsp 50µL d'eau ultrapure stérile

Ce mélange est recouvert de 25µL d'huile minérale afin d'éviter toute évaporation et soumis à l'amplification dans un thermocycleur suivant un programme différent selon les bactéries dont les caractéristiques suivantes sont une première étape de dénaturation de la matrice (95-96°C), une étape d'hybridation des amorces à Tm (variable selon les amorces) et une étape de polymérisation à 72°C. L'identification de l'espèce bactérienne s'effectue par visualisation sur gel d'agarose des fragments d'ADN amplifié de taille connue.

2. Résultats

2.1. Présentation de la population (Tableau 6)

| ID | Sexe | Age | Catégorie socio-professionnelle | Discipline sportive |
|-----|------|-----|---------------------------------|---------------------|
| AB | M | 32 | Coach sportif | Rugby |
| AD | M | 26 | Ingénieur travaux publics | Rugby |
| AF | M | 26 | Sportif professionnel rugby | Rugby |
| AG | M | 26 | Sportif professionnel rugby | Rugby |
| CG | M | 27 | Paysagiste | Rugby |
| DO | M | 24 | Sportif professionnel rugby | Rugby |
| NB | M | 35 | Sportif professionnel rugby | Rugby |
| SBe | M | 27 | Ingénieur | Rugby |
| SG | M | 25 | Sportif professionnel rugby | Rugby |
| SL | M | 26 | Educateur spécialisé | Rugby |
| ML | F | 35 | Cadre technique | Triathlon |
| AN | M | 18 | Etudiant | Judo |
| CC | F | 19 | Etudiante | Judo |
| CT | M | 19 | Etudiant | Judo |
| DA | F | 20 | Etudiante | Judo |
| DE | M | 18 | Etudiant | Judo |
| DM | F | 19 | Etudiante | Judo |
| DP | M | 18 | Etudiant | Judo |
| FAI | M | 19 | Etudiant | Judo |
| FAn | M | 19 | Etudiant | Judo |
| FH | M | 18 | Etudiant | Judo |
| GB | M | 20 | Etudiant | Judo |
| GC | F | 19 | Etudiante | Judo |
| HM | M | 19 | Etudiant | Judo |
| LL | F | 16 | Etudiante | Judo |
| MS1 | M | 19 | Etudiant | Judo |
| MS2 | M | 18 | Etudiant | Judo |
| MT | M | 18 | Etudiant | Judo |
| PD | M | 19 | Etudiant | Judo |
| PL | M | 19 | Etudiant | Judo |
| RA | M | 18 | Etudiant | Judo |
| RC | M | 19 | Etudiant | Judo |
| RF | M | 19 | Etudiant | Judo |
| RM | F | 19 | Etudiante | Judo |
| VJ | M | 19 | Etudiant | Judo |

Tableau 6 : présentation de la population

- L'échantillon final comprend 35 sportifs venant de 3 disciplines différentes dont 28 garçons (80%) et 7 filles (20%). Cet échantillon de sportifs est composé de 10 rugbymen (28.5%), 1 triathlète (3%) et 24 judokas (65.5%).
- La moyenne d'âge chez est de 18.7ans chez les judokas, 27,4ans chez les rugbymen et 35ans.
- Tous les athlètes font partie de catégories socio-professionnelles plutôt élevées.
- La majorité des athlètes interrogés n'a jamais été informée des risques inhérents à la consommation régulière de boissons énergétiques, ni des boissons sucrées en général.

2.2. Anamnèse (tableau 7)

| IDENTIFICATION | | ANAMNESE | | | | | | |
|-------------------|--------------|------------|---------------------|-----|---------|-----------|------------------|-----------------------|
| Sport | Dénomination | Anécédents | Etat bucco-dentaire | CAO | Hygiène | Sucreries | Boissons sucrées | Produits énergétiques |
| Rugbymen | SG | RAS | 4O 1C | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | DO | RAS | 4O 2A | 6 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | AD | RAS | 2O | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| | SL | RAS | 1C | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| | Sbe | RAS | 1O | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 |
| | CG | RAS | 3A | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| | AG | RAS | 1C | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| | NB | RAS | 12O 1A | 13 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| | AF | RAS | RAS | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | AB | RAS | 2O | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| Triathlète | ML | RAS | 2O | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Judokas | CT | RAS | 2O | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| | DM | RAS | RAS | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| | GB | RAS | RAS | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | FAI | RAS | RAS | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | FAn | RAS | RAS | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| | HM | RAS | RAS | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | MS | RAS | RAS | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | RC | RAS | RAS | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| | RF | RAS | RAS | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| | RA | RAS | RAS | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| | RM | RAS | RAS | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| | FH | RAS | RAS | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | DE | RAS | RAS | 0 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| | GC | RAS | RAS | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | DP | RAS | 2O | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| | CC | RAS | 8O | 8 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | LL | RAS | 1C | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | DA | RAS | RAS | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| | MS | RAS | 7O | 7 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | VJ | RAS | RAS | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| PD | RAS | 7O | 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | |
| AN | RAS | RAS | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| MT | RAS | 8O | 8 | 2 | 2 | 2 | 0 | |
| PL | RAS | RAS | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | |

Tableau 7 : synthèse des réponses des sportifs au questionnaire approfondi

2.2.1. Hygiène bucco-dentaire (tableau 7, figure 2)

Les résultats ont été consignés dans un tableau en attribuant une valeur numérique aux réponses données.

Le chiffre 1 a été attribué aux sujets se brossant les dents deux fois par jour ou plus, pendant deux minutes ou plus, avec un rendez-vous chez leur chirurgien-dentiste datant de moins d'un an,

Le chiffre 2 a été attribué aux sujets se brossant les dents moins de deux fois par jour ou se brossant les dents durant moins de deux minutes, n'ayant pas été chez leur chirurgien-dentiste depuis plus d'un an.

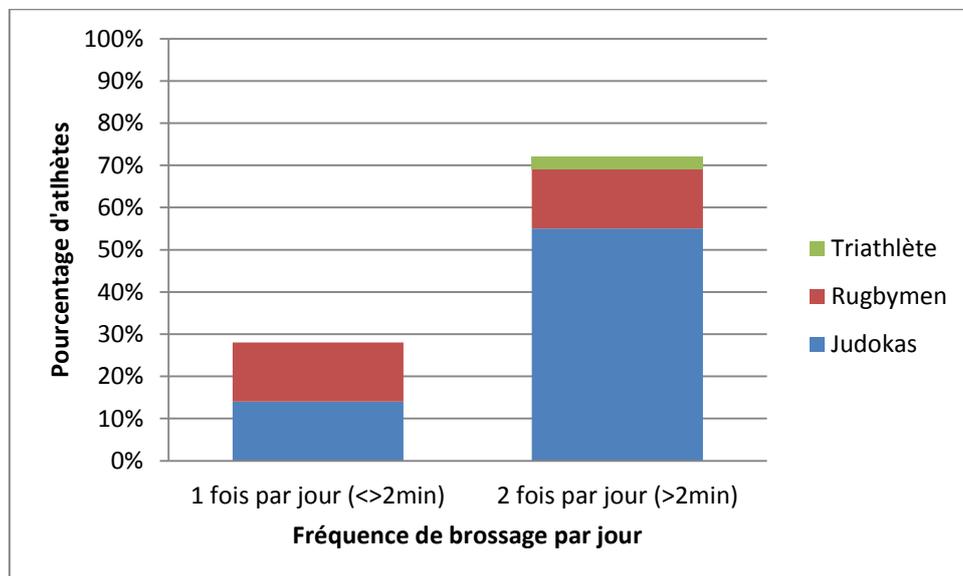


Figure 2 : fréquence et temps de brossage par jour.

- 19 judokas sur 24 (79%), 5 rugbymen sur 10 (50%) et la triathlète, soit 25 sportifs sur 35 (71.5%) se brossent les dents deux fois par jour ou plus pendant deux minutes ou plus.
- 5 judokas sur 24 (21%) et 5 rugbymen sur 10 (50%), soit 10 sportifs sur 35 (28.5%) se brossent les dents une fois par jour, pendant moins de deux minutes.

2.2.2. Habitudes alimentaires – facteurs de risques (Tab. 7, Fig. 3, 4, 5)

2.2.2.1. Sucreries

De même, les résultats ont été consignés dans un tableau en attribuant une valeur numérique aux réponses données.

Concernant les habitudes alimentaires à l'égard des sucreries (barres chocolatées, biscuits, gâteaux...) :

- Le chiffre 0 a été attribué aux sujets n'en consommant jamais.
- Le chiffre 1 a été attribué aux sujets n'en consommant qu'occasionnellement (le week-end seulement, par exemple).
- Le chiffre 2 a été attribué aux sujets n'en consommant qu'une fois par jour.
- Le chiffre 3 a été attribué aux sujets en consommant plusieurs fois par jour.

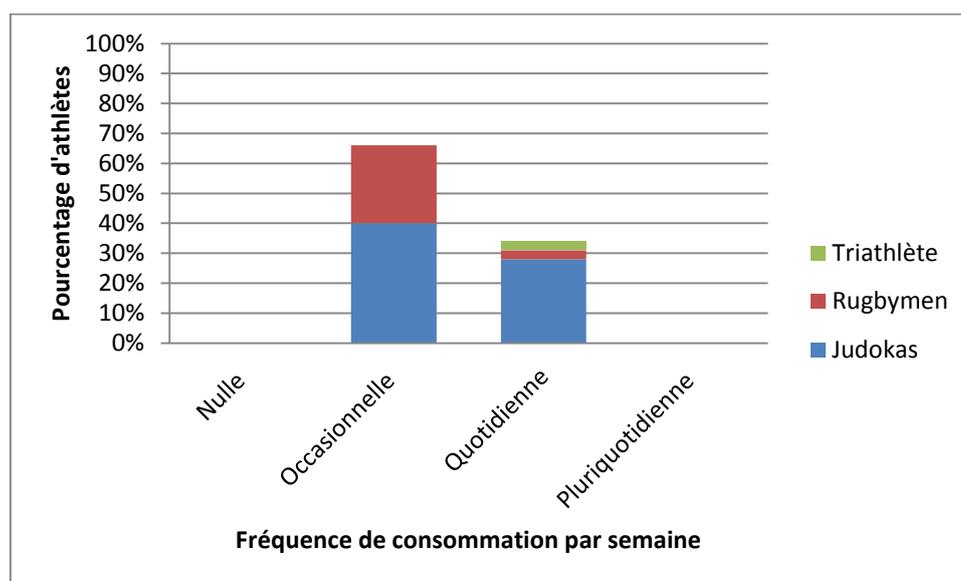


Figure 3 : fréquence de consommation de sucreries par semaine.

- Tous les sportifs consomment de façon occasionnelle ou plusieurs fois par semaine des sucreries.
- 14 judokas sur 24 (58.5%) et 9 rugbymen sur 10 (90%), soit 23 sportifs sur 35 (66%) consomment des sucreries occasionnellement.
- 10 judokas sur 24 (41.5%), 1 rugbyman sur 10 (10%) et la triathlète, soit 12 sportifs sur 35 (34%) consomment des sucreries une fois par jour.
- Aucun sportif ne consomme des sucreries plusieurs fois par jour.

2.2.2.2. Boissons sucrées (hors boissons énergétiques)

Concernant les habitudes alimentaires à l'égard des boissons sucrées (sodas, jus de fruits, sirops) hors boissons énergétiques :

- Le chiffre 0 a été attribué aux sujets n'en consommant jamais.
- Le chiffre 1 a été attribué aux sujets n'en consommant qu'occasionnellement (le week-end seulement).
- Le chiffre 2 a été attribué aux sujets n'en consommant qu'une fois par jour.
- Le chiffre 3 a été attribué aux sujets en consommant plusieurs fois par jour.

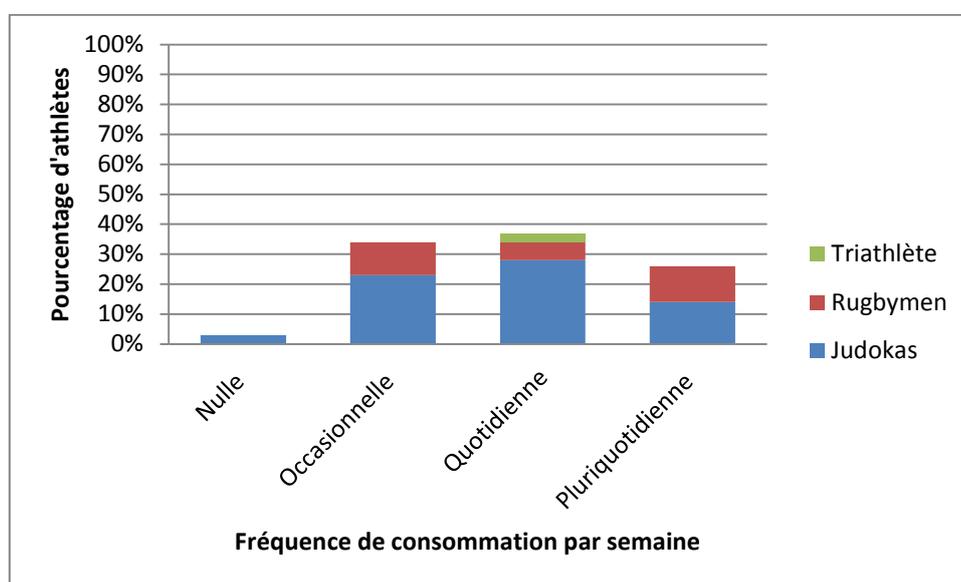


Figure 4 : fréquence de consommation de boissons sucrées par semaine.

- 1 judoka sur 24 (4%), soit 1 sportif les 35 (3%) ne consomme jamais de boissons sucrées (3%).
- 8 judokas sur 24 (33.5%) et 4 rugbymen sur 10 (40%), soit 12 sportifs sur 35 (34%) consomment des boissons sucrées occasionnellement.
- 10 judokas sur 24 (41.5%), 2 rugbymen sur 10 (20%) et la triathlète, soit 13 sportifs sur 35 (37%) consomment des boissons sucrées une fois par jour.
- 5 judokas sur 24 (21%) et 4 rugbymen sur 10 (40%), soit 9 sportifs sur 35 (26%) consomment des boissons sucrées plusieurs fois par jour.

2.2.2.3.Boissons énergétiques

Concernant les habitudes alimentaires à l'égard des boissons énergétiques :

- Le chiffre 0 a été attribué aux sujets n'en consommant jamais.
- Le chiffre 1 a été attribué aux sujets n'en consommant qu'occasionnellement (le week-end seulement).
- Le chiffre 2 a été attribué aux sujets n'en consommant qu'une fois par jour.
- Le chiffre 3 a été attribué aux sujets en consommant plusieurs fois par jour.

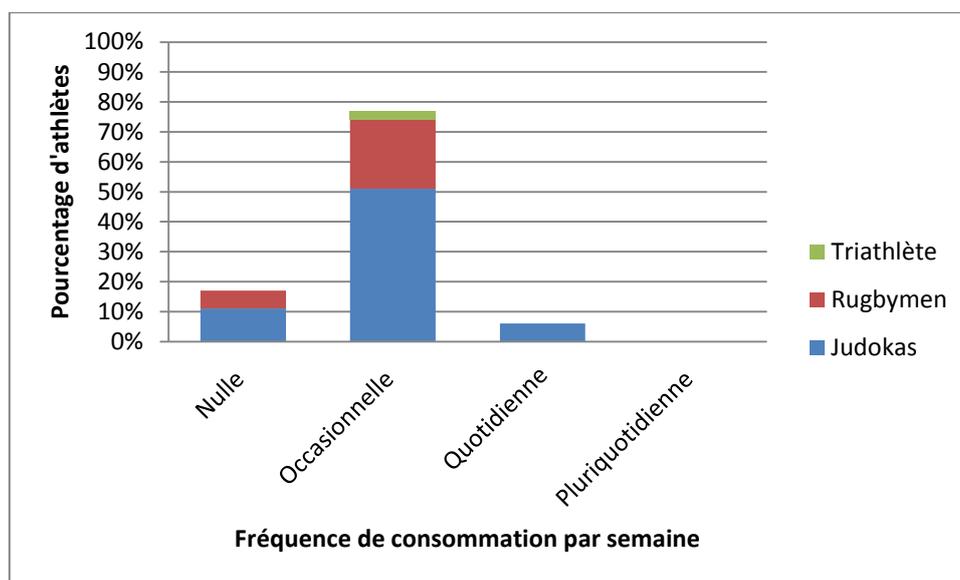


Figure 5 : fréquence de consommation de boissons énergétiques par semaine.

- 4 judokas sur 24 (16.5%) et 2 rugbymen sur 10 (20%), soit 6 sportifs sur 35 (17%) ne consomment jamais de boissons énergétiques.
- 18 judokas sur 24 (75%), 8 rugbymen sur 10 (80%) et la triathlète, soit 27 sportifs sur 35 (77%) consomment des boissons énergétiques occasionnellement.
- 2 judokas sur 24 (8.5%), soit 2 sportifs sur 35 (6%) consomment des boissons énergétiques une fois par jour.
- Aucun sportif ne consomme des boissons énergétiques plusieurs fois par jour.

2.2.3. Examen clinique bucco-dentaire (Tableau 7, Figure 6)

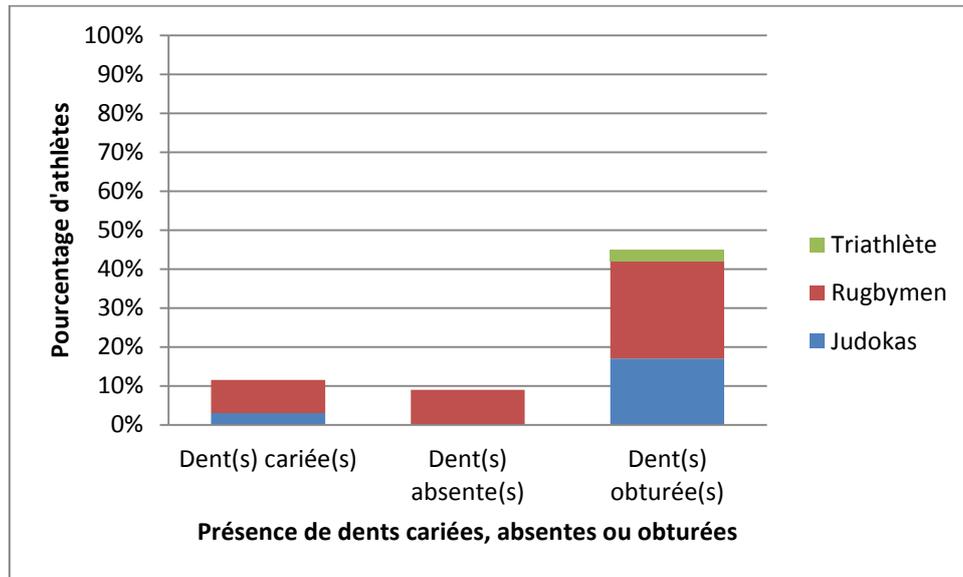


Figure 6 : pourcentage de sportifs présentant des dents cariées, absentes et/ou obturées.

- 1 judoka sur 24 (4%) et 3 rugbymen sur 10 (30%), soit 4 sportifs sur 35 (11.5%) présentent une ou plusieurs dents cariées.
- 3 rugbymen sur 10 (30%) soit 3 sportifs sur 35 (8.5%) présentent une ou plusieurs dents absentes.
- 6 judokas sur 24 (25%), 9 rugbymen sur 10 (80%) et la triathlète, soit 15 sportifs sur 35 (43%) présentent une ou plusieurs obturations coronaires.
- 17 judokas sur 24 (71%) et 1 rugbyman sur 10 (10%), soit 18 sportifs sur 35 (51.5%) ne présentent aucune dent cariée, absente (hors dents de sagesse) ou obturée.
- La moyenne du CAO chez ces sportifs est de 2.1. Elle est de 3.6 chez les rugbymen, 2 chez la triathlète et 1.5 chez les judokas.

2.3. Identifications

2.3.1. Colorations de Gram et catalase

Les bactéries retrouvées dans les colonies sur milieu MSA ont été identifiées par microscopie optique après colorations de Gram en tant que streptocoques. Le test de catalase a permis de confirmer ces observations.

De la même façon, les bactéries retrouvées dans les colonies sur milieu MRS étaient aussi des streptocoques. Seuls deux échantillons présentaient des colonies contenant des lactobacilles, qui ont été conservés et identifiés par la suite.

Toutes les colonies observées et identifiées par la suite étaient présentes dans une proportion largement supérieure à 10^5 UFC/mL de salive. (UFC = Unité-Formant-Colonie).

2.3.2. Galeries API (Tableau 8, Figure 7)

| Bactérie | Fréquence d'apparition |
|--------------------------------------|------------------------|
| <i>Aerococcus viridans</i> | 4 |
| <i>Enterococcus faecalis</i> | 3 |
| <i>Enterococcus faecium</i> | 4 |
| <i>Lactobacillus fermentum</i> | 1 |
| <i>Lactobacillus rhamnosus</i> | 1 |
| <i>Lactococcus lactis ssp lactis</i> | 7 |
| <i>Streptococcus constellatus</i> | 1 |
| <i>Streptococcus intermedius</i> | 1 |
| <i>Streptococcus mitis</i> | 12 |
| <i>Streptococcus mutans</i> | 3 |
| <i>Streptococcus oralis</i> | 1 |
| <i>Streptococcus salivarius</i> | 6 |
| Non identifié | 3 |
| Total | 47 |

Tableau 8 : espèces bactériennes identifiées par galerie Api

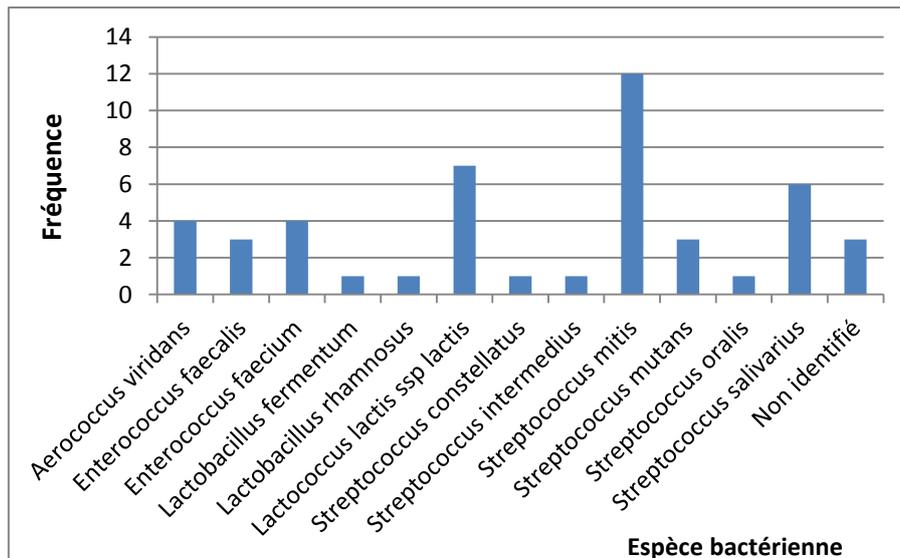
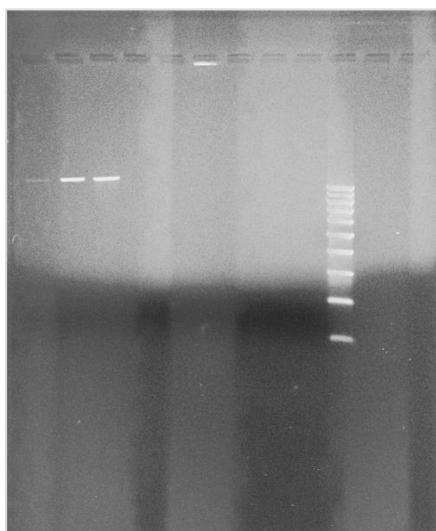


Figure 7 : espèces bactériennes identifiées par galerie Api.

- 47 bactéries provenant de différentes colonies de différents échantillons ont été identifiées par identification biochimique.
- Trois espèces bactériennes sont surexprimées : *Streptococcus mitis* (12/47 – 25%), *Lactococcus lactis ssp lactis* (7/47 – 15%) et *Streptococcus salivarius* (6/47 – 13%).
- Trois souches n'ont donné aucun résultat et restent à identifier.

2.3.3. PCR

- Nous avons réalisé 24 extractions d'ADN provenant de 24 souches différentes, et 32 PCR.
- Parmi ces 32 PCR, 4 souches ont pu être identifiées positivement : 2 comme étant des *S. salivarius* et 2 comme étant des *S. mutans*. (Photographie 1)



Photographie 1 : identification de *S. mutans* sur gel d'agarose sous lumière ultraviolette (Crédit photo : Wallid Boujema).

3. Discussion

L'objectif de cette étude était de mettre en place et valider un protocole mettant en évidence l'incidence éventuelle des boissons énergétiques sur la flore buccale cariogène, notamment sur *Streptococcus mutans* et *Lactobacillus ssp* dans la salive. Il était donc indispensable de regrouper différentes catégories d'échantillons de sportifs : une partie en consommant régulièrement, une partie n'en consommant qu'occasionnellement, et une partie n'en consommant pas.

L'hypothèse était que ces boissons, acides et riches en hydrates de carbone, pouvaient favoriser le développement des bactéries cariogènes. En effet, si une relation entre les boissons énergétiques et la présence de caries a déjà été observé [6, 37], aucune étude n'avait pour l'instant étudié le rapport entre ces boissons et la flore bactérienne cariogène.

L'objectif est partiellement atteint dans la mesure où nous avons pu étudier une population de sportifs de bon niveau, ayant une activité sportive régulière, nécessitant lors d'efforts intenses et prolongés la consommation de ces boissons énergétiques. Il paraissait par ailleurs intéressant d'étudier une population de sportifs de bon niveau, jeune, qui sont susceptibles de devenir les athlètes de haut niveau de demain, chez lesquels un mauvais état bucco-dentaire [37] et risque carieux élevé [6] ont pu être observés.

Cependant, nous avons rencontré des difficultés quant au recrutement de ces sportifs (distance, accès aux entraînements, étude basée sur le volontariat, durée d'inclusion limitée...), ce qui explique le nombre restreint d'échantillons relevé, notamment concernant des sportifs qui consomment régulièrement (1 fois ou plus par jour) des boissons énergétiques. Nous avons dû exclure par ailleurs quatre sportifs qui avaient suivi un traitement antibiotique au cours des deux mois précédent l'étude. La fiche de présélection ne nous a donc pas permis de faire de sélection préalable, compte tenu du nombre réduit d'échantillons à notre disposition, et de la difficulté d'accès aux différentes populations.

Nous avons pu néanmoins récolter 35 échantillons salivaires, provenant de sportifs pratiquant différentes disciplines, et dont la moyenne d'âge explique la fréquence et l'intensité de l'entraînement qu'ils suivent (au moins 2 heures par entraînement plus de 2 fois par semaine). Toutefois, si l'on compare avec la seule autre étude similaire à la nôtre [6], l'échantillon est comparable et reste cohérent (31 athlètes dans l'étude en Nouvelle-Zélande, 35 pour la nôtre).

Les résultats de l'anamnèse (*Tableau 7*) restent également à nuancer. En effet, certaines réponses à des questions similaires sur les deux questionnaires soumis aux sportifs ne correspondent pas. Chez certains rugbymen comme chez certains judokas, les réponses données à propos de la fréquence de consommation des sucreries, des boissons sucrées et des boissons énergétiques différaient entre les deux questionnaires.

D'autre part, nous avons pu noter une discordance entre les réponses des rugbymen, qui disent ne consommer qu'occasionnellement les boissons énergétiques, et leur entraîneur, qui semble nous indiquer qu'ils en consomment à tous les entraînements.

Il convient de noter que plusieurs prélèvements ont été réalisés sur la population de rugbymen. En effet, l'étude de cette population que l'on peut qualifier de pré-étude nous a permis de mettre en place un protocole relativement fiable et reproductible. Par ailleurs, le choix de prélever de la salive et non de la plaque allait dans ce sens. En effet, la plaque dentaire n'est pas toujours présente chez des individus ayant une bonne hygiène bucco-dentaire, et il était indispensable de prélever des échantillons sur chaque sujet pour que l'étude soit cohérente. D'autre part, il est admis que les bactéries cariogènes présentes dans la plaque se retrouve également dans la salive et inversement [1, 2, 14, 23].

La principale difficulté rencontrée au début de l'étude était donc le niveau de dilution de celle-ci. Les premières dilutions à 10^{-2} et 10^{-4} ne nous ont pas permis d'isoler ni de compter les colonies de par leur nombre trop important. Une fois le niveau de dilution défini (10^{-5}), nous avons pu déterminer la suite du protocole en identifiant nos souches grâce aux différentes techniques, en choisissant au préalable les colonies les plus appropriées à cet effet.

La deuxième difficulté rencontrée résidait dans la fiabilité des techniques d'identification. En effet, celles-ci se sont révélées par moment problématiques, entraînant une incertitude quant à l'identification de certaines souches, aussi bien pour la technique biochimique que pour la technique moléculaire.

Nous avons pu mettre en évidence la prédominance de *S. mutans* (identification par galerie Api et confirmation par PCR) seulement chez les deux sportifs consommant régulièrement (une fois par jour lors de leur entraînement) des boissons énergétiques. Ces sportifs ne présentent par ailleurs pas plus de facteurs de risques que les autres sportifs ne consommant pas ou seulement occasionnellement des boissons énergétiques.

Bien que ce résultat corresponde à notre postulat de départ, le nombre réduit d'échantillons de sportifs consommateurs réguliers ne nous permet pas de réaliser des statistiques probantes, et donc d'en tirer de conclusions. Il apparaîtrait toutefois intéressant de poursuivre l'étude sur un échantillon plus grand.

Concernant les autres sportifs, nous avons trouvé d'autres espèces bactériennes - des streptocoques (*S. salivarius*, *S. constellatus*, *S. mitis*), des lactocoques (*Lactococcus lactis*) ainsi que des enterocoques (*Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium*) – correspondant à la grande diversité d'espèces bactériennes retrouvées dans la flore buccale (plus de 500 espèces différentes). [14] Nous n'avons identifié que 2 souches ayant un profil de lactobacilles par procédé biochimique (*Tableau 8*), mais sans pouvoir le confirmer par PCR.

D'autre part, nous n'avons pas observé de relation entre la consommation de boissons sportives et la présence de caries. Il convient cependant de noter que l'examen clinique réalisé par les praticiens n'a pas été suivi par des examens complémentaires radiologiques, lors de doutes sur la présence ou non de caries.

Tous les sportifs présentent un risque carieux élevé si l'on se réfère au Caries Risk Assessment (*Tableau 1*), en effet, il est retrouvé au moins un facteur de risque carieux élevé, bien qu'ils aient une bonne hygiène bucco-dentaire pour la plus grande majorité (*Tableau 7*). C'est également pour cette raison qu'il est difficile d'incriminer uniquement les boissons énergétiques. C'est probablement la somme de ces facteurs de risques, notamment la prise fréquente d'aliments et boissons sucrées (jus, sodas, boissons énergétiques) qui conduit à ces résultats mais c'est lorsque les athlètes prenaient quotidiennement des boissons énergétiques que l'on a retrouvé *S. mutans*.

On peut toutefois se demander s'il n'y a pas dès lors que ces sportifs consomment des boissons sucrées une certaine accoutumance aux produits sucrés en général.

Enfin, il apparaît intéressant de souligner que la grande majorité des sportifs interrogés n'avaient pas été informés par leur chirurgien-dentiste du risque carieux inhérent à la consommation de boissons sucrées, notamment celui des boissons énergétiques.

Il apparaît ainsi opportun dès lors de rechercher les raisons de ce manque d'informations, car la plupart d'entre eux avaient consulté leur chirurgien-dentiste dans les six mois précédant l'étude.

Dans cette optique, des travaux initiés par l'équipe du Dr Jain aux Etats-Unis, parus en 2013 [17], se sont intéressés à la formation initiale des futurs chirurgiens-dentistes américains et canadiens (73 Universités) sur la prévention à l'égard de la consommation des sodas et des boissons énergétiques. Si toutes les Universités dispensaient des cours sur les effets négatifs des sodas, seulement 86% d'entre elles le faisaient pour les boissons énergétiques, en moins de 2 heures sur tout leur cursus. Enfin, seulement 59% d'entre elles encourageaient ces futurs praticiens à dispenser des informations préventives à propos des boissons énergétiques.

Il serait intéressant d'étudier dans les UFR d'Odontologie en France la présence ou non de ces informations et notions de prévention à l'égard des risques qu'encourent les consommateurs réguliers de ces boissons.

CONCLUSION

L'objectif de cette étude est partiellement atteint. Un protocole fiable et reproductible, permettant de mettre en évidence l'incidence des boissons énergétiques sur les bactéries cariogènes, a pu être validé. L'implication de ces boissons, quant à elle, reste à nuancer, de nombreux autres facteurs de risques intervenant de façon concomitante.

Les résultats obtenus sont tout de même intéressants : nous n'avons pu mettre en évidence la présence de *Streptococcus mutans* que chez les consommateurs réguliers de boissons énergétiques. Ces derniers ne présentaient par ailleurs pas plus de facteurs de risques que les autres sportifs. Le faible échantillon de consommateurs réguliers obtenu ne nous permet cependant pas de réaliser des statistiques, ni de tirer des conclusions.

Néanmoins, au vu du risque carieux élevé que présentent ces sportifs et des résultats obtenus à l'égard des bactéries cariogènes, il serait intéressant de poursuivre ces travaux sur une population plus importante.

De plus, ces travaux ont permis de soulever un problème important : la majorité des sportifs interrogés n'avaient pas conscience du risque carieux inhérent à la consommation de ces boissons, et par extension de toutes les boissons riches en hydrate de carbone. Cela implique que des mesures de préventions sont nécessaires à entreprendre auprès de cette population de sportifs particulièrement exposée au risque carieux. Leurs entraîneurs, ainsi que les chirurgiens-dentistes, doivent également être informés de ce risque et davantage impliqués dans la prévention de celui-ci, quand on sait les conséquences désastreuses que les lésions carieuses peuvent avoir sur la qualité de vie de tout un chacun.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Badet C and N.B. Thebaud. Ecology of Lactobacilli in the Oral Cavity: A Review of Literature. *The Open Microbiology Journal* 2008;2(3) : 8-48.
- [2] Badet C. Etude Clinique de la carie. *EMC, Médecine buccale* 2011 [28-260-M-10] : 1-7
- [3] Banas, J.A. Virulence properties of *Streptococcus mutans*. *Front. Biosci* 2004;9(1-3) : 1267-1277.
- [4] Baumgartner S, Imfeld T, Schicht O, et al. The impact of stone age diet on gingival conditions in the absence of oral hygiene. *J Periodontol* 2009;140 : 178-68.
- [5] Birkhed D. Sugar content, acidity and effect on plaque pH of fruit juices, fruit drinks, carbonated beverages and sport drinks. *Caries Res* 1984;18(2):120-127.
- [6] Bryant S, Mc Laughlin K, Morgaine K, et al. Elite athletes and oral health. *Int J Sports Med* 2011;32 : 720-4.
- [7] Coombes J.S. Sports drinks and dental. *Am J Dent*. 2005(4);18(2) : 101-4.
- [8] Dewhirst F.E, Chen T, Izard J, et al. The human oral microbome. *J. Bacteriol*. 2010; 192(19) : 5002-5017.
- [9] Fejerskov O, Kidd EA. Dental caries: the disease and its clinical management. 2003 Copenhagen: Blackwell-Monksgaard.
- [10] Foster Page LA, Thomson WM. Caries prevalence, severity, and 3-year increment, and their impact upon New-Zealand adolescents' oral-health-related quality of life. *J Public Health Dent*. 2012;72 : 287-94.
- [11] Gay Escoda C, Viera-Duarte-Pereira DM, Ardevol J, et al. Study on the effect of oral health on physical condition of professional soccer players of the Football Club Barcelona. *Med Oral Patol Cir Bucal*. 2011;16 : 436-9.
- [12] Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol*. 2007;103 : 693-9
- [13] Guezennec Y-C. Les boissons de l'effort : bases physiologiques de leurs utilisations et composition. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. 2011(3);46(1S1) : 46-53.

- [14] Guillaume C., Lavoie M.C. *Streptococcus mutans* et les streptocoques buccaux dans la plaque dentaire, minisynthèse. *Rev. can. microbiol.* 2011;57 : 1–20.
- [15] Hamada, S, Slade, H.D. Biology, immunology, and cariogenicity of *Streptococcus mutans*. *Microbiol. Rev.* 1980;44(2) : 331– 384.
- [16] Haute Autorité de Santé. Stratégies de prévention de la carie dentaire. *Recommandations en Santé Publique*. Mars 2010 : 26p.
- [17] Jain P. *Information on Effect of Beverages on Health in Dental Curricula. J Dent Res.* 2013;92(Spec Iss C) : 69.
- [18] Jawale BA, Bendgude V, Mahuli AV et al. Dental plaque pH variation with regular soft drink, diet soft drink and high energy drink: an in vivo study. *J Contemp Dent Pract.* 2012;13(2) : 201-4.
- [19] Kawashita Y, Fukuda H, Kawasaki K, et al. Pediatrician-recommended use of sports drinks and dental caries in 3-years-old children. *Community Dent Health.* 2011;28 : 29-33.
- [20] Kays J, Phillips–Han A, Gatorade: the idea that launched an industry, *Research of the University of Florida* 2003;8(1).
- [21] Kolenbrander, P.E. Oral microbial communities: biofilms, interactions and genetic systems. *Annu. Rev. Microbiol.* 2000;54(1) : 413–437
- [22] Locker D. Measuring oral health: a conceptual framework. *Community Dent Health.* 1988;5 : 5-13.
- [23] Loesche W.J. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol. Rev.* 1986;50(4) : 352–380.
- [24] Lun V, Erdman KA, Fung TS, et al. Dietary supplementation practices in Canadian high-performance athletes. *Int J Sports Nutr Exerc Metab.* 2012;22 : 231-37.
- [25] Lupi-Péguier L, Bourgeois D, Muller-Bolla M. Épidémiologie de la carie. *EMC Médecine buccale*, 2010 ;[29-010-A-20] : 1-14.
- [26] Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res* 2004;38(Suppl 1) : 34-44.

- [27] Matsui R, Cvitkovitch D. Acid tolerance mechanisms utilized by *Streptococcus mutans*. *Future Microbiol.* 2010;5(3) : 403–417.
- [29] McNutt M, Patrick M, Shugars DA, et al. Impact of symptomaticperiocoronitis on health-related quality of life. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66 : 2482-7.
- [30] Mettler S, C. Rusch, P. C. Colombani et al Osmolality and pH of sport and other drinks available Switzerland *Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie».* 2006;54(3) : 92–5.
- [31] Mitchell T.J. The pathogenesis of streptococcal infections: from tooth decay to meningitis. *Nat. Rev. Microbiol.* 2003;1(3) : 219–230.
- [32] Moynihan PJ, Kelly SA, Effect on caries of restricting sugars intake : systematic review to inform WHO guidelines. *J Dent Res.* 2014 ;93 : 8-18.
- [33] Mulic A, Tveit A, Songe D, et al. Dental erosive wear and salivary flow rate in physically active young adults, *BMC Oral Health* 2012 : 12-8.
- [34] Muller M, Lupi L, Jasmin J.R et al. Étiologie de la carie. *EMC - Odontologie* 1998:1-0 [23-010-A-30].
- [35] Nathan P, Boissons du sportif : osmolarité, les principes. *Médecin du sport* 2010(9) ;101 : 23-5.
- [36] Needleman I, Ashley P, Petrie A, et al. Oral health and impact on performance of athletes participating in the London 2012 Olympic Games : a cross-sectional study. *Br J Sports Med* 2013;47 : 1054-1058.
- [37] Needleman I, Ashley P., Fine P. et al. Oral Health and elite sport performance *Br J Sports Med* 2005;49:3-6 .
- [38] Needleman I, McGrath C, Floeyd P, et al. Impact of oral health on the life quality of periodontal patients, *J Clin Periodontol* 2004;31 : 454-7.
- [39] Newburn E. Cariology, Baltimore, Williams and Wilkins. 1978 : 289p.
- [40] Organisation Mondiale de la Santé Etiologie et prevention de la carie, rapport d'un groupe scientifique de l'OMS. *Série de rapports techniques.* Genève, 1972 : 494p.

- [41] Paule N, Agenet C. Boissons énergétiques, boissons énergisantes. Quelles différences ? Quelles règles de prudence ? *Nutrition & Pédiatrie* 2010;2 : 7p.
- [42] Peterson P. The world oral health report 2003. 2003 Geneva, Switzerland.
- [43] Piccininni PM, Fasel R. Sports dentistry and the Olympic Games. *J Can Dent Assoc* 2005;33 : 471-83.
- [44] Reiseine S, Douglas JM. Psychosocial and behavioural issues in early childhood caries. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1998;26(1Suppl) : 32-44.
- [45] Rollo I, Williams C. Effect of mouth-rinsing carbohydrate solutions on endurance performance. *Sports med.* 2011;41(6) : 449-461.
- [46] Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet* 2007;369 : 51-9.
- [47] Société Française de Nutrition et du Sport. Recommandations de la Société Française de Nutrition du Sport sur la consommation de boissons énergisantes chez le sportif. *Boissons Energisantes.* Juin 2008: 18p.
- [48] Socransky S.S, Manganiello S.D. The oral microbiota of man from birth to senility. *J Periodontol*, 1971;42 : 485–496.
- [49] Svensäter G, Sjögreen B, Hamilton I.R. Multiple stress responses in *Streptococcus mutans* and the induction of general and stress-specific proteins. *Microbiology*, 2000;146(Pt 1) : 107–117.
- [50] Vougiouklakis G, Tzoutzas J, Farmakis ET, et al. Dental data of the Athens 2004 Olympic and Paralympic Games. *Int J Sports Med.* 2008;29 : 927-93.
- [51] Watt RG. Emerging theories into the social determinants of health : implications for oral health promotion. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2002;30 : 241-7.
- [52] Welin-Neilands J, Svensäter G. Acid tolerance of biofilm cells of *Streptococcus mutans*. *Appl. Environ. Microbiol.* 2007;73(17) : 5633–5638.

[53] World Health Organization. 2002. The world health report. Reducing risks, promoting healthy life. 2002

[54] Yang XJ, Schamach P, Dai JP, et al. Dental service in 2008 Summer Olympic Games. *Br J Sports Med.* 2011;45 : 270-4.

Lien internet :

[55] Overview of the global sports nutrition market food, beverages and supplements. International Markets Bureau. <http://www.ats.agr.gc.ca/inter/5569-eng.htm>

ANNEXES

Document d'information :
Etude expérimentale portant sur l'incidence des boissons énergétiques sur la flore buccale et le pH salivaire.

UFR d'Odontologie de Bordeaux
Directeur de thèse : Docteur Cécile BADET

Madame, Monsieur,

Vous avez la possibilité de participer à une étude proposée par Monsieur Wallid BOUJEMAA, étudiant en sixième année d'odontologie, dans le cadre de sa thèse de Docteur en Chirurgie Dentaire.

La lecture de ce document vous apportera toutes les informations nécessaires en ce qui concerne les différents aspects de cette étude.

Votre participation se fait sur la base du volontariat, et vous avez parfaitement le droit de refuser d'y participer.

▪ **Objectif de la recherche**

La carie est une maladie plurifactorielle qui aboutit à la déminéralisation des tissus durs) de la dent (émail et dentine). Elle est la conséquence de la fermentation acide des sucres par certaines bactéries, dites bactéries cariogènes.

Un contact prolongé entre les bactéries cariogènes et l'émail (puis la dentine), dans un milieu acide, avec la présence de sucres, est la condition sine qua non du développement d'une carie.

La cavité buccale contient de nombreuses niches bactériennes, notamment la salive, qui en constitue le principal réservoir.

Les boissons énergétiques étant riches en sucres, et leur acidité très variable, l'objectif de cette étude est d'observer l'incidence de ces dernières sur la population bactérienne dans la salive, et par extension au niveau flore buccale en général, ainsi que l'impact qu'elles peuvent avoir sur le pH salivaire à court et long termes.

▪ **Qui peut participer ?**

Nous recherchons des personnes consommant des boissons énergétiques (sous forme de poudres à diluer ou de boissons déjà préparées) de façon plus ou moins régulière. C'est pourquoi nous avons ciblé notre recherche sur des sportifs de bon, voire haut niveau, dont l'activité est propice à l'utilisation de ces boissons.

▪ **Comment va se dérouler le prélèvement ?**

En premier lieu, pour cibler l'échantillon de population qui nous intéresse, vous devrez répondre à un questionnaire s'intéressant à votre consommation en boissons sportives, vos habitudes alimentaires et votre hygiène bucco-dentaire.

Dans le cas où votre profil correspond à notre étude, un questionnaire médical (antécédents médicaux, chirurgicaux, traitements en cours) et un examen bucco-dentaire sommaire seront réalisés.

Enfin, l'échantillon de salive sera prélevé, par simple expectoration dans un flacon stérile, et étudié ultérieurement au laboratoire de microbiologie à L'UFR d'Odontologie de Bordeaux.

▪ **Autres informations**

Dans le cadre de cette étude, un traitement informatique de vos données personnelles va être mis en œuvre afin de nous permettre d'analyser les résultats.

Ces données seront identifiées à l'aide d'un code, et de vos initiales, de manière à ce que vous conserviez l'anonymat. Toutes les informations obtenues à partir des prélèvements, ou de votre questionnaire médical resteront strictement confidentielles.

Les prélèvements ne seront pas conservés une fois les résultats obtenus.

Vous pouvez vous retirer de l'étude à tout moment, et poser vos questions à Monsieur Boujemaa, qui se doit d'y répondre.

Avant de procéder au prélèvement, un accord oral vous sera demandé, ainsi que la signature de ce document.

En vous remerciant d'avoir pris le temps de lire ce document.

Nom :

Prénom :

Et **signature** de l'intéressé :

Dans le cas où l'intéressé est mineur, un accord parental est nécessaire.

Signature du responsable légal :

Annexe 2 : premier questionnaire distribué aux sportifs

Dans le cadre d'une étude visant à observer l'incidence des boissons énergétiques sur la flore buccale, nous mettons en place ce questionnaire afin de recueillir des échantillons salivaires sur une population consommant régulièrement des produits énergétiques. C'est pourquoi nous avons besoin de vos coordonnées pour vous recontacter. Ces dernières resteront **strictement confidentielles**.

Nom : Prénom :

Téléphone : Email :

Centre d'entraînement/Club sportif :

❖ Concernant les produits énergétiques :

Consommez-vous des produits énergétiques :

jamais occasionnellement tous les jours à tous les entraînements

Sous quelle(s) forme(s) :

barres énergétiques poudres à diluer boissons

Comment les consommez-vous :

en les mangeant/buvant en réalisant des bains de bouche

Quelle(s) marque(s) consommez-vous :

Isostar Powerade Gatorade Autre(s) : précisez :

❖ Concernant vos habitudes alimentaires :

Consommez-vous des sucreries (barres chocolatées, biscuits, gâteaux, bonbons...) :

jamais occasionnellement une fois par jour plusieurs fois par jour

Consommez-vous des boissons sucrées (sodas, jus de fruits, café/thé/lait sucré...) :

jamais occasionnellement une fois par jour plusieurs fois par jour

❖ Concernant la sphère bucco-dentaire :

Vous brossez-vous les dents :

jamais occasionnellement une fois par jour deux ou trois fois par jour

A quand remonte votre dernière visite chez le dentiste :

jamais moins de six mois moins d'un an plus d'un an

Avez-vous déjà eu des soins de carie :

jamais une fois plusieurs fois

En vous remerciant de votre participation.
Wallid Boujema, étudiant en Odontologie.

Annexe 3 : second questionnaire distribué aux sportifs

Dans le cadre d'une étude visant à observer l'incidence des boissons énergétiques sur la flore buccale, nous mettons en place ce questionnaire afin de recueillir des échantillons salivaires sur une population consommant régulièrement des produits énergétiques. C'est pourquoi nous avons besoin de vos coordonnées pour vous recontacter. Ces dernières resteront **strictement confidentielles**.

Nom : _____ Prénom : _____
Téléphone : _____ Email : _____
Centre d'entraînement/Club sportif : _____
Date de naissance : _____

PARTIE I : ANAMNESE

1. Avez-vous des antécédents médicaux :

Oui Non

Si oui précisez :
.....

2. Avez-vous des antécédents chirurgicaux :

Oui Non

Si oui précisez :
.....

3. Prenez-vous un traitement médicamenteux :

Oui Non

Si oui précisez :
.....

4. Fumez-vous :

Oui Non

A quelle fréquence :
.....

5. Consommez-vous des produits illicites :

Oui Non

Si oui précisez :
.....

PARTIE II : HYGIENE BUCCO-DENTAIRE :

Examen bucco-dentaire :

Arcade maxillaire :

| Dent | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Cariée | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Absente | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Obturée | | | | | | | | | | | | | | | | |

Arcade mandibulaire :

| Dent | 48 | 47 | 46 | 45 | 44 | 43 | 42 | 41 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Cariée | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Absente | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Obturée | | | | | | | | | | | | | | | | |

Présence de :

- Tartre : Oui Non
- Parodontopathie : Oui Non
- Lésion des muqueuses : Oui Non
- Dysfonction temporo-mandibulaire : Oui Non
- Antécédents de traumatisme : Oui Non

6. Vous brossez-vous les dents :
- jamais occasionnellement une fois par jour deux ou trois fois par jour
7. Combien de temps brossez-vous :
- Quelques secondes Une minute Deux minutes ou plus
8. Utilisez-vous un dentifrice fluoré
- Oui Non
9. Complétez-vous le brossage par l'emploi du fil dentaire ou de brossettes ?
- Oui Non
10. Utilisez-vous régulièrement un bain de bouche ?
- Oui Non
11. Votre dernière visite chez un dentiste remonte à :
- jamais moins de six mois moins d'un an plus d'un an

PARTIE III : HABITUDES ALIMENTAIRES

12. Consommez-vous des sucreries (barres chocolatées, biscuits, gâteaux, bonbons...) :

- jamais occasionnellement une fois par jour plusieurs fois par jour

Précisez :

.....

13. Consommez-vous des boissons sucrées (sodas, jus de fruits, café/thé/lait sucré...) :

- jamais occasionnellement une fois par jour plusieurs fois par jour

Précisez :

.....

14. Avez-vous un régime alimentaire particulier (lié à votre activité sportive ou non) :

- Oui Non

Si oui précisez :

.....

15. Avez-vous des habitudes particulières concernant votre alimentation :

- Oui Non

Si oui précisez :

.....

PARTIE IV : PRODUITS ENERGETIQUES :

16. Consommez-vous des produits énergétiques :

- jamais occasionnellement tous les jours à tous les entraînements

Depuis combien de temps :

17. Sous quelle(s) forme(s) :

- barres énergétiques poudres à diluer boissons

18. Comment les consommez-vous :

- en les mangeant/buvant en réalisant des bains de bouche

19. Quelle(s) marque(s) consommez-vous :

- Isostar Powerade Gatorade Autre(s) : précisez :

20. Votre dentiste vous a-t-il informé des risques bucco-dentaires liés à la consommation de ces boissons sportives ?

- Oui Non

En vous remerciant de votre participation.
Wallid Boujemaa, étudiant en Odontologie.

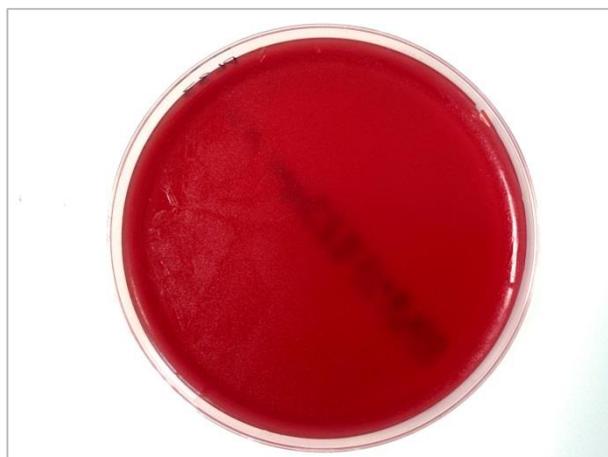
Annexe 4 : exemple de développement de colonies bactériennes sur gélose MSA après 24 heures d'ensemencement (crédit photo : Wallid Boujema).



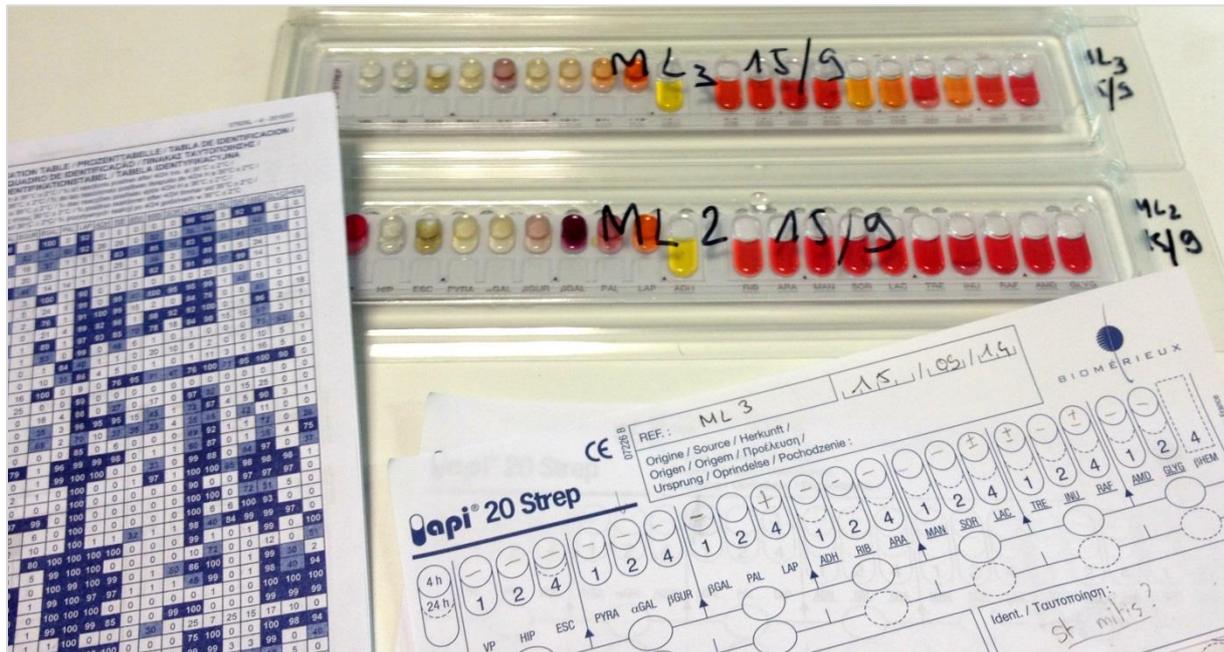
Annexe 5 : exemple de développement de colonies bactériennes sur gélose MRS après 24 heures d'ensemencement (Crédit photo : Wallid Boujema).



Annexe 6 : exemple de développement de colonies bactériennes sur gélose MRS après 24 heures d'ensemencement (Crédit photo : Wallid Boujema).



Annexe 7 : exemple de lecture de profil obtenu après réactions métaboliques et enzymatiques à 24 heures (Crédit photo : Wallid Boujemaa).



Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :