



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale
- Pas de Modification 4.0 France (CC BY-NC-ND 4.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>

UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD-LYON I
U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2026

THÈSE N° 2026 LYO1D 020

T H È S E
POUR LE DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 7 avril 2026

par

Lola JACON

Née le 17 avril 2000, à Mâcon (71)

Titre de la Thèse

**SANTÉ BUCCO-DENTAIRE ET PERFORMANCE CHEZ LE
VOLLEYEUR : ÉTAT DES LIEUX ET ENJEUX DE PRÉVENTION**

JURY

| | |
|--|-------------------------|
| M. Olivier ROBIN, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier | Président |
| M. Christophe JEANNIN, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier | Assesseur |
| M. Cyril VILLAT, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier | Assesseur |
| <u>M. Benjamin EVIEUX, Praticien Hospitalier Contractuel</u> | <u>Assesseur</u> |
| Mme Charlotte FARGES, Praticien Hospitalier Contractuel | Assesseur |

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

PRESIDENT DE L'UCBL

Bruno LINA

Directeur Général des Services par intérim

Gaël ASTIER

VICE-PRESIDENTS ET VICE-PRESIDENTES ELUS

Conseil d'Administration

Sandrine CHARLES

Commission de la Recherche du Conseil Académique

Arnaud BRIOUDE

Commission de la Formation et de la Vie Universitaire du Conseil Académique

Julie-Anne CHEMELLE

En charge des Ressources Humaines

Fabien DE MARCHI

En charge de la Transition Écologique et de la Responsabilité Sociétale

Gilles ESCARGUEL

En charge des Relations avec les Hospices Civils de Lyon et les Partenaires Hospitaliers

Frédéric BERARD

SECTEUR SANTE

Président du Comité de Coordination des Études Médicales

Philippe PAPAREL

Doyen de l'UFR de Médecine Lyon-Est

Gilles RODE

Doyen de l'UFR de Médecine et de Maïeutique Lyon Sud - Charles Mérieux

Philippe PAPAREL

Directeur de l'Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques (ISPB)

Claude DUSSART

Doyen de l'UFR d'Odontologie

Jean-Christophe MAURIN

Directeur de l'Institut des Sciences & Techniques de Réadaptation (ISTR)

Jacques LUAUTÉ

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIE

| | |
|--|--------------------------|
| Directrice de l'UFR Biosciences | Kathrin GIESELER |
| Directeur de l'UFR Faculté des Sciences | Olivier DEZELLUS |
| Directeur de l'UFR Sciences & Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS) | Guillaume BODET |
| Directeur de Polytech Lyon | Emmanuel PERRIN |
| Directeur de l'Institut Universitaire de Technologie Lyon 1 (IUT) | Michel MASSENZIO |
| Directeur de l'Institut des Science Financière & Assurances (ISFA) | Christian ROBERT |
| Directeur de l'Observatoire de Lyon | Bruno GUIDERDONI |
| Directeur de l'Institut National Supérieur du Professorat & de l'Éducation (INSPÉ) | Pierre CHAREYRON |
| Directrice du Département-composante Génie Électrique & des Procédés (GEP) | Sophie CAVASSILA |
| Directrice du Département-composante Informatique | Saida BOUAZAK BRONDEL |
| Directeur du Département-composante Mécanique | Marc BUFFAT |

FACULTE D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyen : Pr. Jean-Christophe MAURIN, Professeur des Universités-Praticien hospitalier

Vice-Doyens : Pr. Maxime DUCRET, Professeur des Universités - Praticien hospitalier
Pr. Brigitte GROSGOGEAT, Professeure des Universités - Praticien hospitalier
Pr. Cyril VILLAT, Professeur des Universités - Praticien hospitalier

SOUS-SECTION 56-01 : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Professeur Emérite des Universités-PH : M. Jean-Jacques MORRIER,
Professeure des Universités-PH : Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE
Maîtres de Conférences-PH : Mme Sarah GEBEILE-CHAUTY, Mme Claire PERNIER
Mme Guillemette LIENHART

SOUS-SECTION 56-02 : PREVENTION – EPIDEMIOLOGIE ECONOMIE DE LA SANTE - ODONTOLOGIE LEGALE

Professeur des Universités-PH : M. Denis BOURGEOIS Maître de Conférences-PH :
M. Bruno COMTE Maître de Conférences Associé :
M. Laurent LAFOREST

SOUS-SECTION 57-01 : CHIRURGIE ORALE – PARODONTOLOGIE – BIOLOGIE ORALE

Professeurs des Universités-PH : M. Jean-Christophe FARGES, Mme Kerstin GRITSCH
M. Arnaud LAFON

Maîtres de Conférences-PH : Mme Doriane CHACUN, M. Thomas FORTIN
Mme Kadiatou SY, M. François VIRARD

SOUS-SECTION 58-01 : DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESE, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Professeure Émérite des Universités-PH : Mme Dominique SEUX

Professeurs des Universités-PH : M. Maxime DUCRET, M. Pierre FARGE,
Mme Brigitte GROSGOGEAT, M. Christophe JEANNIN
M. Jean-Christophe MAURIN, Mme Catherine MILLET
Mme Sarah MILLOT, M. Olivier ROBIN, M. Cyril VILLAT

Maîtres de Conférences-PH : Mme Marie-Agnès GASQUI DE SAINT- JOACHIM
Mme Marion LUCCHINI, M. Raphaël RICHERT,
M. Thierry SELLI, Mme Sophie VEYRE, M. Stéphane VIENNOT

Professeur Associé M. Hazem ABOUELLEIL-SAYED

Maîtres de Conférences Associés Mme Marjorie FAURE, Mme Ina SALIASI, Mme Marie TOHME

SECTION 87 : SCIENCES BIOLOGIQUES FONDAMENTALES ET CLINIQUES

Professeure des Universités : Mme Florence CARROUEL

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| LISTE DES FIGURES | 8 |
| INTRODUCTION | 9 |
| I. Influence de la santé bucco-dentaire sur les performances du volleyeur de haut niveau | 10 |
| A. Santé bucco-dentaire et volley-ball de haut niveau..... | 10 |
| 1. Définition de la santé bucco-dentaire | 10 |
| 2. Lien entre santé orale, performance sportive et état de santé général..... | 10 |
| B. Pathologies bucco-dentaires chez le volleyeur de haut niveau | 11 |
| 1. Les lésions carieuses | 11 |
| 2. L'érosion dentaire | 11 |
| 3. Les pathologies parodontales | 12 |
| 4. Les traumatismes oro-faciaux..... | 13 |
| 5. Xérostomie et troubles du flux salivaire | 13 |
| C. Répercussions systémiques des pathologies bucco-dentaires sur la performance sportive | 14 |
| 1. Impact inflammatoire systémique et conséquences chez le volleyeur | 14 |
| 2. Effets de l'inflammation sur la performance musculaire du volleyeur | 15 |
| 3. Impact sur la récupération et le risque de blessure chez le volleyeur de haut niveau | 15 |
| 4. Conséquences sur l'énergie, la concentration et la performance cognitive | 16 |
| 5. Facteurs de risques bucco-dentaires chez le volleyeur de haut niveau | 17 |
| 6. Facteurs liés à la charge d'entraînement et au stress oxydatif | 17 |
| 7. Facteurs nutritionnels chez le volleyeur | 18 |
| a) Les glucides et le risque carieux | 18 |
| b) Les protéines..... | 18 |
| c) Les graisses et l'inflammation orale..... | 18 |
| 8. Les boissons et l'hydratation du sportif..... | 19 |
| 9. Facteurs comportementaux spécifiques au volleyball | 20 |
| 10. Synthèse des facteurs de risques chez le volleyeur de haut niveau | 20 |
| II. Relation entre l'équilibre neuro-occluso-musculo-articulaire, la posture corporelle et la performance sportive chez le volleyeur ... | 20 |
| A. Fondements physiologiques de la posture appliqués au volley-ball..... | 21 |
| 1. Définition et régulation de la posture chez le volleyeur..... | 21 |
| 2. Les capteurs posturaux et le volleyball..... | 22 |

| | | |
|----|--|----|
| a) | Le système visuel..... | 23 |
| b) | Le système vestibulaire | 23 |
| c) | Les capteurs plantaires..... | 23 |
| d) | La peau et les récepteurs proprioceptifs | 24 |
| e) | Synthèse des capteurs sensoriels et place de la sphère oro-faciale..... | 24 |
| B. | L'occlusion dentaire et appareil manducateur chez le volleyeur..... | 25 |
| 1. | Occlusion dentaire et proprioception..... | 25 |
| 2. | L'appareil manducateur | 26 |
| a) | Définition..... | 26 |
| b) | L'articulation temporo-mandibulaire..... | 27 |
| c) | L'os hyoïde..... | 27 |
| C. | Équilibre neuro-occluso-musculo-articulaire et régulation posturale chez le volleyeur de haut niveau | 28 |
| 1. | Intégration neurophysiologique de la sphère oro-faciale dans la régulation posturale | 28 |
| a) | La sphère oro-faciale comme interface sensorielle posturale | 29 |
| b) | Rôle du nerf trijumeau dans la transmission des informations posturales..... | 29 |
| 2. | Chaînes musculaires et continuité fonctionnelle entre le système manducateur et le système postural | 30 |
| a) | Théorie des chaînes musculaires : rappels conceptuels et limites scientifiques | 30 |
| b) | Chaînes musculaires impliquées dans la posture du volleyeur de haut niveau | 31 |
| 3. | Influence de la posture mandibulaire sur l'ajustement tonique et postural chez le volleyeur de haut niveau..... | 32 |
| a) | La posture mandibulaire comme modulateur de l'ajustement tonico-postural..... | 32 |
| b) | Dysfonction temporo-mandibulaire et réponses réflexes | 33 |
| c) | Incidences biomécaniques de l'interaction posture-occlusion | 34 |
| D. | Proposition d'un protocole expérimental évaluant les conséquences d'un déséquilibre occlusal sur la posture et la puissance musculaire chez les volleyeurs | 35 |
| 1. | Protocole expérimental et modalités d'évaluation | 36 |
| a) | Type d'étude et objectifs | 36 |
| b) | Population étudiée | 36 |
| c) | Matériel et standardisation des conditions..... | 36 |
| d) | Procédure expérimental | 38 |
| e) | Variables mesurées et analyse | 39 |
| 2. | Analyse des résultats | 40 |
| a) | Tests statistiques | 40 |
| b) | Plateforme Stabilométrique | 41 |
| c) | Services..... | 41 |

| | | |
|---|--|-----------|
| d) | Analyse complémentaire | 42 |
| 3. | Discussion..... | 42 |
| a) | La plateforme de force..... | 42 |
| b) | Les services | 43 |
| III. Prévention et prise en charge bucco-dentaire pour optimiser la performance des volleyeurs | | 44 |
| A. | Stratégies de prévention spécifiques aux volleyeurs | 45 |
| 1. | Prévention primaire bucco-dentaire chez le volleyeur..... | 45 |
| 2. | Prévention secondaire chez les volleyeurs | 46 |
| 3. | Prévention tertiaire chez les volleyeurs..... | 47 |
| B. | Innovations technologiques et approche numérique au service de la santé et de la performance ... | 48 |
| 1. | Les dispositifs connectés :..... | 48 |
| a) | Les capteurs intra-oraux miniaturisés pour le suivi de l'environnement buccal..... | 48 |
| b) | Les protège-dents connectés : une double fonction protectrice et diagnostique | 49 |
| 2. | Matériaux et technologies avancées. | 49 |
| a) | Les composites renforcés : résistance et biomimétisme au service du volleyeur | 49 |
| b) | Les gouttières posturales sur mesure : stabilisation et optimisation neuromusculaire | 50 |
| c) | L'impression 3D : précision, rapidité et personnalisation | 50 |
| 3. | Intelligence artificielle et modélisation prédictive au service de la posture, de la performance et de la prévention des blessures chez le volleyeur. | 51 |
| C. | Collaboration interdisciplinaire pour une prise en charge globale des volleyeurs..... | 51 |
| 1. | Rôles et complémentarité des acteurs de santé : chirurgien-dentiste, ODF, kinésithérapeute, ostéopathe, entraîneur. | 51 |
| a) | Le chirurgien-dentiste / odontologiste sportif..... | 52 |
| b) | L'orthodontiste et le prothésiste dentaire | 52 |
| c) | Le kinésithérapeute et l'ostéopathe | 52 |
| d) | Le préparateur physique et l'entraîneur..... | 52 |
| e) | Le médecin du sport et le nutritionniste | 52 |
| 2. | Les outils et protocoles de collaboration interdisciplinaire..... | 53 |
| a) | Les bilans pluridisciplinaires intégrés | 53 |
| b) | Les réunions de coordination médico-technique | 54 |
| c) | Les outils numériques de suivi intégré | 54 |
| d) | Protocoles d'intervention standardisés | 55 |
| CONCLUSION | | 55 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Les facteurs alimentaires influençant le risque d'érosion dentaire selon Nunn (2001) | 12 |
| Figure 2 : Acidité de quelques boissons sportives présentes sur le marché, comparées à d'autres boissons classiquement consommées. D'après Milosevic (1997)..... | 19 |
| Figure 3 : Illustration de la posture corporelle et de ses composantes d'après TAVAN (18)..... | 22 |
| Figure 4 : Les différents capteurs neurosensoriels (16)..... | 25 |
| Figure 5 : Domaines d'innervation des 3 branches du nerf trijumeau (nerfs ophtalmique, maxillaire et mandibulaire) - D'après le Pr AMRANE | 27 |
| Figure 6 : Rapports schématiques de l'os hyoïde, d'après Clauzade et Darailans (1989)..... | 28 |
| Figure 7 : Les chaînes musculaires selon Godelieve Struyf-Denys(30)..... | 31 |
| Figure 8 : Exemple d'évolution posturale observée suite à une intervention sur le repère occlusal. Statokinésiogrammes en condition d'occlusion dentaire (yeux fermés, dents serrées) chez une adolescente de 16 ans. (A) Avant traitement : déséquilibre postural associé à un dysfonctionnement temporo-mandibulaire. (B) Après traitement : nette amélioration après mise en place d'une orthèse mandibulaire amovible (gouttière orthopédique). Adapté de PEREZ(31)..... | 35 |
| Figure 9 : schéma d'un terrain de volley avec dimensions et zone ABCD | 37 |
| Figure 10 : Schéma du filet de volley avec les dimensions et les mires..... | 37 |

INTRODUCTION

Le sport de haut niveau exige une préparation minutieuse, où chaque détail peut influencer la performance des athlètes. Parmi les nombreux facteurs déterminants, la santé bucco-dentaire reste souvent négligée, alors qu'elle joue un rôle essentiel dans la condition physique et les capacités sportives. De nombreuses études montrent en effet qu'un mauvais état bucco-dentaire peut avoir des répercussions systémiques sur l'organisme, entraînant inflammation, fatigue chronique, altération des fonctions musculaires et posturales voire l'apparition de blessures. La prévalence élevée de problèmes bucco-dentaires non traités chez les athlètes a été signalée pour la première fois lors de la Coupe du monde de la FIFA de 1958 en Suède, au cours de laquelle un dentiste a effectué 118 opérations d'extractions dentaires sur 33 athlètes de divers pays (1).

Le volley-ball, discipline exigeant explosivité, coordination et endurance, expose les joueurs à des contraintes physiques spécifiques. L'alimentation riche en glucides, la consommation de boissons énergétiques, le stress des compétitions et la xérostomie sont autant de facteurs pouvant favoriser l'apparition de pathologies bucco-dentaires, impactant indirectement les performances sportives. De plus, l'équilibre occlusal, qui jouerait un rôle central dans la posture et la stabilité corporelle, pourrait être un élément clé dans l'optimisation des capacités athlétiques et sportives des volleyeurs.

Ainsi, cette thèse a pour objectif d'analyser le lien entre la santé bucco-dentaire et les performances sportives chez les volleyeurs, en mettant en évidence l'impact des pathologies buccales et des traitements sur leurs capacités athlétiques. Pour cela, notre réflexion s'articulera autour de trois axes principaux afin de répondre à la problématique suivante : *les pathologies buccales et leurs traitements ont-ils un impact sur les capacités des athlètes ?*

Dans un premier temps, nous examinerons le rôle de la santé bucco-dentaire comme facteur clé des performances sportives, en identifiant les pathologies les plus fréquentes chez les sportifs et leurs effets systémiques. Nous nous appuierons également sur des études cliniques pour mieux comprendre les implications de ces affections dans le domaine du volley-ball.

Dans un second temps, nous analyserons l'importance de l'équilibre occlusal sur les performances physiques des volleyeurs, en explorant son rôle dans la posture, la stabilité corporelle et la prévention des blessures. Nous proposerons, à travers un protocole d'étude clinique, des hypothèses sur les troubles occlusaux pouvant altérer la performance et les solutions disponibles pour y remédier.

Enfin, nous aborderons les stratégies de prévention et de prise en charge bucco-dentaire spécifiques aux volleyeurs, en mettant l'accent sur les bonnes pratiques d'hygiène, les avancées technologiques en odontologie notamment avec l'intelligence artificielle et l'intérêt d'une approche pluridisciplinaire intégrant les professionnels de santé et les entraîneurs.

En adoptant une approche interdisciplinaire et en intégrant les innovations récentes, ce travail vise à mieux comprendre l'influence de la santé bucco-dentaire sur la performance des volleyeurs et à proposer des solutions adaptées pour optimiser leur bien-être et leurs résultats sportifs.

I. Influence de la santé bucco-dentaire sur les performances du volleyeur de haut niveau

A. Santé bucco-dentaire et volley-ball de haut niveau

1. Définition de la santé bucco-dentaire

L'OMS définit la santé bucco-dentaire comme "un état de bien-être physique, mental et social complet et non seulement l'absence de maladies ou d'infirmités, concernant la bouche et les structures connexes. Elle permet à un individu de manger, parler et interagir socialement sans douleur, inconfort ou gêne, contribuant ainsi au bien-être général et à la qualité de vie."

Cette définition souligne l'importance de la santé bucco-dentaire dans le bien-être global des individus, au-delà de la simple absence de pathologies.

2. Lien entre santé orale, performance sportive et état de santé général

La santé bucco-dentaire des athlètes de haut niveau constitue un élément fondamental de leur état de santé général, bien que son importance demeure encore trop souvent sous-estimée dans le cadre du suivi médical sportif. La cavité buccale représente pourtant une interface majeure entre l'environnement extérieur et l'organisme, pouvant être le siège de processus inflammatoires et infectieux susceptibles d'avoir des répercussions systémiques.

De nombreuses études récentes mettent en évidence une prévalence élevée de pathologies bucco-dentaires chez les sportifs de haut niveau. Lors des Jeux Olympiques de Londres en 2012, une étude transversale menée auprès de 278 athlètes a révélé que 55 % présentaient des caries dentaires, 45 % une érosion dentaire, 76 % une gingivite et 15 % une parodontite(2). Ces données soulignent l'importance des atteintes bucco-dentaires au sein de cette population pourtant soumise à un suivi médical régulier.

Lorsqu'elles sont chroniques ou insuffisamment prises en charge, ces pathologies bucco-dentaires peuvent être à l'origine d'une inflammation systémique, de douleurs persistantes et d'une altération de l'état

général. Elles sont ainsi susceptibles d'impacter négativement la récupération, la concentration, la tolérance à l'effort et, à terme, les performances sportives. Ces répercussions peuvent être particulièrement délétères dans les disciplines nécessitant une coordination fine, une explosivité importante et une endurance intermittente, comme le volley-ball de haut niveau.

L'ensemble de ces éléments souligne la nécessité d'intégrer la santé bucco-dentaire dans une approche globale, préventive et pluridisciplinaire du suivi des athlètes de haut niveau.

B. Pathologies bucco-dentaires chez le volleyeur de haut niveau

Les données épidémiologiques spécifiquement consacrées aux volleyeurs de haut niveau restent relativement limitées dans la littérature scientifique. Toutefois, plusieurs études menées chez les sportifs de sports collectifs indoor, incluant le volley-ball, permettent de dégager des tendances pertinentes.

1. Les lésions carieuses

Des travaux portant sur des athlètes de sports collectifs ont mis en évidence une prévalence élevée des caries dentaires, estimée entre 40 et 60 %, en lien avec une consommation fréquente de glucides, de collations sucrées et de boissons isotoniques lors des entraînements et des compétitions. Chez les volleyeurs, ces habitudes alimentaires sont fréquentes en raison de la répétition des efforts explosifs et de la nécessité de maintenir un apport énergétique constant. (3–5)

2. L'érosion dentaire

L'érosion dentaire constitue également une pathologie couramment observée chez les volleyeurs. La consommation répétée de boissons acides, associée à une diminution du flux salivaire liée à la déshydratation et au stress de la compétition, favorise l'apparition de lésions érosives.

Plusieurs études mettent en évidence une prévalence élevée de l'érosion dentaire chez les athlètes de haut niveau. Une revue récente rapporte une fréquence comprise entre 42 % et 59 % dans différentes disciplines sportives élitaires(3). De plus, une étude menée auprès de 80 sportifs a mis en évidence une prévalence d'environ 40 %(6). Une analyse plus ancienne a également décrit des taux d'érosion allant de 36 % à 85 % selon les études incluses, bien que les critères diagnostiques varient(7). Dans l'ensemble, ces données suggèrent que l'érosion dentaire est une affection fréquente chez les sportifs, avec des pourcentages globalement élevés quelle que soit la discipline considérée. L'érosion dentaire peut être causée par des acides exogènes ou endogènes, ou une combinaison des deux. Les acides exogènes sont contenus dans l'alimentation, les boissons, les médicaments (Figure 1) ou l'environnement. Les acides endogènes correspondent, quant à eux, principalement aux acides gastriques possiblement rejetés lors de vomissements ou de régurgitations (17).

| Aliments | Médicaments |
|-------------------------------|---------------------------|
| Boissons gazeuses acides | Compléments riches en fer |
| Jus citronnés | Tablettes de vitamine C |
| Autres jus de fruits | Aspirine |
| Boissons sportives acides | |
| Vins | |
| Cidre | |
| Thés à base d'herbes | |
| Agrumes | |
| Autres fruits acides et baies | |
| Conserves vinaigrées | |
| Bonbons acides | |

Figure 1 : Les facteurs alimentaires influençant le risque d'érosion dentaire selon Nunn (2001)

3. Les pathologies parodontales

Concernant les atteintes parodontales, la littérature rapporte une prévalence élevée des affections inflammatoires gingivales chez les sportifs de haut niveau, indépendamment de la discipline pratiquée. L'étude transversale menée par Needleman et al. lors des Jeux Olympiques de Londres en 2012 a mis en évidence que 76 % des athlètes examinés présentaient des signes de gingivite, tandis que 15 % souffraient de parodontite. Ces résultats soulignent la fréquence importante des atteintes parodontales, y compris au sein d'une population bénéficiant pourtant d'un encadrement médical régulier.(2)

Ces données sont concordantes avec celles rapportées dans la revue systématique publiée par Ashley et al., qui décrit une prévalence élevée de la gingivite chez les sportifs élites, souvent supérieure à 60 %, et une prévalence de la parodontite comprise entre 10 et 20 % chez les athlètes adultes. Les auteurs mettent en avant plusieurs facteurs favorisants communs aux sports de haut niveau, tels que l'inflammation systémique induite par l'entraînement intensif, le stress oxydatif, les variations immunitaires liées à l'effort ainsi que certaines habitudes alimentaires spécifiques au contexte sportif.(7)

Bien que peu d'études soient spécifiquement consacrées aux volleyeurs de haut niveau, ces mécanismes apparaissent particulièrement pertinents dans le cadre du volley-ball, discipline caractérisée par des charges d'entraînement élevées, un enchaînement de compétitions, un stress psychophysiologique important et des habitudes nutritionnelles susceptibles de favoriser l'inflammation gingivale. La revue de Schulze et al. confirme d'ailleurs que les maladies parodontales inflammatoires restent fréquentes chez les sportifs, en particulier la gingivite, et qu'elles sont souvent sous-diagnostiquées en l'absence de suivi parodontal systématique.(3)

L'ensemble de ces travaux suggère ainsi qu'une inflammation gingivale chronique pourrait également concerner les volleyeurs de haut niveau et constituer un facteur contributif à l'inflammation systémique, susceptible d'altérer la récupération et, indirectement, la performance sportive.

4. Les traumatismes oro-faciaux

Bien que le volley-ball ne soit pas classé parmi les sports à haut risque traumatique, les traumatismes bucco-dentaires et faciaux y sont loin d'être exceptionnels. Les mécanismes lésionnels sont principalement liés aux chocs directs avec le ballon, aux chutes au sol lors des phases défensives, ainsi qu'aux contacts accidentels entre joueurs, pouvant entraîner des fractures dentaires, des atteintes du massif facial ou des lésions des tissus mous péri-oraux.

Ces observations cliniques sont corroborées par les données épidémiologiques issues d'une analyse de la base de données NEISS (National Electronic Injury Surveillance System) aux États-Unis, qui a recensé 235 traumatismes crânio-faciaux associés à la pratique du volley-ball, correspondant à une estimation nationale d'environ 10 424 consultations aux urgences. Parmi ces blessures, les lacérations cutanées représentaient la lésion la plus fréquente (37,9 %), et le visage constituait le site anatomique le plus souvent touché (41,7 %). Les fractures faciales, notamment celles impliquant le nez, figuraient également parmi les lésions régulièrement observées.(8)

Bien que ces données ne soient pas spécifiques au volley-ball de haut niveau, elles confirment que cette discipline expose les pratiquants à un risque réel de traumatismes faciaux, incluant potentiellement le complexe bucco-dentaire. L'absence fréquente de port de protège-dents chez les volleyeurs contribue probablement à sous-estimer ce risque, renforçant l'intérêt d'une sensibilisation accrue à la prévention des traumatismes oro-faciaux dans cette population.

5. Xérostomie et troubles du flux salivaire

La xérostomie et les troubles du flux salivaire constituent des problématiques fréquemment rencontrées chez les sportifs de haut niveau, et concernent tout particulièrement les volleyeurs. La pratique du volley-ball s'effectue majoritairement en milieu indoor, où les conditions thermiques, l'intensité des échanges et la répétition des efforts explosifs favorisent une déshydratation progressive au cours des entraînements et

des compétitions. Cette diminution de l'hydratation corporelle s'accompagne souvent d'une réduction du débit salivaire, phénomène bien décrit lors de l'exercice physique intense (7).

Le stress psychologique lié à la compétition, caractéristique du sport de haut niveau, constitue également un facteur aggravant des troubles salivaires. L'activation du système nerveux sympathique entraîne une modification de la quantité et de la composition de la salive, pouvant se traduire par une sensation de bouche sèche, notamment en situation de match.

Or, la salive joue un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre bucco-dentaire, notamment par ses fonctions de tampon acido-basique, de nettoyage mécanique, de reminéralisation de l'émail et de défense antimicrobienne(9). Plusieurs travaux ont montré qu'une diminution du flux salivaire chez le sportif favorise l'apparition de caries dentaires, d'érosions de l'émail et d'affections gingivales, contribuant à une altération de la santé orale. Ces troubles peuvent générer un inconfort fonctionnel, perturber la mastication et la phonation, et, indirectement, impacter la concentration et la performance sportive.

La prise en compte des troubles salivaires apparaît ainsi comme un élément essentiel de la prévention bucco-dentaire chez le volleyeur de haut niveau, nécessitant une attention particulière portée à l'hydratation, à la gestion du stress et au suivi odontologique régulier.

C. Répercussions systémiques des pathologies bucco-dentaires sur la performance sportive

1. Impact inflammatoire systémique et conséquences chez le volleyeur

Les pathologies bucco-dentaires, en particulier les infections chroniques et les maladies parodontales, ont des répercussions qui dépassent largement la sphère orale. Elles induisent un état inflammatoire systémique de bas grade susceptible d'altérer la performance et la récupération du volleyeur de haut niveau.

Chez ce dernier, les exigences physiques spécifiques du volley-ball, alternance rapide entre phases d'explosivité (sauts, smashes, contre) et phases de récupération très courtes, peuvent majorer les effets délétères de l'inflammation chronique, en limitant les capacités d'adaptation physiologique à l'effort.

Les maladies parodontales sont caractérisées par une inflammation chronique liée à l'accumulation de biofilm bactérien sous-gingival. Cette inflammation locale entraîne une production accrue de médiateurs pro-inflammatoires tels que l'IL-1 β , l'IL-6, le TNF- α , la protéine C-réactive (CRP) et les métalloprotéases matricielles (MMP). Ces médiateurs ne restent pas confinés à la cavité buccale : ils diffusent dans la circulation sanguine et participent à un état inflammatoire systémique persistant.

Chez le volleyeur de haut niveau, cette inflammation peut s'ajouter à celle induite par la charge d'entraînement élevée, créant un terrain pro-inflammatoire défavorable à la récupération musculaire et à la performance(10).

2. Effets de l'inflammation sur la performance musculaire du volleyeur

L'inflammation systémique induite par les pathologies bucco-dentaires peut avoir un impact direct sur les performances musculaires du volleyeur, sport caractérisé par des efforts explosifs répétés, une sollicitation intense des membres inférieurs et une exigence neuromusculaire élevée.

Sur le plan métabolique, l'élévation des cytokines pro-inflammatoires, notamment le TNF- α , favorise un état catabolique musculaire, avec une diminution de la synthèse protéique et une dégradation accrue des protéines contractiles. Cette situation peut entraîner une baisse de la puissance de saut, de la force de frappe et de l'endurance neuromusculaire, éléments déterminants de la performance en volley-ball. Par ailleurs, l'inflammation chronique favorise un stress oxydatif accru, altérant la fonction mitochondriale et réduisant la production d'ATP, indispensable à la contraction musculaire lors des actions explosives répétées.

Enfin, l'augmentation de la production d'hepcidine liée à l'inflammation peut réduire la biodisponibilité du fer, entraînant une diminution de la capacité de transport de l'oxygène et une baisse de la tolérance à l'effort, particulièrement pénalisante lors des matchs prolongés ou des compétitions en enchaînement.(11)

3. Impact sur la récupération et le risque de blessure chez le volleyeur de haut niveau

La récupération constitue un enjeu majeur dans le volley-ball de haut niveau, discipline à forte sollicitation explosive et neuromusculaire, caractérisée par des temps de récupération souvent limités entre les entraînements et les compétitions. Dans ce contexte, la persistance de ce contexte inflammatoire chronique d'origine bucco-dentaire peut interférer de manière significative avec les mécanismes physiologiques de récupération.

L'inflammation systémique induite par les infections bucco-dentaires, notamment via l'élévation persistante des cytokines pro-inflammatoires (IL-1 β , IL-6, TNF- α), peut ralentir la réparation musculaire post-effort. En effet, une activation excessive de ces médiateurs inflammatoires est susceptible d'inhiber la prolifération et la différenciation des cellules satellites, pourtant essentielles à la régénération des fibres musculaires après les microlésions induites par l'effort. (12)

Par ailleurs, l'inflammation chronique s'accompagne fréquemment d'un stress oxydatif accru, susceptible d'amplifier les dommages musculaires et tendineux et de prolonger les délais de récupération(13). Cette altération des processus réparateurs peut conduire à une récupération musculaire incomplète chez le volleyeur.

Associée à une éventuelle altération de la qualité du sommeil, liée à la douleur ou à la réponse inflammatoire systémique, cette situation peut favoriser l'installation d'une fatigue neuromusculaire persistante.

L'état inflammatoire systémique peut également avoir un retentissement sur la qualité du sommeil, élément central de la récupération physique et nerveuse. Les douleurs bucco-dentaires, associées à l'inflammation chronique, peuvent entraîner des réveils nocturnes fréquents et une diminution du sommeil profond. De plus, l'inflammation est susceptible de perturber la régulation des cycles veille-sommeil en altérant la sécrétion de mélatonine, hormone essentielle à l'endormissement et à la récupération nerveuse et hormonale (13). Une altération du sommeil peut ainsi compromettre la récupération cognitive, la coordination motrice et la vigilance, paramètres essentiels dans une discipline exigeant une prise de décision rapide et une précision gestuelle élevée comme le volley-ball.

Chez le volleyeur de haut niveau, une récupération insuffisante peut ainsi entraîner des déséquilibres musculaires, une diminution des capacités d'adaptation aux charges d'entraînement et, à terme, une augmentation du risque de blessures. Les articulations fortement sollicitées dans cette discipline ; en particulier les genoux, les chevilles et les épaules ; apparaissent particulièrement exposées.

Ces éléments soulignent l'importance d'une prise en charge rigoureuse des pathologies bucco-dentaires afin d'optimiser la récupération et de limiter le risque traumatique chez le volleyeur.

Au-delà de son rôle central dans la récupération physique, la qualité du sommeil conditionne également les performances cognitives, particulièrement sollicitées en volley-ball

4. Conséquences sur l'énergie, la concentration et la performance cognitive

Le volley-ball de haut niveau est un sport à forte exigence cognitive, nécessitant une prise de décision rapide, une anticipation permanente et une coordination collective fine.

Dans ce contexte inflammatoire persistant, le métabolisme énergétique global peut être altéré en détournant les ressources de l'organisme vers la réponse immunitaire, contribuant à une fatigue chronique et à une diminution de l'énergie disponible pour l'effort physique et mental.

Sur le plan neurocognitif, les cytokines pro-inflammatoires peuvent perturber la neurotransmission et affecter les fonctions exécutives, notamment la concentration, la vigilance et la rapidité de prise de décision (14). Ces altérations peuvent se traduire, chez le volleyeur, par une baisse de la précision gestuelle, une diminution de la réactivité et une altération de la performance collective.

Enfin, les douleurs bucco-dentaires et l'inflammation chronique peuvent perturber la qualité du sommeil, élément central de la récupération physique et cognitive (15,16) Un sommeil fragmenté ou insuffisant impacte directement la coordination, le temps de réaction et la stabilité émotionnelle, autant de paramètres essentiels à la performance en volley-ball de haut niveau.

Ainsi, les pathologies bucco-dentaires, par les mécanismes inflammatoires systémiques qu'elles induisent, sont susceptibles d'altérer la performance du volleyeur de haut niveau à plusieurs niveaux — musculaire, récupération, énergétique et cognitif — soulignant l'importance d'une prise en charge bucco-dentaire intégrée dans le suivi global de l'athlète.

5. Facteurs de risques bucco-dentaires chez le volleyeur de haut niveau

Les sportifs de haut niveau sont exposés à des facteurs de risque spécifiques susceptibles de compromettre leur santé bucco-dentaire. Chez le volleyeur, ces facteurs sont liés à la charge d'entraînement, aux habitudes nutritionnelles, à l'hydratation, ainsi qu'aux contraintes propres à une pratique sportive intense en milieu indoor. L'association de ces éléments crée un terrain favorable au développement de pathologies bucco-dentaires pouvant, à terme, impacter la performance sportive.

6. Facteurs liés à la charge d'entraînement et au stress oxydatif

Le stress oxydatif correspond à un déséquilibre entre la production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) et la capacité de l'organisme à les neutraliser par ses systèmes de défense antioxydants. Lors de l'exercice physique, la production d'énergie par les mitochondries s'accompagne naturellement de la formation de radicaux libres. En situation d'entraînement intensif et répété, cette production peut dépasser les capacités antioxydantes de l'organisme, entraînant un état de stress oxydatif.

Chez le sportif de haut niveau, et en particulier chez le volleyeur, l'enchaînement des séances d'entraînement et des compétitions favorise l'accumulation de ce stress oxydatif. Celui-ci joue un rôle clé dans la progression des maladies parodontales, en induisant une production excessive d'ERO responsables de dommages cellulaires et tissulaires, favorisant ainsi l'inflammation chronique des tissus de soutien de la dent.

L'exercice physique modéré exerce un effet protecteur sur l'équilibre oxydatif, tandis que l'entraînement intensif et prolongé, caractéristique du sport de haut niveau, peut affaiblir le système immunitaire et compromettre la santé bucco-dentaire. Une alimentation riche en glucides, fréquemment adoptée par les sportifs pour répondre aux besoins énergétiques élevés, peut également accentuer le stress

oxydatif et l'inflammation parodontale, renforçant ainsi la vulnérabilité du volleyeur aux pathologies buccales(3).

7. Facteurs nutritionnels chez le volleyeur

a) Les glucides et le risque carieux

L'alimentation des sportifs de haut niveau repose largement sur des apports glucidiques importants afin de couvrir les besoins énergétiques liés à l'effort. Chez les volleyeurs, la consommation fréquente de sucres simples et de glucides fermentescibles, sous forme de barres, gels ou collations, est courante avant, pendant et après les entraînements et les matchs.

Cette consommation répétée entraîne une acidification du milieu buccal, favorisant la prolifération de bactéries cariogènes et l'accumulation de plaque dentaire. Associée à une diminution du flux salivaire induite par l'exercice, elle augmente le risque de caries dentaires et d'affections parodontales(3). Les prises alimentaires sucrées en dehors des repas apparaissent particulièrement délétères pour la santé bucco-dentaire.

b) Les protéines

Les protéines occupent une place essentielle dans l'alimentation du sportif, avec des apports recommandés compris entre 1,2 et 2,0 g/kg/jour. Les aliments riches en protéines, tels que les viandes, les œufs, les poissons et les produits laitiers, exercent un effet protecteur sur la santé bucco-dentaire (3).

Le lait et les fromages, notamment, favorisent la reminéralisation de l'émail grâce à leur teneur en calcium, phosphate et peptides de caséine. Les protéines jouent également un rôle bénéfique sur la santé parodontale en contribuant au renouvellement des tissus gingivaux et au bon fonctionnement du système immunitaire. Toutefois, malgré des apports protéiques élevés, les sportifs présentent souvent une santé bucco-dentaire altérée, probablement en raison de la consommation concomitante d'aliments cariogènes (3).

c) Les graisses et l'inflammation orale

Les graisses représentent environ 20 à 35 % des apports énergétiques du sportif et sont indispensables au bon fonctionnement cellulaire et nerveux. Certaines graisses, notamment les acides gras oméga-3, possèdent des propriétés anti-inflammatoires et antibactériennes susceptibles de réduire le risque de caries et de maladies parodontales.

À l'inverse, un excès de graisses saturées favorise le stress oxydatif et l'inflammation chronique, augmentant la susceptibilité aux atteintes parodontales. L'équilibre qualitatif des apports lipidiques apparaît ainsi déterminant dans la prévention des pathologies bucco-dentaires chez le volleyeur de haut niveau (3).

8. Les boissons et l'hydratation du sportif

Les boissons sportives, riches en glucides et en électrolytes, sont largement consommées par les athlètes afin de compenser les pertes hydriques liées à la sudation. Chez les volleyeurs, la pratique en milieu indoor, associée à une sudation parfois importante et à des temps de récupération courts, favorise une consommation répétée de ces boissons au cours des entraînements et des compétitions.

Cependant, ces boissons présentent un fort potentiel cariogène et érosif en raison de leur acidité et de leur teneur élevée en sucres fermentescibles. Plusieurs études ont mis en évidence leur faible pH, souvent comparable à celui des sodas, favorisant la déminéralisation de l'émail dentaire.

La déshydratation induite par l'effort physique entraîne par ailleurs une diminution du flux salivaire, réduisant les capacités de neutralisation acide, de reminéralisation et de défense antimicrobienne de la salive. L'association de la xérostomie et de la consommation fréquente de boissons acides constitue ainsi un facteur de risque majeur d'érosion dentaire et de caries chez le volleyeur de haut niveau(17).

| Boissons énergétiques « sportives » | pH | Autres boissons | pH |
|--|-----------|------------------------------|-----------|
| CarboLode | 3,74 | Café | 5,00 |
| Gatorade | 3,05 | Thé | 5,50 |
| High5 | 2,52 | Cola | 2,70 |
| Isostar | 2,38 | Eau plate (Hépar, Volvic) | 7,00 |
| Lucozade Sport (Lemon, Orange) | 3,05 | Eau gazeuse (Badoit, Quézac) | 6,00 |
| Maxim | 4,46 | Jus d'orange | 3,75 |
| PSP22 | 2,60 | Lait de vache | 6,50 |

Figure 2 : Acidité de quelques boissons sportives présentes sur le marché, comparées à d'autres boissons classiquement consommées. D'après Milosevic (1997).

9. Facteurs comportementaux spécifiques au volleyball

Bien que le volley-ball ne soit pas classé parmi les sports à haut risque traumatique, il expose néanmoins les pratiquants à des chocs accidentels avec le ballon, à des chutes au sol et à des contacts involontaires entre joueurs. Ces situations peuvent entraîner des traumatismes bucco-dentaires et faciaux, parfois sous-estimés dans cette discipline.

Par ailleurs, l'absence fréquente de port de protège-dents, associée à une priorisation de la performance sportive au détriment de la prévention, contribue à augmenter le risque de lésions dentaires. Les consultations odontologiques sont parfois tardives, réalisées principalement en cas de douleur ou de gêne fonctionnelle, ce qui favorise l'évolution silencieuse de pathologies bucco-dentaires.

10. Synthèse des facteurs de risques chez le volleyeur de haut niveau

L'ensemble de ces facteurs : charge d'entraînement élevée, stress oxydatif, habitudes nutritionnelles spécifiques, consommation de boissons sportives, xérostomie, contraintes mécaniques et comportements de prévention insuffisants ; expose le volleyeur de haut niveau à une vulnérabilité accrue aux pathologies bucco-dentaires.

L'accumulation de ces facteurs de risque justifie la mise en place de stratégies de prévention ciblées et d'un suivi bucco-dentaire régulier, intégrés au suivi médical global de l'athlète. Une telle approche apparaît essentielle non seulement pour préserver la santé orale du volleyeur, mais également pour optimiser ses performances sportives et sa longévité au plus haut niveau.

II. Relation entre l'équilibre neuro-occluso-musculo-articulaire, la posture corporelle et la performance sportive chez le volleyeur

La performance du volleyeur de haut niveau repose sur une maîtrise fine de la posture, tant en statique qu'en dynamique. Les actions spécifiques de cette discipline : sauts répétés, réceptions parfois unipodales, déplacements latéraux rapides, coordination œil-main et anticipation ; sollicitent en permanence les mécanismes de régulation posturale. Dans ce contexte, plusieurs travaux se sont intéressés à l'influence potentielle de la sphère orale sur la posture corporelle, notamment à travers l'occlusion dentaire et l'appareil manducateur. Toutefois, les données scientifiques disponibles restent hétérogènes et ne permettent pas d'établir une relation causale simple entre occlusion et posture.

Il apparaît ainsi plus pertinent d'adopter une approche systémique, fondée sur la notion d'équilibre neuro-occluso-musculo-articulaire, défini comme l'interaction dynamique entre les afférences sensorielles oro-faciales, le contrôle neurologique central, les réponses musculaires et les interfaces articulaires impliquées dans la régulation posturale. Cette approche permet d'appréhender les liens entre sphère orale et posture sans réduire le raisonnement à une vision strictement occlusale, et s'avère particulièrement adaptée à l'analyse de la performance sportive chez le volleyeur

A. Fondements physiologiques de la posture appliqués au volley-ball

1. Définition et régulation de la posture chez le volleyeur

La posture corporelle humaine correspond à l'organisation spatiale des différents segments du corps permettant le maintien de l'équilibre, aussi bien en situation statique que dynamique. Chez l'être humain, la station debout est biomécaniquement instable en raison d'un centre de gravité situé relativement haut, classiquement décrit en avant de la troisième vertèbre lombaire (L3) ou de la deuxième vertèbre sacrée (S2).

Le maintien de l'équilibre repose sur la capacité de l'organisme à conserver la projection au sol du centre de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation, surface d'appui limitée définie par les pieds et estimée à environ 0,1 mètre carré chez un individu adulte debout. Cette projection correspond au barycentre réel, à distinguer du barycentre théorique, qui représente une approximation géométrique du centre de masse du corps.

La verticale de gravité est définie comme la ligne imaginaire passant par le centre de gravité et le barycentre réel. Tant que cette verticale demeure alignée avec les forces de réaction du sol et contenue dans le polygone de sustentation, l'équilibre postural est maintenu. En revanche, tout déplacement excessif du barycentre réel en dehors de cette zone génère un couple de forces susceptible d'entraîner une perte d'équilibre ou une chute.

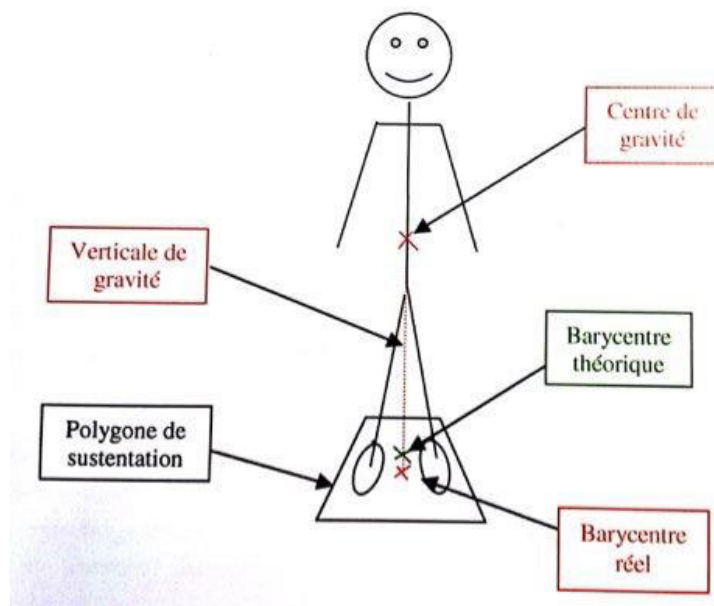


Figure 3 : Illustration de la posture corporelle et de ses composantes d'après TAVAN (18)

Même en apparence immobilité, l'organisme présente des oscillations posturales permanentes, témoignant d'un ajustement continu du système neuromusculaire. Ces micro-ajustements s'effectuent essentiellement au niveau des chevilles, qui constituent le principal site de régulation posturale en position debout.

Ce mode de contrôle est classiquement comparé au fonctionnement d'un pendule inversé, dans lequel le corps oscille autour de l'articulation tibio-tarsienne afin de maintenir la projection du barycentre réel dans le polygone de sustentation (19). Les muscles de la loge postérieure de la jambe, notamment les fléchisseurs plantaires, jouent un rôle clé dans ces corrections fines et permanentes.

Ces ajustements reposent sur une alternance coordonnée de contractions toniques, assurant le maintien de la posture, et phasiques, permettant les corrections rapides des déséquilibres. L'ensemble de ces mécanismes est intégré dans l'Activité Tonique Posturale Orthostatique (ATPO), qui permet à l'organisme de maintenir une position verticale stable tout en limitant les dépenses énergétiques.

Chez le volleyeur, ce contrôle postural par la cheville est particulièrement sollicité lors des phases de réception après saut, de déplacements latéraux rapides et de changements d'appuis répétés. La capacité à gérer efficacement ces micro-ajustements conditionne non seulement la stabilité posturale, mais également la précision gestuelle et la prévention des blessures, en particulier au niveau de la cheville et du genou.

2. Les capteurs posturaux et le volleyball

Le contrôle postural repose sur l'intégration par le système nerveux central d'informations issues de plusieurs capteurs sensoriels :

a) Le système visuel

Il constitue un capteur majeur de la posture et un véritable référentiel spatial. Il joue un rôle déterminant dans la coordination motrice et l'orientation du corps dans l'espace, notamment grâce à la vision périphérique, qui permet d'appréhender les mouvements et les repères environnementaux sans fixation visuelle directe.

En volley-ball, le regard guide l'action : le joueur doit maintenir le ballon dans son champ visuel, anticiper sa trajectoire et ajuster ses mouvements en permanence. La coordination du saut, de la réception, du plongeon ou de la passe dépend directement de l'information visuelle perçue en temps réel. Le regard précède ainsi systématiquement l'exécution motrice et participe à la synchronisation des gestes techniques (20).

Toute altération de la fonction visuelle peut perturber ces mécanismes. Une mauvaise acuité visuelle, un défaut de correction, ou le port de lentilles de contact ou de montures de lunettes inadaptées peuvent entraîner une modification des repères visuels, susceptible de générer une instabilité posturale. Ces troubles peuvent affecter l'ajustement des mouvements, la précision gestuelle et la coordination globale, avec des répercussions potentielles sur la performance sportive du volleyeur.

b) Le système vestibulaire

Le système vestibulaire, situé dans l'oreille interne, constitue un capteur fondamental du système postural. Il informe le système nerveux central sur la position de la tête dans l'espace ainsi que sur les accélérations linéaires et angulaires, et joue un rôle clé dans le contrôle de l'équilibre. Ces informations vestibulaires sont essentielles à la stabilisation de la posture, en particulier lors des mouvements rapides et des changements de direction.

En volley-ball, le système vestibulaire est fortement sollicité lors des phases de saut, de rotation du tronc, de réception et de déplacements multidirectionnels. Il participe à l'ajustement de la posture céphalique et corporelle, permettant au joueur de maintenir son équilibre malgré les variations rapides de position et les contraintes dynamiques propres à la discipline.

c) Les capteurs plantaires

Les capteurs plantaires constituent une interface essentielle entre le corps et le sol. Ils renseignent sur la répartition des pressions et l'orientation des appuis, éléments déterminants dans la réception après saut et les changements de direction rapides (21). Ils jouent également un rôle majeur dans l'ajustement du tonus musculaire et la stabilisation du corps lors des phases de réception et d'impulsion, particulièrement sollicitées en volley-ball.

d) La peau et les récepteurs proprioceptifs

La peau constitue un capteur sensoriel majeur du système postural. Grâce à ses nombreux récepteurs cutanés, elle capte en permanence des informations relatives à la pression, au contact, à la température et aux mouvements exercés à la surface du corps. Ces informations sont transmises au système nerveux central et participent à la perception fine de la position du corps et de ses segments dans l'espace.

Les récepteurs cutanés jouent ainsi un rôle essentiel dans la proprioception, en complément des informations issues des muscles, des articulations et des tendons. Ils permettent notamment d'adapter le tonus musculaire en fonction des variations de contact avec le sol, de l'équipement sportif ou de l'environnement. Toute modification de ces informations cutanées peut entraîner une altération de la régulation posturale.

Chez le volleyeur, la peau est particulièrement sollicitée lors des phases de réception après saut, de déplacements rapides, de glissades ou de plonges au sol. Les contacts répétés avec le sol ou avec le ballon fournissent des informations sensorielles indispensables à l'ajustement postural et à la coordination des mouvements. Par ailleurs, certaines zones cutanées, notamment en présence de cicatrices ou de troubles de la sensibilité, peuvent perturber les schémas proprioceptifs et influencer l'équilibre corporel.

e) Synthèse des capteurs sensoriels et place de la sphère oro-faciale

Ainsi, le contrôle postural résulte d'une intégration fine et permanente d'informations multisensorielles, permettant au système nerveux central d'ajuster en continu la position du corps afin de maintenir l'équilibre, en statique comme en dynamique.

Dans ce système complexe, la sphère oro-faciale occupe une place stratégique, à l'interface entre les capteurs sensoriels périphériques et les mécanismes de régulation posturale globale. Par la richesse de ses afférences proprioceptives et ses connexions neurophysiologiques étroites avec les structures cervicales, céphaliques et posturales, elle apparaît comme un modulateur potentiel de l'équilibre corporel. Dès lors, il convient de s'interroger sur l'influence spécifique de l'occlusion dentaire et de l'appareil manducateur sur la posture et la performance sportive, en particulier chez le volleyeur de haut niveau, pour lequel les exigences d'équilibre, de coordination et d'explosivité sont majeures.

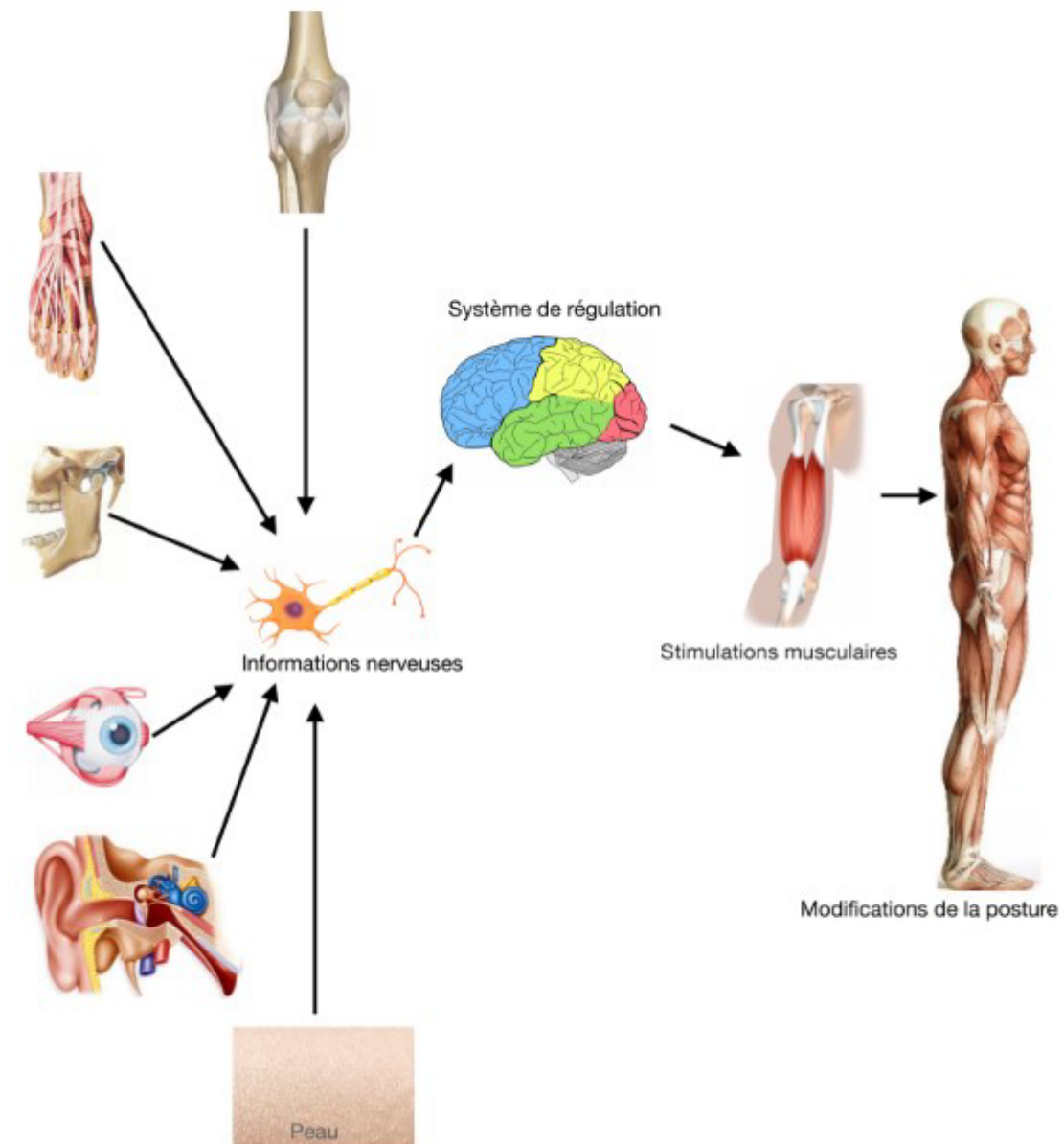


Figure 4 : Les différents capteurs neurosensoriels (16)

B. L'occlusion dentaire et appareil manducateur chez le volleyeur

1. Occlusion dentaire et proprioception

Selon Orthlieb et Laplanche, l'occlusion dentaire correspond à la relation entre les deux arcades dentaires lors des différentes fonctions du système manducateur, telles que la mastication, la déglutition ou encore certaines situations d'effort (22). Elle implique des forces intra-arcades, générées par les structures

périphériques comme la langue, les lèvres, les joues et le parodonte, ainsi que des forces inter-arcades, issues des contacts occlusaux statiques et dynamiques sous l'action des muscles masticateurs. Ces contacts interdentaires surviennent de manière répétée au cours de la journée, principalement lors de la mastication et de la déglutition. Ils sont estimés à environ 1 500 à 2 000 occurrences quotidiennes, ce qui correspond à un temps de contact cumulé de 18 à 22 minutes par jour (23). Cette fréquence élevée souligne le caractère fonctionnel et permanent de l'occlusion dentaire, même en dehors des phases alimentaires.

Le ligament desmodontal occupe une place centrale dans la proprioception dentaire. Véritable organe sensoriel, il permet la perception de variations de contact extrêmement fines, de l'ordre de 10 microns selon Møller (24), et transmet au système nerveux central des informations essentielles sur la position et les contraintes exercées sur les dents. Ces afférences proprioceptives participent au déclenchement de réflexes protecteurs visant à limiter les surcharges occlusales et à préserver l'intégrité des structures dento-parodontales.

En cas de suroclusion, même de faible amplitude, une perturbation du repère occlusal peut être perçue par le ligament desmodontal, entraînant la mise en place de réponses neuromusculaires adaptatives. Celles-ci peuvent se traduire par une réaction d'évitement, une augmentation du tonus des muscles masticateurs, voire un déplacement mandibulaire transitoire, unilatéral ou bilatéral. Ces adaptations, avec ou sans manifestation douloureuse, s'inscrivent dans un mécanisme de compensation visant à maintenir l'équilibre fonctionnel du système neuro-occluso-musculo-articulaire.

Chez le volleyeur de haut niveau, les situations de stress, de concentration intense et d'effort explosif favorisent fréquemment le serrage dentaire ou certaines parafunctions transitoires. Ces comportements s'inscrivent dans une réponse adaptative globale à l'effort et sont susceptibles de modifier transitoirement le tonus des muscles masticateurs et cervicaux. Dans un contexte de jeu exigeant une coordination fine et des ajustements posturaux rapides, ces modifications neuromusculaires pourraient interagir avec les mécanismes de régulation posturale, sans pour autant constituer systématiquement une pathologie.

2. L'appareil manducateur

a) Définition

L'appareil manducateur regroupe l'ensemble des structures anatomiques et fonctionnelles impliquées dans les fonctions oro-faciales, comprenant les arcades dentaires, l'articulation temporo-mandibulaire (ATM), les muscles masticateurs, la langue ainsi que les structures ligamentaires et osseuses associées(25).

Son fonctionnement est finement régulé par le système nerveux central, principalement par l'intermédiaire du nerf trijumeau, qui assure l'innervation motrice et sensorielle de l'appareil manducateur à

travers ses trois branches : le nerf ophtalmique (V1), le nerf maxillaire (V2) et le nerf mandibulaire (V3). Chez le sportif de haut niveau, et en particulier chez le volleyeur, cet ensemble fonctionnel est sollicité dans des contextes d'effort intense, de concentration élevée et de coordination gestuelle fine, pouvant influencer le tonus musculaire oro-facial et cervical.

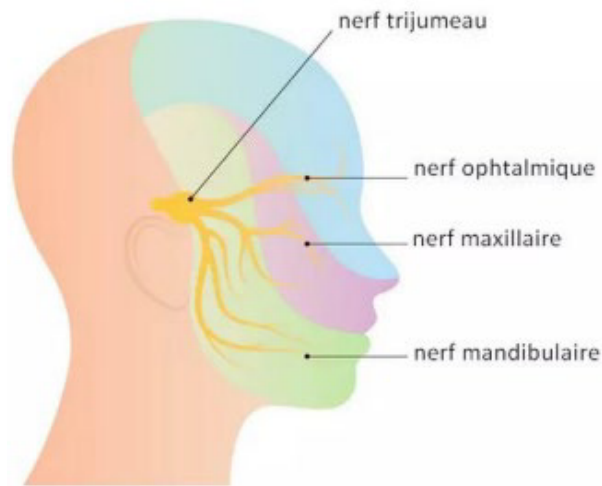


Figure 5 : Domaines d'innervation des 3 branches du nerf trijumeau (nerfs ophtalmique, maxillaire et mandibulaire) - D'après le Pr AMRANE

b) L'articulation temporo-mandibulaire

L'articulation temporo-mandibulaire constitue une interface articulaire essentielle entre la mandibule et la base du crâne. Sa cinématique dépend étroitement des relations occlusales, de l'équilibre des muscles masticateurs et des informations proprioceptives issues des structures dento-parodontales (26). Toute modification de cet équilibre peut entraîner des adaptations fonctionnelles locales, susceptibles d'avoir un retentissement sur la posture céphalique et cervicale.

Dans le cadre du volley-ball, discipline caractérisée par des phases répétées de saut, de réception, de frappe et de déplacements rapides, la stabilité de la tête et du rachis cervical joue un rôle déterminant dans la précision gestuelle, l'orientation du regard et l'efficacité des actions motrices.

c) L'os hyoïde

L'os hyoïde, structure mobile ne présentant aucune articulation osseuse directe, occupe une position stratégique au sein de l'appareil manducateur. Il constitue un point d'ancrage central pour de nombreuses structures musculaires, ligamentaires et membraneuses, assurant sa mobilité et son rôle fonctionnel. Par ses multiples insertions, il entretient des connexions étroites avec la mandibule, le rachis cervical, la ceinture scapulaire, le thorax et le crâne, constituant ainsi un véritable complexe fonctionnel mobile. Selon Mesure et

Lamendin (27), toute perturbation affectant l'un de ces éléments peut induire un déséquilibre susceptible de se répercuter sur l'ensemble du système, y compris sur la mandibule, soulignant ainsi le rôle central de l'os hyoïde dans le maintien de l'équilibre postural.

Dans le cadre du volley-ball de haut niveau, cette organisation fonctionnelle revêt une importance particulière. Les exigences biomécaniques de la discipline ; sauts répétés, frappes, réceptions et ajustements posturaux rapides ; imposent une coordination fine entre les mouvements de la tête, du tronc et des membres supérieurs. Dans ce contexte, les interfaces musculaires et articulaires de l'appareil manducateur, dont l'os hyoïde constitue un élément clé, apparaissent comme des structures susceptibles de participer à la régulation posturale et à l'efficacité gestuelle, sans pour autant constituer en elles-mêmes un facteur pathologique systématique.

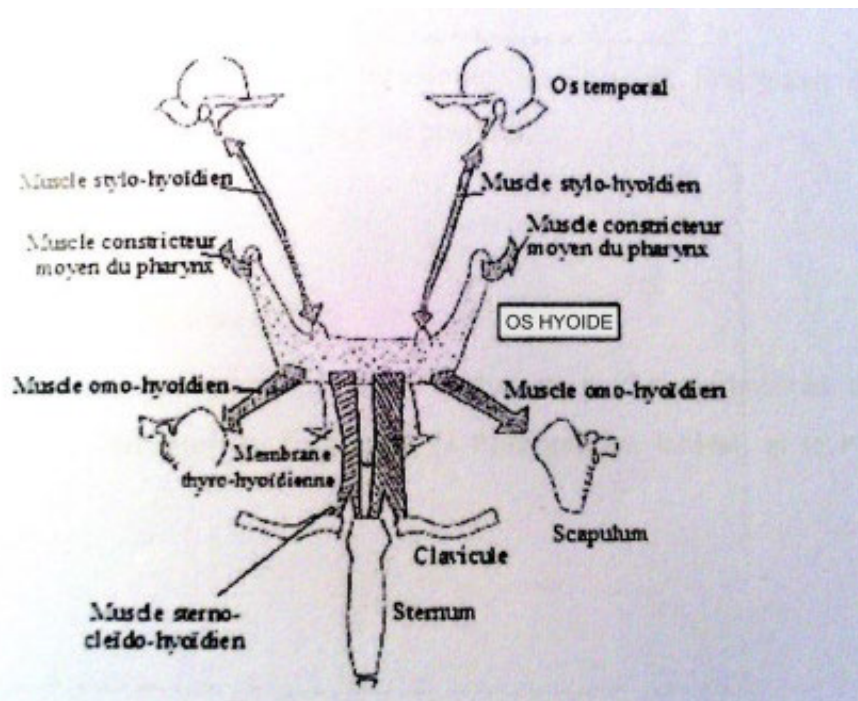


Figure 6 : Rapports schématiques de l'os hyoïde, d'après Clauzade et Darailans (1989)

C. Équilibre neuro-occluso-musculo-articulaire et régulation posturale chez le volleyeur de haut niveau

1. Intégration neurophysiologique de la sphère oro-faciale dans la régulation posturale

a) La sphère oro-faciale comme interface sensorielle posturale

La sphère oro-faciale constitue une région anatomique particulièrement riche en récepteurs sensoriels, impliqués dans la proprioception et le contrôle neuromusculaire. Les structures dento-parodontales, l'articulation temporo-mandibulaire, les muscles masticateurs et les tissus péri-oraux génèrent en permanence des informations afférentes destinées au système nerveux central.

Ces informations ne participent pas uniquement aux fonctions oro-faciales telles que la mastication, la déglutition ou la phonation, mais s'intègrent également aux mécanismes de régulation posturale globale. La sphère oro-faciale apparaît ainsi comme une interface sensorielle capable de moduler, de manière indirecte, l'équilibre postural par l'intermédiaire de boucles de rétrocontrôle neuromusculaire.

Chez le sportif de haut niveau, et en particulier chez le volleyeur, cette intégration sensorielle revêt une importance particulière. Les situations de jeu sollicitant fortement la concentration, la coordination œil-main, la stabilisation céphalique et les ajustements posturaux rapides peuvent amplifier l'influence fonctionnelle des afférences oro-faciales sur le contrôle du tonus musculaire.

Il convient toutefois de souligner que cette interaction ne traduit pas une relation causale simple entre la sphère orale et la posture, mais s'inscrit dans une approche systémique et multifactorielle de la régulation posturale. Dans ce cadre, la sphère oro-faciale doit être considérée comme un modulateur parmi d'autres de l'équilibre corporel, interagissant avec les systèmes visuel, vestibulaire, proprioceptif et musculo-squelettique.

b) Rôle du nerf trijumeau dans la transmission des informations posturales

Le nerf trijumeau joue un rôle central dans l'intégration neurophysiologique des informations issues de la sphère oro-faciale. Les afférences sensorielles provenant des dents, du ligament desmodontal, de l'articulation temporo-mandibulaire et des muscles masticateurs sont transmises par ce nerf vers le système nerveux central, où elles contribuent à la régulation du tonus musculaire et à l'ajustement postural (28).

Ces informations trigéminales sont intégrées au niveau du tronc cérébral, notamment au sein de la formation réticulée, structure impliquée dans le contrôle automatique de l'activité motrice et du tonus postural. Par l'intermédiaire de voies réflexes trigémino-réticulo-motrices, elles participent à une modulation fine de la posture céphalique et corporelle, en interaction permanente avec les autres systèmes sensoriels posturaux, notamment visuel, vestibulaire et proprioceptif.

Ce mécanisme permet une adaptation rapide et continue de la posture en fonction des contraintes fonctionnelles rencontrées. Il s'inscrit dans une régulation neuromusculaire globale, au sein de laquelle les afférences trigéminales n'agissent pas de manière isolée, mais comme un facteur modulateur intégré à un ensemble multisensoriel complexe.

Chez le volleyeur de haut niveau, cette intégration neurophysiologique revêt une importance particulière. Les exigences spécifiques de la discipline ; sauts répétés, phases de suspension, réceptions parfois instables, déplacements multidirectionnels et coordination visuomotrice fine ; nécessitent une stabilisation précise de la tête et du rachis cervical. Dans ce contexte, les variations du tonus des muscles manducateurs, notamment lors des situations de stress, de concentration intense ou d'effort explosif, sont susceptibles d'interagir avec les mécanismes de régulation posturale. Ces interactions illustrent le rôle modulateur du nerf trijumeau dans l'équilibre neuro-occluso-musculo-articulaire du volleyeur, sans pour autant constituer un déterminant causal unique de la performance sportive.

2. Chaînes musculaires et continuité fonctionnelle entre le système manducateur et le système postural

a) Théorie des chaînes musculaires : rappels conceptuels et limites scientifiques

Dans le prolongement de l'approche neurophysiologique de la régulation posturale, plusieurs auteurs ont proposé une lecture biomécanique et fonctionnelle des interactions entre le système manducateur et le système postural à travers le concept de chaînes musculaires. Ces chaînes sont définies comme des ensembles de muscles travaillant en synergie, organisés selon des continuités anatomiques et fonctionnelles, permettant la transmission des contraintes mécaniques et des adaptations toniques à l'échelle du corps entier.

Selon Busquet, les chaînes musculaires peuvent être envisagées comme des circuits continus de tension, à travers lesquels s'exercent les forces organisatrices de la posture (29). Dans cette perspective, une modification locale du tonus musculaire ou de la proprioception, notamment au niveau de la région cranio-mandibulaire, pourrait théoriquement se répercuter à distance sur l'équilibre postural global. Cette approche est fréquemment utilisée en pratique clinique, notamment en kinésithérapie, en ostéopathie et en posturologie, pour expliquer certaines compensations musculaires observées chez les patients.

Struyf-Denys a proposé une classification des chaînes musculaires en deux grands systèmes fonctionnels (30). Le système dit « droit » regroupe des chaînes à dominante statique, impliquées dans le maintien de la posture érigée et la gestion de la verticalité. Il inclut notamment des chaînes antérieures et postérieures reliant la région crânio-faciale au tronc et aux membres inférieurs. Le système dit « croisé » regroupe quant à lui des chaînes à dominante tonico-phasique, spiralées, intervenant davantage dans l'équilibre dynamique et la coordination des mouvements, particulièrement sollicitées lors des activités sportives.

Si ces modèles présentent un intérêt conceptuel certain pour appréhender les interactions globales entre posture, tonus musculaire et fonctions oro-faciales, leurs fondements physiologiques restent à ce jour

partiellement démontrés. La littérature scientifique souligne en effet la difficulté d'objectiver de manière rigoureuse l'existence et le fonctionnement précis de ces chaînes musculaires, en raison notamment de la variabilité interindividuelle des paramètres posturaux et de la complexité des mécanismes neuromusculaires impliqués.

Il convient donc d'aborder la théorie des chaînes musculaires avec prudence, en la considérant comme un cadre interprétatif permettant de formuler des hypothèses cliniques plutôt que comme un modèle explicatif strictement démontré. Dans le contexte du volley-ball de haut niveau, cette approche peut néanmoins offrir une grille de lecture intéressante pour comprendre certaines adaptations posturales et musculaires observées lors des phases de jeu dynamique, à condition de l'intégrer à une vision systémique et multifactorielle de la performance sportive.

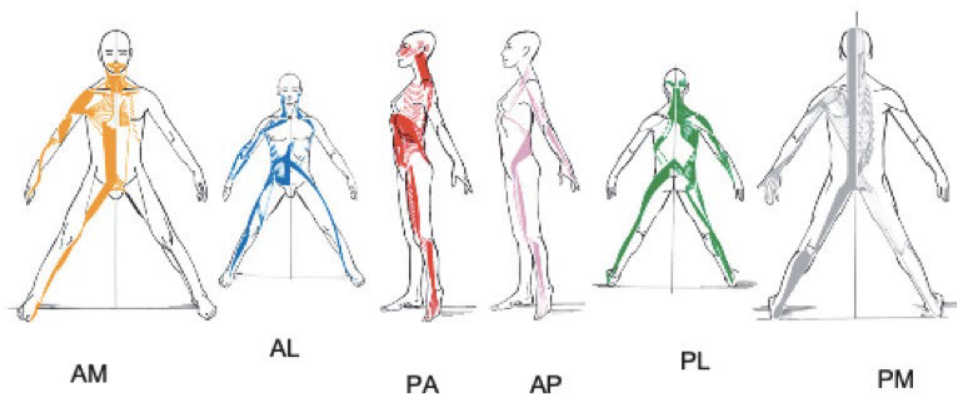


Figure 7 : Les chaînes musculaires selon Godelieve Struyf-Denys(30)

b) Chaînes musculaires impliquées dans la posture du volleyeur de haut niveau

Dans le cadre de la pratique du volley-ball de haut niveau, la posture corporelle est sollicitée de manière intense et répétée, tant en statique qu'en dynamique. Les exigences biomécaniques de cette discipline : sauts verticaux répétés, réceptions parfois unipodales, déplacements latéraux rapides, rotations du tronc et coordination des membres supérieurs ; nécessitent une organisation musculaire globale permettant une transmission efficace des forces et une stabilisation posturale permanente.

Selon la classification proposée par Struyf-Denys, certaines chaînes musculaires apparaissent particulièrement sollicitées chez le volleyeur. Les chaînes dites « droites », à dominante statique, participent au maintien de la verticalité et à la stabilisation de l'axe corporel. Elles interviennent notamment dans le contrôle du rachis cervical et du tronc, éléments essentiels à la stabilité de la tête et à l'orientation du regard

lors des phases de jeu. Une perturbation du tonus au sein de ces chaînes peut ainsi influencer l'alignement postural global et modifier les conditions mécaniques dans lesquelles s'exercent les gestes techniques.

Les chaînes dites « croisées » ou spiralées, à dominante tonico-phasique, jouent quant à elles un rôle majeur dans l'équilibre dynamique et la coordination des mouvements. Elles sont particulièrement sollicitées lors des actions explosives caractéristiques du volley-ball, telles que l'impulsion au saut, la frappe du ballon ou la réception en déséquilibre. Ces chaînes assurent une transmission harmonieuse des forces entre les segments corporels, depuis les appuis plantaires jusqu'aux membres supérieurs, en passant par le tronc et la ceinture scapulaire.

Dans cette organisation fonctionnelle, la région cranio-cervico-mandibulaire s'inscrit comme un point de convergence des chaînes musculaires. Les muscles masticateurs, cervicaux et scapulaires participent conjointement à la stabilisation de la tête et à l'orientation du regard, paramètres essentiels à la précision gestuelle et à la coordination œil-main chez le volleyeur. Toute variation du tonus musculaire à ce niveau est susceptible d'entraîner des ajustements compensatoires le long des chaînes musculaires, pouvant influencer l'équilibre postural global.

Il convient toutefois de rappeler que ces interactions s'inscrivent dans un cadre multifactoriel et adaptatif. Chez le sportif entraîné, les chaînes musculaires participent à des mécanismes de compensation fonctionnelle visant à préserver l'efficacité gestuelle et la performance. Ce n'est qu'en cas de déséquilibres persistants ou mal compensés que ces adaptations pourraient contribuer à une surcharge mécanique ou à une altération de la régulation posturale.

3. Influence de la posture mandibulaire sur l'ajustement tonique et postural chez le volleyeur de haut niveau

a) La posture mandibulaire comme modulateur de l'ajustement tonico-postural

Comme exposé précédemment, la régulation posturale repose sur un ajustement permanent du tonus musculaire, résultant de l'intégration multisensorielle des informations périphériques et de leur traitement par le système nerveux central. Dans ce cadre, la posture mandibulaire peut être envisagée comme un élément susceptible de moduler cet ajustement tonico-postural, en raison de son intégration fonctionnelle au sein du système crânio-sacré-mandibulaire.

Ce système correspond à une entité fonctionnelle reliant la mandibule, le crâne, le rachis et le sacrum, à travers des continuités anatomiques, neuromusculaires et proprioceptives (26). Les afférences sensorielles issues des dents, du ligament desmodontal, de l'articulation temporo-mandibulaire et des muscles masticateurs,

véhiculées principalement par les afférences trigéminales, participent à la régulation du tonus musculaire local (31). Par leur intégration au sein de ce système global, ces informations peuvent également influencer, de manière indirecte, le tonus des muscles cervicaux, axiaux et posturaux, contribuant ainsi à des adaptations de la posture corporelle.

Les variations de la posture mandibulaire, même de faible amplitude, sont susceptibles d'entraîner des ajustements neuromusculaires adaptatifs. Ces ajustements peuvent se traduire par des modifications du tonus musculaire au niveau crânio-cervical, avec des répercussions potentielles sur l'équilibre postural global. Ces phénomènes relèvent le plus souvent de mécanismes compensatoires visant à préserver la stabilité corporelle et l'efficacité fonctionnelle, en particulier dans des contextes de sollicitation neuromusculaire accrue.

Chez le volleyeur de haut niveau, ces mécanismes prennent une dimension particulière au regard des exigences spécifiques de la discipline. Les phases répétées de saut, de réception, de déplacement multidirectionnel et d'actions explosives imposent une coordination fine entre la stabilisation céphalique, l'orientation du regard, le contrôle du tronc et la transmission des forces entre les appuis et les membres supérieurs. Dans ce contexte, les variations du tonus des muscles manducateurs, notamment lors des situations de stress compétitif, de concentration intense ou d'effort maximal, sont susceptibles d'interagir avec les mécanismes d'ajustement tonico-postural.

Il convient toutefois de souligner que ces interactions s'inscrivent dans un système de régulation adaptatif, complexe et multifactoriel. La posture mandibulaire ne constitue pas un déterminant isolé de la posture ou de la performance sportive, mais un facteur modulateur parmi d'autres, dont l'influence dépend du contexte fonctionnel, de l'état de fatigue, des contraintes biomécaniques et des capacités d'adaptation propres à chaque athlète. Cette approche permet d'envisager l'équilibre neuro-occluso-musculo-articulaire comme un élément de compréhension globale de la posture du volleyeur de haut niveau, sans verser dans une interprétation causaliste excessive.

b) Dysfonction temporo-mandibulaire et réponses réflexes

Dans ce modèle, l'ATM occupe une position d'interface entre les contraintes fonctionnelles du système manducateur et les boucles de régulation posturale, ce qui en fait une zone susceptible de participer à des phénomènes de compensation. Lors d'une atteinte temporo-mandibulaire chronique d'origine occlusodentale, deux modalités de réponse sont décrites : une réponse locale pouvant entretenir l'inflammation rétro-discale, et une réponse à distance correspondant à un réflexe nociceptif. Les afférences sensibles en provenance de la zone rétro-discale lésée sont véhiculées par la composante sensitive du nerf trijumeau. L'influx nociceptif rejoint ensuite la formation réticulée latérale, structure du tronc cérébral impliquée dans

l'intégration multisynaptique et participant au contrôle de la motricité involontaire, du tonus et de la posture.(31)

À partir de cette organisation centrale, PEREZ décrit trois voies efférentes principales :

La voie manducatrice ou trigémino-réticulo-motrice, induit une réponse locale via le ptérygoïdien latéral, favorisant une propulsion mandibulaire destinée à limiter les contraintes rétro-discales pendant les phases d'inocclusion entre deux déglutitions.

La voie oculo-motrice ou trigémino-réticulo-oculo-motrice, participe à une adaptation céphalique associée à la fonction manducatrice, également entre deux déglutitions.

La voie spinale ou trigémino-réticulo-spino-motrice, active, via la moelle épinière, des ajustements impliquant les muscles cervicaux, axiaux et des membres, afin de modifier l'organisation posturale globale (tête, ceinture scapulaire, rachis, bassin et membres).

La répétition de ces réponses réflexes est susceptible de favoriser des adaptations neuromusculaires durables, décrites comme des réflexes posturaux adaptatifs et pouvant s'exprimer par des dystonies des muscles posturaux axiaux(31). Néanmoins, la littérature souligne la difficulté d'établir des preuves irréfutables et reproductibles, en raison notamment de la variabilité interindividuelle des paramètres posturaux mesurables, ce qui impose une interprétation prudente.

c) Incidences biomécaniques de l'interaction posture–occlusion

Après avoir établi les liens potentiels entre le système manducateur, fortement influencé par l'occlusion, et l'équilibre postural global, il est pertinent d'examiner les conséquences fonctionnelles de cette interdépendance. La stabilométrie permet d'étudier l'équilibration en enregistrant les déplacements du centre de pression et en les représentant sous forme de statokinésiogramme, à partir duquel sont dérivés des paramètres tels que la position moyenne, la surface et la longueur du trajet.

Dans les travaux rapportés par PEREZ, une modification du repère occlusal est associée à des répercussions à distance sur différents paramètres posturaux, incluant un déplacement du barycentre réel, une modification de la longueur des oscillations posturales, une variation d'amplitude du déplacement et une modification de la surface couverte par les déplacements du barycentre. Ces variations peuvent être discutées comme l'expression d'une stratégie de stabilisation différente, impliquant une modulation du recrutement neuromusculaire nécessaire au maintien du centre de gravité dans le polygone de sustentation (31).

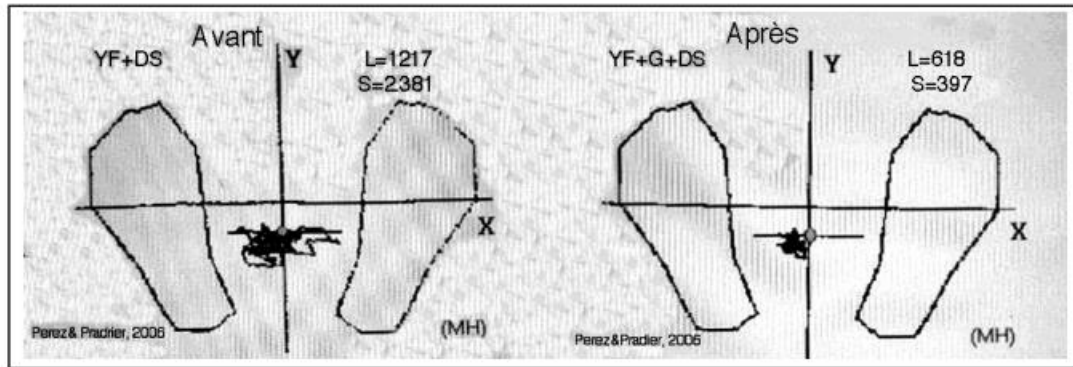


Figure 8 : Exemple d'évolution posturale observée suite à une intervention sur le repère occlusal. Statokinésiogrammes en condition d'occlusion dentaire (yeux fermés, dents serrées) chez une adolescente de 16 ans. (A) **Avant traitement** : déséquilibre postural associé à un dysfonctionnement temporo-mandibulaire. (B) **Après traitement** : nette amélioration après mise en place d'une orthèse mandibulaire amovible (gouttière orthopédique). Adapté de PEREZ(31).

Sur cet enregistrement, on constate une réduction de moitié de la longueur des oscillations posturales ainsi qu'une diminution notable de la surface de déplacement, témoignant d'une amélioration significative de la stabilité posturale après réalignement occlusal.

Par ailleurs, comme évoqué précédemment, un déséquilibre occlusal peut générer des réflexes nociceptifs d'origine temporo-mandibulaire. Ces derniers induisent des ajustements posturaux adaptatifs à différents niveaux (crânien, cervical, tronc, membres), entraînant une suractivation des circuits réticulaires. Cette hyperactivité constitue un facteur central dans l'émergence de troubles posturaux chroniques.

Dans le contexte des volleyeurs de haut niveau, ces mécanismes interrogent les effets possibles sur l'efficacité des appuis et la transmission des forces, tout en rappelant que la posture mandibulaire doit être envisagée comme un facteur modulateur au sein d'un système multifactoriel, sans conclusion causaliste directe sur la performance.

D. Proposition d'un protocole expérimental évaluant les conséquences d'un déséquilibre occlusal sur la posture et la puissance musculaire chez les volleyeurs

Cette démarche s'inscrit dans le cadre des interactions potentielles entre occlusion dentaire et performance sportive, explorées dans la littérature. Elle vise à évaluer l'effet d'une perturbation occlusale contrôlée sur la posture statique et le service au volley-ball. Cette section présente le protocole expérimental, les modalités d'évaluation et la stratégie d'analyse des données.

L'hypothèse de travail est que, si une perturbation occlusale peut induire des modifications posturales ou fonctionnelles, une optimisation occlusale pourrait, en théorie, améliorer la performance et/ou réduire les risques de blessures. Ce protocole teste un modèle de perturbation contrôlée pour explorer cette relation.

1. Protocole expérimental et modalités d'évaluation

a) Type d'étude et objectifs

Il s'agira d'une étude expérimentale monocentrique descriptive, reposant sur une comparaison intra-individuelle, chaque joueur servant de son propre contrôle. L'objectif principal sera d'évaluer l'effet d'une perturbation occlusale latéralisée, induite par une cale occlusale standardisée, sur les paramètres stabilométriques chez des volleyeurs évoluant à un niveau national. L'objectif secondaire sera d'analyser l'impact de cette perturbation sur la performance au service, à travers la vitesse du ballon et la précision de la zone visée.

La perturbation occlusale sera appliquée du côté droit chez les joueurs droitiers et du côté gauche chez les joueurs gauchers, afin de respecter la latéralité fonctionnelle dominante lors du geste sportif.

b) Population étudiée

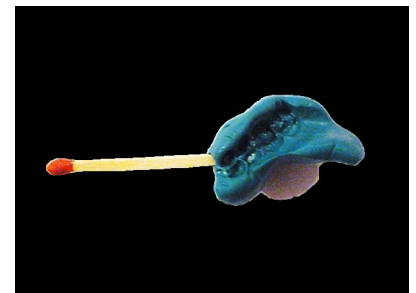
L'étude inclura deux groupes de joueurs volontaires :

- Une équipe féminine évoluant en National 3 (n = 12),
- Une équipe masculine évoluant en National 2 (n = 12).

Les critères d'inclusion seraient l'âge ≥ 18 ans et la pratique compétitive régulière au sein de l'équipe concernée. Les critères d'exclusion comprendront tout antécédent récent limitant la réalisation du service, un traitement orthodontique instable ou un refus de participation.

c) Matériel et standardisation des conditions

L'évaluation posturale sera réalisée à l'aide d'une plateforme stabilométrique de type WIN-POSTURO®. La perturbation occlusale sera induite par une cale normalisée, identique pour l'ensemble des participants. Celle-ci sera réalisée à partir d'une allumette en bois de 2 mm d'épaisseur servant de butée, positionnée au niveau des secteurs postérieurs (zone 5-6), recouverte d'un silicone de haute viscosité. Le sujet maintenant une occlusion non forcée pendant la prise du silicone, l'allumette sera ensuite retirée, laissant une cale stable et reproductible.



Les tests de service seront réalisés avec des ballons **Mikasa V200W**, identiques en taille et en pression, ballon officiel de la FFVB (fédération Française de volley-ball). La vitesse du ballon sera mesurée par un radar placé au poste 1, zone visée du terrain adverse, face à la trajectoire attendue du service. La précision sera évaluée à partir d'une zone cible de 2 m × 1 m située au fond à gauche du terrain adverse (poste 1), matérialisée au sol par du scotch.

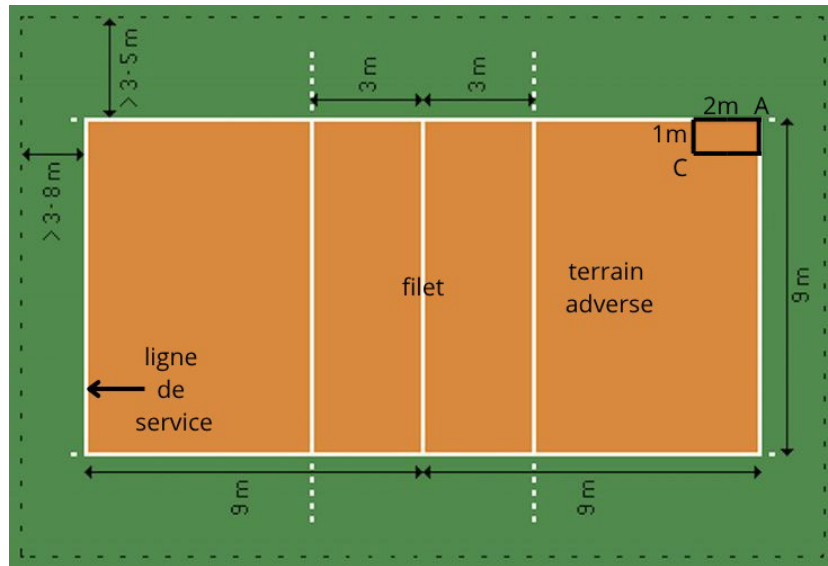


Figure 9 : schéma d'un terrain de volley avec dimensions et zone ABCD

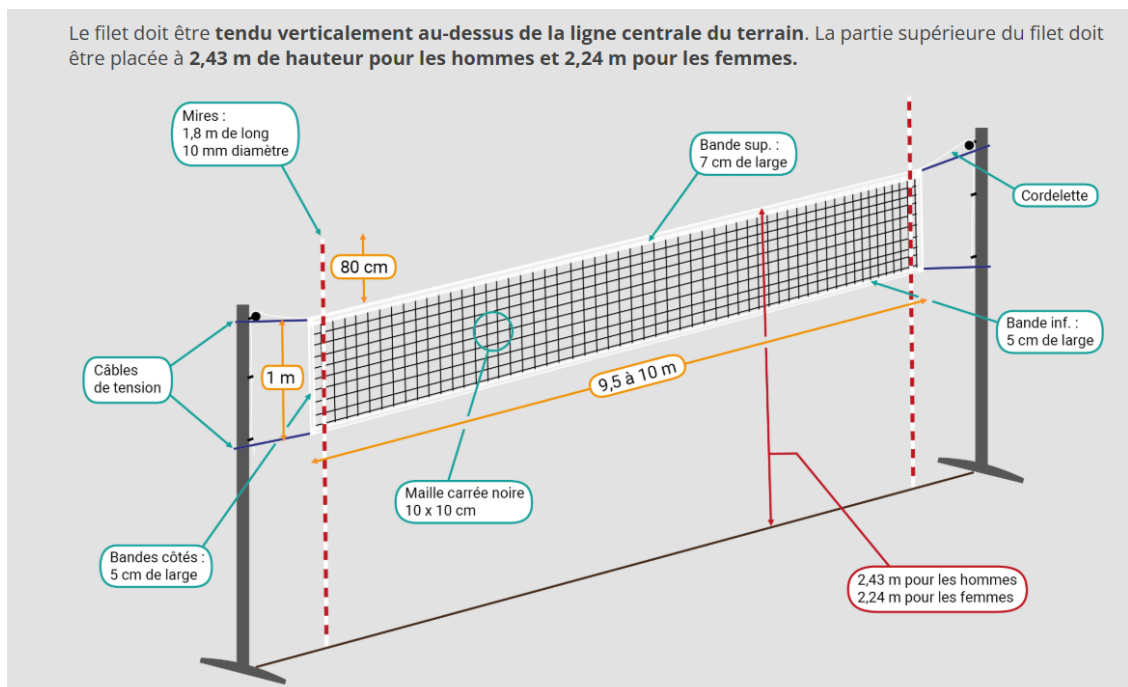


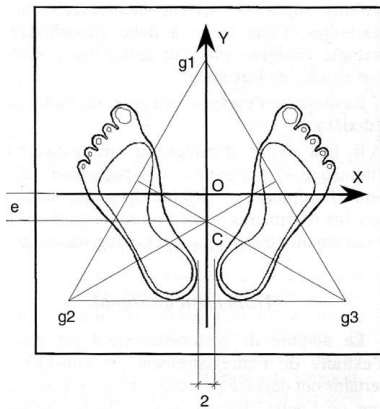
Figure 10 : Schéma du filet de volley avec les dimensions et les mires

Les conditions environnementales (terrain, filet, hauteur réglementaire, horaire, matériel) sont strictement standardisées au sein de chaque équipe.

d) Procédure expérimental

- Évaluation stabilométrique

Après une explication préalable, les joueurs seront installés pieds nus sur la plateforme pour optimiser les mesures, en tenue d'entraînement. La position podale est standardisée grâce à des cales de positionnement retirées durant l'enregistrement. Chaque mesure dure 51,2 secondes, avec une fréquence d'acquisition de 5 Hz.



Trois conditions seront successivement enregistrées :

1. Bouche ouverte (BO),
2. Bouche fermée sans cale (BF),
3. Bouche fermée avec cale occlusale (BF + C).

Un temps de repos de deux minutes sera respecté entre chaque essai pour limiter le biais de fatigue. Les paramètres analysés incluent la surface du centre de pression (COP), la longueur du trajet du COP, la vitesse moyenne, les déplacements antéro-postérieurs et médio-latéraux, ainsi que des indicateurs composites tels que le rapport longueur/surface (LFS), le déplacement moyen latéral (X moyen), la variance de vitesse et l'inclinaison moyenne du grand axe des oscillations.

L'analyse principale reposera sur la comparaison des conditions BF et BF + C, afin d'évaluer la capacité d'adaptation posturale du joueur à une contrainte occlusale identique.

- Tests de service : vitesse et précision

Après un échauffement standardisé de 10 minutes incluant cinq services d'essai non enregistrés, chaque joueur réalisera deux phases de tests :

- Une phase sans cale,
- Une phase avec cale occlusale.

Chaque phase comprendra trois services sautés. L'ordre des phases sera randomisé entre les joueurs afin de limiter un effet d'ordre. Un temps de repos de deux minutes sera respecté entre les phases. Ainsi, minimiserons-nous au maximum le biais de la fatigue sur l'interprétation des résultats

La position de départ sera fixée à 3 mètres derrière la ligne de fond et sera contrôlée par un juge. Les services mordant la ligne ou sortant du terrain seront considérés comme fautes. La vitesse du ballon sera enregistrée pour chaque essai, et la précision sera évaluée de manière binaire (succès si la balle atterrit dans la zone cible ou touche le marquage, échec dans les autres cas). L'atterrissage du ballon sera filmé par un arbitre de ligne afin d'améliorer la fiabilité du jugement.

e) Variables mesurées et analyse

Les variables posturales comprendront les paramètres stabilométriques classiques (surface, longueur, vitesse du COP), des indicateurs d'efficacité posturale (LFS), des paramètres directionnels (X moyen, inclinaison moyenne) et des indicateurs de complexité de la tâche (variance de vitesse).

- **la longueur XY** du statokinésiogramme renseignera sur le chemin parcouru par le centre de pression du corps. (Plus la longueur est importante, plus les oscillations sont importantes, donc le niveau d'effort et donc d'énergie est important). Elle reflète le niveau d'énergie développé dans les conditions d'enregistrement.

- **LFS** : Longueur en fonction de la Surface (L/S), qui correspond à l'efficacité posturale. On fixera la moyenne arbitrairement à 1 (valeur de centrage). Leur signification est la suivante :

- Si $LFS < 1$ on a développé moins de longueur donc on a économisé de l'énergie par rapport à la plupart des gens. Cela arrive souvent chez les sportifs, car leur gainage leur permet d'être économe en énergie. Sur nos tableaux, on observe d'ailleurs que la plupart des joueurs sont dans le « vert » c'est-à-dire en dessous des valeurs moyennes. Ils économisent donc plus d'énergie.
- Si $LFS > 1$, cela signe un développement d'énergie plus important pour la station debout.

- **X moyen**: Position moyenne latéro-latérale par rapport au centre. Si on se tient à gauche la valeur est négative. Si on se tient à droite la valeur est positive. En général, à la fermeture des yeux, les gens ont tendance à se recentrer.

Cette valeur paraît très intéressante dans notre étude car on peut penser qu'avec une cale à droite, le joueur va devoir se rééquilibrer pour compenser le déséquilibre engendré par la cale. C'est pour ces raisons que nous devrions choisir le x moyen dans nos études statistiques.

- **Variance de vitesse** : paramètre normalisé mais qui est en fait un écart-type et non une variance de vitesse. C'est une accélération moyenne calculée sur le plan (XY). Cette valeur **augmente** lorsque la **tâche se complique**. Cette valeur peut donc être intéressante car elle peut augmenter si la cale complique la position statique debout.

- **Surface en mm²**. Paramètre stabilométrique qui reflète l'efficacité posturale. Elle se présente sous forme d'**ellipse de confiance à 90%**.

- **L'Inclinaison moyenne (°)** : C'est la *pente* qui affiche le Grand Axe (axe des oscillations préférentielles). Elle correspond à l'orientation des pôles en direction moyenne. Elle caractérise l'orientation majeure des oscillations. C'est une valeur non normalisée. Mais il existe un cône d'adaptation de 15° (donc fourchette entre 75 et 110°).

Les variables de performance au service incluent la vitesse du ballon (km/h), la précision de la zone visée et les fautes réglementaires. L'ensemble des données est consigné de manière standardisée afin de permettre des comparaisons appariées entre les conditions avec et sans cale.

2. Analyse des résultats

a) Tests statistiques

L'objectif de cette analyse sera de comparer les données recueillies sans cale (situation A) et avec cale (situation B) afin de déterminer l'existence éventuelle de différences statistiquement significatives induites par la perturbation occlusale unilatérale. L'hypothèse nulle (H_0) postulera l'absence de différence entre les deux conditions.

La première étape consistera à évaluer la normalité des distributions, en particulier celle des différences individuelles (AVEC – SANS), au moyen du **test de Shapiro-Wilk**, particulièrement adapté aux petits effectifs ($n < 30$). Une valeur de $p > 0,05$ sera considérée comme compatible avec une distribution normale.

Selon les résultats de ce test préalable, un test de comparaison de moyennes approprié est appliqué :

- En cas de **normalité**, le **test t de Student pour échantillons appariés** sera utilisé. Ce test vérifie si la moyenne des différences AVEC–SANS est significativement différente de zéro, traduisant ainsi un effet systématique de la cale.
- En cas de **non-normalité**, le **test de Wilcoxon** (test non paramétrique apparié) sera privilégié. Ce test examine si la médiane des différences s'écarte significativement de zéro.

Le seuil de significativité (α) est fixé a priori à 0,05, correspondant au risque maximal acceptable d'erreur de type I (rejeter H_0 alors qu'elle est vraie). La p-value obtenue mesure la compatibilité des données avec H_0 :

- **$p \leq 0,05$** : résultat statistiquement significatif → rejet de H_0 .
- **$p > 0,05$** : résultat non significatif → absence de différence détectable.

Enfin, des analyses de corrélation de **Pearson** seront réalisées lorsque cela sera pertinent, afin d'explorer les relations linéaires entre les mesures des deux conditions et d'évaluer la stabilité relative des performances individuelles (coefficient r, intervalle de confiance à 95%, degrés de liberté).

b) Plateforme Stabilométrique

Les paramètres stabilométriques suivants seront analysés : position moyenne en X et Y (X_{moy} , Y_{moy}), surface d'oscillation (mm^2), longueur fonctionnelle du statokinésiogramme (LFS), et variance de vitesse (mm/s).

1. **Corrélation de Pearson (X_{moy})** : ce test détermine si les valeurs X_{moy} avec et sans cale varient linéairement ensemble. Un coefficient r élevé et significatif indiquerait que les sujets conservent leur rang relatif de performance entre les deux conditions.
2. **Test Student/Wilcoxon apparié** : pour chaque paramètre, ce test vérifie si la moyenne ou la médiane des différences AVEC–SANS diffère significativement de zéro, permettant de conclure à un effet global de la perturbation occlusale.

c) Services

Vitesse de service (km/h) : variable quantitative

La normalité des différences AVEC–SANS est d'abord testée (Shapiro-Wilk). Selon le résultat :

- Test t de **Student apparié** si normalité (comparaison des moyennes).
- Test de **Wilcoxon apparié** si non-normalité (comparaison des médianes).

Interprétation : $p \leq 0,05$ = impact significatif sur la vitesse ; $p > 0,05$ = vitesse préservée.

Précision de service (OUI/NON) : variable binaire

Le **test de McNemar** est appliqué pour comparer les proportions appariées de réussite/échec entre les deux conditions. Ce test se focalise sur les changements d'état (OUI→NON vs X→NON) et détecte les déséquilibres systématiques.

Interprétation : $p \leq 0,05$ = différence significative de précision ; $p > 0,05$ = précision inchangée.

d) Analyse complémentaire

Une analyse des différences individuelles (Δ par joueur) sera réalisée pour identifier les profils sensibles versus compensateurs, au-delà de l'effet moyen de groupe. Cette approche permettra d'explorer l'hétérogénéité des réponses à la perturbation occlusale.

Limites méthodologiques : Les effectifs modestes, le nombre limité d'essais par sujet et l'hétérogénéité des collectifs (niveau de jeu, sexe, volume d'entraînement) réduisent le nombre de données et donc la puissance statistique et la généralisabilité des résultats.

Ces analyses seront complétées par des tableaux descriptifs (moyennes, écarts-types, médianes, quartiles) et des graphiques (boîtes à moustaches des différences AVEC–SANS, nuages de points pour les corrélations) pour visualiser l'hétérogénéité et faciliter l'interprétation clinique.

3. Discussion

a) La plateforme de force

Dans cette étude, la plateforme de force a été utilisée pour explorer l'effet potentiel d'une perturbation occlusale unilatérale sur le contrôle postural des volleyeurs. L'intérêt de cet outil est de fournir des mesures objectivables (position moyenne du centre de pression, surface d'oscillation, longueur fonctionnelle, variance de vitesse, etc.) permettant, en théorie, de détecter des modifications fines de la posture statique induites par une cale occlusale.

Toutefois, plusieurs éléments amènent à rester prudents quant à l'interprétation de ce type de démarche. D'une part, les sportifs étudiés présentent en général un gainage important et des capacités de stabilisation développées par l'entraînement, susceptibles d'absorber une perturbation périphérique modérée comme le détail Oriane Luciani dans sa thèse sur « l'impact de l'occlusion dentaire dans les performances au handball ». Il est donc possible qu'une contrainte occlusale soit effectivement compensée par des ajustements musculaires et posturaux, sans forcément se traduire par des variations nettes sur les paramètres globaux mesurés.

D'autre part, les différences interindividuelles (occlusion de départ, stratégie posturale, latéralité, antécédents, niveau d'expertise) peuvent conduire à des réponses très hétérogènes, rendant difficile toute conclusion généralisable à partir d'un effectif limité.

Les conditions de recueil constituent une autre limite importante : mesures réalisées en soirée après l'entraînement, salles différentes selon les collectifs, environnement sonore et visuel variable, présence éventuelle des coéquipiers, etc. Tous ces facteurs peuvent influencer sur la concentration, la fatigue et le comportement postural au moment de l'enregistrement. Ils introduisent une variabilité de fond qui complique l'isolement de l'effet propre de la cale. Enfin, la taille de l'échantillon et le nombre restreint d'essais par joueur réduisent la puissance statistique, en particulier pour des effets attendus probablement modérés.

Pour de futurs travaux, il serait souhaitable de renforcer le contrôle expérimental : horaires plus précoces, salle dédiée unique avec fond visuel neutre et point de fixation standardisé, limitation des stimulations extérieures, protocole stabilométrique plus complet (yeux ouverts / yeux fermés, conditions dynamiques). L'augmentation du nombre de sujets et/ou le choix de groupes plus homogènes (par sexe, niveau de jeu, profil occlusal) pourrait également améliorer la lisibilité des résultats. L'association de la plateforme avec d'autres outils (analyse cinématique, EMG, questionnaires sur le ressenti postural) permettrait enfin de mieux comprendre les mécanismes d'adaptation éventuels, plutôt que d'interpréter isolément des paramètres stabilométriques.

b) Les services

L'analyse des services vise à appréhender l'impact possible d'une cale occlusale déséquilibrante sur deux composantes complémentaires de la performance : la vitesse de balle, mesurée au radar, et la précision, évaluée par l'atteinte d'une zone cible prédéfinie. Ce choix repose sur l'idée que la perturbation pourrait ne pas affecter tous les aspects du geste de la même façon : la production de puissance (vitesse) et le contrôle fin de la trajectoire (précision) peuvent réagir différemment à une contrainte occlusale. L'étude fMRI « Unbalanced Occlusion Modifies the Pattern of Brain Activity During Execution of a Finger to Thumb Motor Task » montre qu'une malocclusion augmente le coût neural du contrôle moteur (recrutement plus large de régions de coordination et d'attention), ce qui renforce l'idée qu'une perturbation occlusale peut affecter finement la coordination plutôt que la seule puissance.

Sur le plan théorique, on peut formuler plusieurs hypothèses. La cale pourrait, par exemple, influencer davantage les paramètres de coordination et de stabilité segmentaire (lancer de balle, orientation du tronc, position de l'épaule et du poignet) que la capacité brute à générer de la vitesse. Un joueur pourrait donc conserver une vitesse élevée en adaptant son recrutement musculaire ou sa technique, au prix d'une éventuelle perte de justesse. À l'inverse, certains joueurs pourraient privilégier la précision, quitte à diminuer légèrement

la vitesse. Cette dissociation vitesse/précision est bien connue en sciences du mouvement : maintenir l'intensité n'implique pas nécessairement de maintenir l'exactitude.

L'expertise individuelle et la nature du collectif étudié (niveau de jeu, âge, volume d'entraînement, rôle sur le terrain) sont également susceptibles de moduler la sensibilité à la perturbation. Des schémas moteurs très automatisés et une technique solide pourraient rendre certains volleyeurs relativement peu sensibles à une cale transitoire, tandis que des joueurs moins expérimentés ou en phase d'apprentissage du geste pourraient être plus facilement déstabilisés. De plus, la précision, mesurée ici de manière binaire (dans la zone / hors zone), est particulièrement dépendante de micro-ajustements (timing, trajectoire du lancer, relâchement de la main, stabilité du tronc) qui peuvent être sensibles à de faibles perturbations.

Les limites méthodologiques doivent là encore être clairement reconnues. L'effectif restreint, le nombre limité d'essais par joueur et le contexte de recueil c'est-à-dire : tests réalisés en fin d'entraînement, avec un niveau de fatigue variable, temps de récupération imparfaitement contrôlés ; diminuent la capacité à mettre en évidence des effets subtils. L'absence de mesures fines du geste (vidéo, cinématique, variabilité intra-sujet) ne permet pas non plus de décrire précisément la façon dont les joueurs s'adaptent à la cale, ni de distinguer ce qui relève d'une bonne compensation d'un compromis potentiellement coûteux à long terme. La revue systématique de Cesanelli et al., « Occlusal Splints and Exercise Performance: A Systematic Review of Current Evidence » (Int J Environ Res Public Health, 2021), souligne que les effets des orthèses occlusales sur la performance restent le plus souvent marginaux et très hétérogènes selon les individus, en lien avec le niveau d'expertise, le volume d'entraînement et la discipline pratiquée. Les auteurs insistent également sur la grande diversité des protocoles (échantillons réduits, conditions d'exercice variées, contrôles de la fatigue imparfaits, mesures cinématiques incomplètes), et appellent à des études futures plus standardisées et mieux instrumentées pour clarifier ces effets, ce qui va directement dans le sens de la présente discussion sur les limites méthodologiques et le caractère exploratoire des études pilotes.

Dans cette perspective, la partie « services » de ce travail doit être envisagée comme une exploration clinique pilote, plus que comme un protocole aboutissant à des conclusions définitives. Elle souligne surtout la nécessité, pour de futurs travaux, de dissocier clairement vitesse et précision, de tenir compte du niveau d'expertise et du contexte d'entraînement, et d'intégrer des outils d'analyse plus détaillés du geste (cinématique, suivi de la variabilité, éventuellement capteurs embarqués). C'est à ces conditions que l'on pourra mieux caractériser l'éventuel rôle d'une perturbation occlusale sur la performance au service et, plus largement, sur les habiletés spécifiques du volley-ball.

III. Prévention et prise en charge bucco-dentaire pour optimiser la performance des volleyeurs

A. Stratégies de prévention spécifiques aux volleyeurs

La pratique du volley-ball, caractérisée par des entraînements répétés, une forte sollicitation physique et une hydratation fréquente, expose les joueurs à un risque accru de caries, d'érosions dentaires et d'inflammations gingivales, notamment en raison de la consommation régulière de boissons sucrées ou acides et des modifications du flux salivaire induites par l'effort.

1. Prévention primaire bucco-dentaire chez le volleyeur

La prévention primaire constitue la première étape dans la protection de la santé bucco-dentaire des sportifs de haut niveau. Santé Publique France définit la prévention primaire en odontologie comme « l'ensemble des mesures visant à éviter que n'apparaissent les maladies bucco-dentaires, par l'information, l'éducation sanitaire, la modification des facteurs de risque et la mise en œuvre d'habitudes d'hygiène ». La prévention primaire repose sur l'action éducative, la sensibilisation en milieu scolaire, sportif ou familial, et l'intégration systématique de gestes simples de santé orale (33).

La prévention repose avant tout sur une hygiène bucco-dentaire rigoureuse, intégrée à la routine quotidienne du volleyeur. Un brossage biquotidien d'une durée de 3 minutes avec une brosse à dents à poils souples et un dentifrice fluoré permet de limiter la formation du biofilm et de renforcer l'émail, fragilisé par l'exposition répétée aux boissons énergétiques et aux multiples prises alimentaires. L'utilisation complémentaire de moyens interdentaires et, si nécessaire, de produits fluorés ou reminéralisants est particulièrement indiquée chez les joueurs présentant des signes de déminéralisation ou un risque carieux élevé. L'utilisation de Recaldent, produit à base de caséine de lait, peut être indiqué car il permet une reminéralisation des dents ainsi qu'une stimulation du flux salivaire.(17,33)

L'alimentation du volleyeur constitue un autre axe majeur de la prévention primaire. Les boissons isotoniques acides, souvent consommées pendant l'entraînement et les matchs, favorisent l'érosion de l'émail lorsqu'elles sont ingérées de façon répétée. Il est donc recommandé de privilégier l'hydratation à base d'eau, de limiter le sirotage, de rincer la bouche après la prise de boissons sucrées et de favoriser une alimentation équilibrée, riche en calcium, phosphore, vitamines et antioxydants, contribuant à la résistance des tissus dentaires et gingivaux. La mastication et l'usage ponctuel de chewing-gums sans sucre permettent également de stimuler le flux salivaire et de rétablir un pH oral favorable. (17,33)

Enfin, la sensibilisation des volleyeurs, des entraîneurs et du staff médical à l'impact de la santé bucco-dentaire sur la performance est un élément clé de la prévention primaire. Une meilleure connaissance des conséquences d'une mauvaise santé orale, telles que la fatigue, l'inflammation chronique ou la baisse de concentration, favorise l'adoption durable de comportements préventifs. L'intégration d'actions éducatives au sein des structures d'entraînement contribue ainsi à faire de la santé bucco-dentaire une composante à part entière de l'hygiène de vie du volleyeur, au service de sa performance et de sa longévité sportive.(33)

2. Prévention secondaire chez les volleyeurs

La prévention secondaire en santé bucco-dentaire chez le volleyeur vise le dépistage précoce des pathologies installées et leur prise en charge rapide afin d'éviter toute aggravation susceptible d'altérer la performance ou d'entraîner des arrêts d'entraînement. Chez les joueurs de volley-ball de haut niveau, les contraintes liées à l'intensité des charges d'entraînement, aux compétitions rapprochées et aux déplacements fréquents favorisent l'évolution silencieuse de certaines affections bucco-dentaires, justifiant un suivi spécifique et régulier.

Ce suivi doit être intégré au bilan médical sportif et comprendre un examen bucco-dentaire complet, incluant le dépistage des lésions carieuses, des inflammations gingivales, des érosions dentaires et des atteintes muqueuses, ainsi qu'une évaluation fonctionnelle de l'occlusion et de l'équilibre crânio-cervico-mandibulaire. La vérification de l'état des protège-dents ou des dispositifs occlusaux est également essentielle, leur usure pouvant induire des déséquilibres fonctionnels. Un suivi biannuel est recommandé chez les volleyeurs évoluant à haut niveau, permettant une surveillance continue tout au long de la saison sportive.

Le dépistage précoce des troubles occlusaux et des dysfonctions temporo-mandibulaires est d'une importance particulière dans un sport impliquant des sauts répétés, des réceptions asymétriques et une forte sollicitation posturale. Ces désordres peuvent générer des douleurs, des compensations musculaires ou des déséquilibres biomécaniques délétères pour la performance. L'évaluation clinique des muscles masticateurs et cervicaux, l'analyse des amplitudes mandibulaires et, lorsque nécessaire, des outils complémentaires d'analyse posturale permettent d'identifier précocement ces troubles avant leur chronicisation (23,33). En cas de pathologie détectée, une prise en charge rapide et ciblée est indispensable afin de limiter la douleur, l'inflammation et leurs répercussions sur la récupération et la concentration à l'effort. Les soins doivent être adaptés à la situation du joueur et coordonnés avec l'équipe médicale et paramédicale afin de restaurer l'équilibre oral et fonctionnel sans perturber la continuité de l'entraînement.

3. Prévention tertiaire chez les volleyeurs

Santé Publique France définit la prévention tertiaire en odontologie comme « les soins permettant de limiter les conséquences d'une atteinte bucco-dentaire sur la vie quotidienne, grâce à des traitements de restauration, de prothèse ou de rééducation ». Chez les volleyeurs elle intervient donc lorsque des atteintes bucco-dentaires ont déjà impacté la fonction masticatoire, l'occlusion ou la sphère musculo-articulaire, avec des répercussions potentielles sur la performance et la disponibilité sportive.

Les soins curatifs ont pour objectif d'éliminer les foyers infectieux, de contrôler l'inflammation chronique et de restaurer l'intégrité dentaire et parodontale. Le traitement complet des lésions carieuses, pulpaires ou parodontales permet de réduire la douleur, la fatigue inflammatoire et les perturbations systémiques susceptibles d'altérer la récupération et la concentration à l'effort (34). Chez le volleyeur, cette étape est indispensable pour rétablir un environnement buccal stable compatible avec les exigences d'un sport à forte intensité et à répétition de sauts.

Lorsque des pertes dentaires, des fractures ou des usures occlusales sont présentes, une réhabilitation prothétique et occlusale est nécessaire afin de restaurer une fonction masticatoire efficace et une occlusion équilibrée. La reconstruction de la continuité occlusale contribue à stabiliser la mandibule, à réduire les contraintes sur l'articulation temporo-mandibulaire et à limiter les déséquilibres posturaux pouvant influencer la chaîne musculo-squelettique (23,35).

La rééducation fonctionnelle mandibulaire et posturale constitue une étape essentielle après les soins restaurateurs. Elle vise à normaliser les schémas neuromusculaires, à améliorer la coordination mandibulo-cervicale et à diminuer les compensations musculaires acquises (23,36). L'intégration de la mandibule dans la chaîne posturale globale permet d'optimiser la stabilité, la réactivité neuromusculaire et l'endurance, éléments déterminants dans un sport sollicitant fortement les appuis, l'équilibre et la précision gestuelle.

La prévention tertiaire repose enfin sur une prise en charge interdisciplinaire associant chirurgien-dentiste, kinésithérapeute, ostéopathe et préparateur physique, afin d'assurer la pérennité des corrections réalisées et de prévenir les récurrences fonctionnelles. Un suivi régulier permet de maintenir l'équilibre occluso-postural, de limiter les douleurs chroniques et de sécuriser la continuité de l'entraînement et de la compétition.

Ainsi, la prévention tertiaire ne se limite pas à la restauration de la santé bucco-dentaire, mais s'inscrit pleinement dans une démarche de performance durable chez le volleyeur. En rétablissant une fonction orale stable et un équilibre postural optimal, elle contribue directement à la réduction du risque de blessure, à l'amélioration de la récupération et au maintien du rendement sportif à haut niveau.

Après avoir défini les stratégies classiques de prévention, il est pertinent d'explorer les apports des innovations technologiques et du numérique dans la surveillance et l'optimisation de la santé bucco-dentaire des volleyeurs.

B. Innovations technologiques et approche numérique au service de la santé et de la performance

1. Les dispositifs connectés :

Les progrès récents en odontologie numérique et en biomonitoring ont permis le développement de dispositifs connectés destinés à suivre en temps réel l'état bucco-dentaire et physiologique des sportifs. Ces dispositifs s'inscrivent dans une démarche de suivi préventif, visant à améliorer la détection précoce des déséquilibres susceptibles d'altérer la santé orale du sportif (33,37).

a) Les capteurs intra-oraux miniaturisés pour le suivi de l'environnement buccal

Les capteurs intra-oraux miniaturisés représentent une avancée majeure dans le suivi personnalisé de la santé bucco-dentaire des sportifs, en particulier chez les volleyeurs soumis à des contraintes d'entraînement intenses et à une consommation fréquente de boissons énergétiques. La mesure en temps réel du pH salivaire permet d'identifier précocement les périodes d'acidité critique, associées à un risque accru de caries et d'érosion dentaire, notamment lorsque le pH descend en dessous du seuil de déminéralisation de l'émail c'est-à-dire 5,5 (37,38). Les technologies électrochimiques biocompatibles utilisées offrent une précision élevée et rendent possible une surveillance continue de l'environnement buccal sans gêner la pratique sportive. Les données recueillies par ces capteurs peuvent être transmises à des applications mobiles ou à des plateformes médicales sécurisées, permettant un suivi à distance par le chirurgien-dentiste et une adaptation individualisée.

Par ailleurs, la salive constitue un biomarqueur pertinent de l'état physiologique global du volleyeur. Les dispositifs de monitoring salivaire permettent d'analyser rapidement des paramètres tels que le cortisol, le lactate ou l'équilibre hydro-électrolytique, reflétant la charge d'entraînement, le niveau de stress et l'état d'hydratation. L'analyse de ces marqueurs offre également des informations indirectes sur l'impact des inflammations bucco-dentaires sur la performance et la récupération(37).

Les systèmes les plus récents associent capteurs chimiques et algorithmes d'intelligence artificielle afin de détecter automatiquement les variations anormales et d'alerter le sportif ou le staff médical. Bien qu'aucun capteur universel ne permette actuellement de mesurer l'ensemble des biomarqueurs salivaires

simultanément, ces dispositifs pourraient, à terme, contribuer à une meilleure anticipation des déséquilibres bucco-dentaires chez le volleyeur (37).

b) Les protège-dents connectés : une double fonction protectrice et diagnostique

Le protège-dents connecté constitue une évolution majeure des dispositifs de protection bucco-dentaire en médecine du sport. Conçu initialement pour prévenir les traumatismes dentaires, il intègre désormais des capteurs biométriques capables d'enregistrer avec précision les contraintes mécaniques exercées sur la sphère oro-faciale. Dans un contexte où les commotions cérébrales représentent un enjeu de santé publique croissant, ces technologies offrent une réponse innovante fondée sur des données objectives (39,40).

Chez le volleyeur, discipline caractérisée par des sauts répétés, des réceptions parfois asymétriques et une forte exigence de stabilité posturale, les protège-dents connectés permettent de mesurer les forces d'impact et les charges occlusales lors de l'effort. L'analyse de ces paramètres contribue à l'identification précoce de déséquilibres mandibulaires et occluso-posturaux susceptibles d'altérer la précision gestuelle et l'efficacité neuromusculaire (40). Par ailleurs, la corrélation entre variations de force occlusale et fatigue musculaire offre des perspectives intéressantes pour l'adaptation individualisée des charges d'entraînement.

Les données recueillies peuvent également être utilisées dans le cadre du suivi post-traumatique, en particulier après un choc crânien, afin d'objectiver l'exposition aux impacts et d'accompagner la prise de décision médicale concernant la reprise sportive (40).

Le protège-dents connecté constitue ainsi un outil complémentaire au suivi médical du volleyeur, intégrant des paramètres bucco-dentaires au sein d'une approche globale de prévention.

2. Matériaux et technologies avancées.

Les progrès récents en science des matériaux dentaires ont profondément transformé la prise en charge des sportifs de haut niveau, en offrant des solutions à la fois plus légères, plus résistantes et plus fonctionnelles. Ces innovations contribuent non seulement à la restauration esthétique, mais aussi à l'optimisation des fonctions masticatoires, de l'occlusion et, par extension, de la posture corporelle et de la performance physique.

a) Les composites renforcés : résistance et biomimétisme au service du volleyeur

Les composites dentaires renforcés constituent une avancée majeure dans la prise en charge bucco-dentaire des volleyeurs de haut niveau, en combinant haute résistance mécanique et biomimétisme fonctionnel. Enrichis en fibres de verre, de polyéthylène ou en nanoparticules céramiques, ces matériaux présentent des

propriétés mécaniques proches de celles des tissus dentaires naturels, permettant une restauration fiable et durable dans un contexte de sollicitations répétées(39).

Leur module d'élasticité, comparable à celui de la dentine, favorise une répartition homogène des contraintes occlusales lors de la mastication et des phases d'effort, limitant ainsi la transmission de microtraumatismes à l'articulation temporo-mandibulaire. Cette capacité d'absorption des contraintes contribue à la stabilité occlusale et à la réduction des tensions musculaires, un élément particulièrement pertinent chez le volleyeur, dont la performance repose sur l'équilibre postural et la coordination neuromusculaire.

Les composites nanohybrides se distinguent par une résistance à la flexion élevée, supérieure à 150 MPa, et par une excellente adaptation marginale, garantissant un confort fonctionnel optimal même sous des charges répétées et intenses (39). Ces caractéristiques assurent une grande durabilité des restaurations et une meilleure tolérance aux contraintes mécaniques spécifiques au sport de haut niveau, faisant des composites renforcés une solution adaptée aux exigences fonctionnelles et performatives du volley-ball.

b) Les gouttières posturales sur mesure : stabilisation et optimisation neuromusculaire

Les orthèses ou gouttières occlusales posturales réalisées sur mesure constituent un outil de plus en plus utilisé dans le sport de haut niveau. Grâce à la modélisation numérique (CAO/FAO), ces dispositifs peuvent être précisément ajustés à la position mandibulaire optimale du sportif, améliorant l'équilibre musculaire, la symétrie posturale et parfois la puissance musculaire globale. Des études ont montré qu'une occlusion équilibrée peut améliorer la coordination inter-segmentaire et diminuer la dépense énergétique pendant l'effort.(40)

c) L'impression 3D : précision, rapidité et personnalisation

L'impression 3D révolutionne la dentisterie moderne en permettant la fabrication rapide et ultra-précise de dispositifs personnalisés : gouttières, prothèses, protecteurs buccaux ou guides chirurgicaux. Les technologies d'impression résine photopolymérisable (SLA/DLP) ou frittage sélectif laser (SLS) assurent une adaptation parfaite à la morphologie du sportif avec une précision d'ajustement inférieure à 100 µm, soit bien meilleure que celle obtenue par les techniques traditionnelles.(41)

Cette personnalisation favorise le confort, la respiration optimale et la compatibilité avec l'activité physique. Les matériaux biocompatibles de nouvelle génération présentent une résistance accrue à la compression et à l'humidité, tout en restant légers.

3. Intelligence artificielle et modélisation prédictive au service de la posture, de la performance et de la prévention des blessures chez le volleyeur.

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans le domaine de la santé bucco-dentaire constitue un champ de recherche en développement, particulièrement exploré chez les sportifs de haut niveau. L'IA permet une analyse automatisée de données cliniques et peut contribuer à la modélisation de certains risques fonctionnels.

En dentisterie, les algorithmes d'apprentissage profond sont utilisés pour la détection précoce de pathologies dentaires à partir d'images radiographiques ou intra-orales, avec une précision comparable à celle d'un clinicien expérimenté dans certaines conditions (42). Ces outils peuvent également participer au suivi de l'évolution des tissus durs et mous, notamment dans le cadre de l'érosion, des caries ou de la santé parodontale(43).

Comme vu précédemment, l'IA permet d'intégrer des données bucco-dentaires à des paramètres physiologiques afin d'objectiver la charge d'entraînement, le stress et le risque inflammatoire chez le volleyeur. L'analyse de biomarqueurs salivaires, tels que le cortisol ou l'amylase, peut ainsi contribuer à l'ajustement des phases de récupération dans un sport caractérisé par des efforts explosifs répétés (38).

L'analyse des données issues de gouttières connectées ou de capteurs intra-oraux peut permettre d'alerter le staff médical en cas d'anomalies détectées, facilitant une intervention ciblée (38). Des outils de reconnaissance du mouvement, associés à des dispositifs de stabilométrie ou d'imagerie 3D, sont également étudiés pour l'analyse des variations posturales et occlusales(44).

L'IA constitue un outil d'aide à l'analyse et à la décision clinique pour les professionnels de santé impliqués dans le suivi du volleyeur. Elle s'intègre progressivement aux stratégies de suivi, sans se substituer à l'examen clinique, dans une logique de complémentarité.

C. Collaboration interdisciplinaire pour une prise en charge globale des volleyeurs

1. Rôles et complémentarité des acteurs de santé : chirurgien-dentiste, ODF, kinésithérapeute, ostéopathe, entraîneur.

La prise en charge du volleyeur de haut niveau repose sur une collaboration étroite entre les professionnels de santé et l'encadrement sportif. Les interactions entre la santé bucco-dentaire, l'équilibre postural et la performance physique justifient une approche coordonnée et individualisée, visant à prévenir certains déséquilibres fonctionnels, à limiter le risque de blessure et à accompagner la performance sportive.

a) Le chirurgien-dentiste / odontologiste sportif

Le chirurgien-dentiste intervient comme un acteur clé du suivi bucco-dentaire du volleyeur. Il assure le dépistage et la prise en charge des pathologies bucco-dentaires et identifie les déséquilibres occlusaux pouvant avoir des répercussions fonctionnelles. Par la mise en place de dispositifs adaptés, tels que des gouttières occlusales, il peut contribuer à améliorer l'équilibre mandibulaire et à limiter certaines tensions neuromusculaires. Son rôle éducatif est également important pour sensibiliser le joueur à l'impact de la santé orale sur la performance (7,45).

b) L'orthodontiste et le prothésiste dentaire

L'orthodontiste intervient lorsque des malocclusions ou des déséquilibres dento-faciaux altèrent la fonction occlusale ou la stabilité dento-mandibulaire. Chez le volleyeur, la recherche d'une occlusion fonctionnelle stable peut contribuer à une meilleure coordination gestuelle et à la limitation de certaines contraintes mécaniques. En collaboration avec le prothésiste dentaire, chargé de la conception de dispositifs intra-buccaux personnalisés, ces professionnels apportent des solutions adaptées, intégrant confort, stabilité et adaptation aux contraintes biomécaniques spécifiques au volley-ball(46).

c) Le kinésithérapeute et l'ostéopathe

Le kinésithérapeute et l'ostéopathe jouent un rôle complémentaire dans la rééquilibration fonctionnelle. Le kinésithérapeute agit sur le renforcement musculaire, la correction des compensations et la récupération, tandis que l'ostéopathe s'intéresse aux interactions entre la sphère crânio-mandibulaire et les chaînes musculaires. Leur action conjointe vise à améliorer la mobilité, la symétrie posturale et l'efficacité gestuelle du volleyeur, dans le respect des contraintes propres à la discipline (45).

d) Le préparateur physique et l'entraîneur

Le préparateur physique et l'entraîneur assurent l'intégration des données médicales au sein de la planification des entraînements. Sensibilisés aux conséquences potentielles des douleurs bucco-dentaires ou des déséquilibres fonctionnels, ils adaptent les charges de travail et surveillent les réponses posturales et neuromusculaires du joueur. Une communication régulière avec le staff médical est indispensable pour prévenir les situations de surcharge et de désadaptation à l'effort (46).

e) Le médecin du sport et le nutritionniste

Le médecin du sport coordonne l'ensemble du suivi en assurant la surveillance clinique et fonctionnelle du joueur, tandis que le nutritionniste adapte l'alimentation aux exigences énergétiques du

volley-ball en tenant compte des contraintes métaboliques et des risques bucco-dentaires associés. Cette synergie contribue à maintenir un équilibre durable entre santé, récupération et performance (3).

Ainsi, la prise en charge du volleyeur s'inscrit dans une approche interdisciplinaire structurée, dans laquelle chaque acteur contribue à l'équilibre fonctionnel global, au service de la longévité sportive et de la performance.

2. Les outils et protocoles de collaboration interdisciplinaire

La collaboration interdisciplinaire ne peut être pleinement efficace que si elle repose sur une organisation structurée, des outils partagés et des protocoles de communication clairs. Dans le contexte du suivi des volleyeurs de haut niveau, ces dispositifs permettent une coordination renforcée entre les acteurs de santé, les entraîneurs et les sportifs eux-mêmes, tout en assurant la continuité et la traçabilité des prises en charge.

a) Les bilans pluridisciplinaires intégrés

Chez le volleyeur de haut niveau, les bilans pluridisciplinaires intégrés constituent un outil structurant de coordination entre les acteurs de santé et l'encadrement sportif. Réalisés à certaines périodes stratégiques de la saison, ils associent une évaluation médicale, bucco-dentaire, posturale et nutritionnelle afin d'identifier précocement les déséquilibres susceptibles d'influencer la performance ou d'accroître la vulnérabilité aux blessures, tels que les pathologies dentaires, les signes inflammatoires, les malocclusions ou la fatigue chronique(47).

Chaque professionnel consigne ses observations dans un dossier de suivi partagé, permettant une lecture transversale et cohérente de l'état de santé du joueur. Ce fonctionnement, en cohérence avec certaines recommandations internationales, favorise l'identification anticipée des facteurs de risque et la mise en place de stratégies de prévention adaptées au profil du sportif, en tenant compte des exigences spécifiques du volley-ball.

L'efficacité de ces bilans repose également sur des échanges réguliers entre les membres du staff. Les entraîneurs doivent être sensibilisés aux signes cliniques pouvant suggérer une problématique bucco-dentaire, tandis que les chirurgiens-dentistes et les autres professionnels de santé doivent intégrer les contraintes biomécaniques et les charges d'entraînement propres au volley-ball afin d'adapter leurs interventions. Cette approche partagée contribue à la cohérence des décisions thérapeutiques et à l'harmonisation de la prise en charge.

b) Les réunions de coordination médico-technique

Chez le volleyeur de haut niveau, les réunions de coordination médico-technique constituent un outil organisationnel important pour assurer la cohérence entre les décisions médicales, odontologiques et les choix d'entraînement. Organisées à une fréquence définie, elles réunissent le chirurgien-dentiste, le médecin du sport, le kinésithérapeute et l'entraîneur, avec l'appui ponctuel du nutritionniste ou du psychologue du sport, afin de croiser les données issues des différents bilans de santé.

L'objectif principal est d'ajuster les protocoles de soins et la charge d'entraînement à l'évolution clinique et fonctionnelle du joueur, en tenant compte des contraintes spécifiques du volley-ball, notamment les sauts répétés, les phases explosives et les exigences posturales. Cette approche concertée vise à anticiper certaines situations à risque, de réduire les délais de prise en charge et d'optimiser la récupération.

Ce mode de fonctionnement est inspiré des modèles intégrés de gestion de la santé et de la performance développés par certaines fédérations sportives, notamment celui mis en place par UK Athletics en préparation des Jeux Olympiques de Londres 2012. La structuration de réunions régulières associant professionnels de santé, scientifiques du sport et entraîneurs a été associée à une amélioration significative de la qualité du suivi des athlètes et de la réactivité des prises en charge, renforçant ainsi la prévention des blessures et des pathologies associées (48).

c) Les outils numériques de suivi intégré

Pour un sportif, la centralisation et l'accessibilité de toutes les données de santé sont des éléments déterminants, ce qui justifie l'utilisation d'un carnet de santé numérique. Les technologies connectées jouent un rôle croissant dans cette coordination interdisciplinaire. Des plateformes comme Teampulse, AthleteMonitoring ou Kinvent permettent d'intégrer dans un même environnement les informations médicales, dentaires, biomécaniques et nutritionnelles, offrant ainsi un tableau de bord partagé entre l'ensemble des intervenants.

Ces outils assurent un suivi longitudinal, portant sur différents indicateurs de santé et de performance, tels que la charge d'entraînement, la récupération, les marqueurs d'inflammation, les douleurs oro-faciales ou encore la stabilité posturale. L'utilisation de dossiers médicaux électroniques interconnectés garantit en parallèle la traçabilité des interventions et facilite la communication entre les praticiens tout en respectant les exigences du RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données) concernant la protection des données. Certains systèmes vont plus loin en intégrant un codage couleur permettant d'évaluer de manière synthétique la capacité de l'athlète à s'entraîner ou à participer à une compétition(48).

Cette digitalisation peut contribuer à améliorer la coordination des soins et à faciliter l'identification précoce de certaines situations à risque.

d) Protocoles d'intervention standardisés

Afin d'assurer une meilleure harmonisation des pratiques, plusieurs fédérations sportives, dont la Fédération Française de Volley-Ball (FFVB), encouragent l'instauration de protocoles standardisés dédiés à la prise en charge bucco-dentaire et posturale des athlètes. Ces protocoles incluent des évaluations périodiques comprenant un examen clinique, des photographies intra-orales et une analyse stabilométrique. Ils prévoient également une évaluation fonctionnelle mandibulaire, associée au contrôle des dispositifs intra-buccaux tels que les gouttières ou les protège-dents.

Un suivi biomécanique et kinésithérapique est ensuite parfois proposé afin d'évaluer l'évolution fonctionnelle après intervention. L'adoption de ces procédures s'inscrit dans une démarche de prévention, tout en garantissant une cohérence entre les différents intervenants. L'efficacité de cette prise en charge globale repose enfin sur une coordination régulière, soutenue par des protocoles communs et des outils de communication partagée (49).

CONCLUSION

La performance du volleyeur de haut niveau repose sur un équilibre complexe entre capacités physiques, neuromusculaires, cognitives et mécanismes de récupération, dans un contexte où la prévention des blessures constitue un enjeu majeur. Ce travail a montré que la santé bucco-dentaire, longtemps reléguée au second plan dans le suivi du sportif, s'inscrit en réalité au cœur de cet équilibre fonctionnel et mérite d'être considérée comme une composante à part entière du modèle de performance.

L'analyse des pathologies bucco-dentaires fréquemment rencontrées chez le volleyeur de haut niveau met en évidence leur prévalence élevée et leurs répercussions dépassant largement la sphère orale. Les processus inflammatoires chroniques, les troubles du flux salivaire ou les douleurs oro-faciales peuvent influencer la récupération, la performance musculaire et la concentration, tout en augmentant la vulnérabilité aux blessures. Ces effets prennent une dimension particulière dans un sport caractérisé par des efforts explosifs répétés, des contraintes posturales importantes et des temps de récupération limités.

L'étude de l'équilibre neuro-occluso-musculo-articulaire a ensuite permis de souligner le rôle spécifique de la sphère oro-faciale dans la régulation posturale. L'occlusion dentaire, l'appareil manducateur et leurs interactions avec les chaînes musculaires et les systèmes sensoriels participeraient aux ajustements toniques nécessaires à la stabilité, à la précision gestuelle et à l'efficacité biomécanique du volleyeur. Sans prétendre établir un lien causal unique, ces interactions fonctionnelles justifient une attention clinique particulière dans le cadre du suivi des athlètes de haut niveau et justifient le détail du protocole proposé.

Les stratégies de prévention et de prise en charge développées dans ce travail mettent en lumière l'intérêt d'une approche globale, structurée et interdisciplinaire. L'intégration de la prévention bucco-dentaire au sein des protocoles médicaux du volleyeur, associée aux innovations technologiques et aux outils numériques de suivi, ouvre la voie à une individualisation plus fine des prises en charge. La collaboration entre chirurgiens-dentistes, médecins du sport, kinésithérapeutes, préparateurs physiques et entraîneurs apparaît ainsi comme un levier essentiel pour accompagner durablement la performance tout en préservant la santé du joueur.

Au-delà des implications cliniques immédiates, ce travail invite à repenser la place de la santé bucco-dentaire dans la médecine du sport moderne. Son intégration raisonnée dans les modèles de performance ne constitue plus une simple perspective théorique, mais une évolution logique vers une approche plus systémique, préventive et durable du suivi des athlètes. À terme, le développement de protocoles standardisés, l'exploitation des données issues du suivi numérique et l'approfondissement des recherches sur les interactions entre sphère oro-faciale, posture et performance pourraient contribuer à faire de la santé bucco-dentaire un véritable indicateur fonctionnel du bien-être et de la performance globale du sportif de haut niveau.

BIBLIOGRAPHIE :

1. Soares PV, Tolentino AB, Machado AC, Dias RB, Coto NP. Sports dentistry: a perspective for the future. *Rev Bras Educ Física E Esporte*. 2014;28(2):351-8.
2. Santé bucco-dentaire et impact sur la performance des athlètes participant aux Jeux Olympiques de Londres 2012: une étude transversale. *PubMed*. 2012.
3. A S, M B. Sports Diet and Oral Health in Athletes: A Comprehensive Review. *Medicina (Kaunas)*. 2024;60(2).
4. Azeredo F, Guimarães L, Luís W, Fialho S, Alves Antunes L, Antunes L. Estimated prevalence of dental caries in athletes: An epidemiological systematic review and meta-analysis. *Indian J Dent Res*. 2020;31(2):297.
5. Campana Zamudio F, Aleman Soto VS, Azañedo D, Hernández-Vásquez A. Prevalence and Severity of Oral Conditions in Elite Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Dent J*. 2025;13(12):589.
6. Mielle B, Júdice A, Proença L, Machado V, Vieira AM, Mendes JJ, et al. Dental Caries, Tooth Erosion and Nutritional Habits in a Cohort of Athletes: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*. 2025;17(3):543.
7. Ashley P, Di Iorio A, Cole E, Tanday A, Needleman I. Oral health of elite athletes and association with performance: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2015;49(1):14-9.
8. Reich JS, Cohn JE, Othman S, Shokri T, Ducic Y, Sokoya M. Volleyball-related Adult Maxillofacial Trauma Injuries: A NEISS Database Study. *J Craniofac Surg*. 2021;32(4):1564-7.
9. Humphrey SP, Williamson RT. A review of saliva: normal composition, flow, and function. *J Prosthet Dent*. 2001;85(2):162-9.
10. Ferreira RO, Frazão DR, Ferreira MKM, Magno MB, Fagundes NCF, Rosing CK, et al. Periodontal disease and sports performance: a systematic review and meta-analysis. *Res Sports Med*. 2024;32(5):767-86.
11. Sebbar EH, Naji I, El Mezgueldi I, Choukri M. Le stress oxydatif, une agression cellulaire. *Actual Pharm*. 2023;62(626):36-7.
12. Dufresne SS, Frenette J, Dumont NA. Inflammation et régénération musculaire - Une arme à double tranchant. *médecine/sciences*. 2016;32(6-7):591-7.
13. Inserm. Sommeil. [Internet]. [cité 21 févr 2025]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/sommeil/>

14. Kramer AF, Erickson KI. Capitalizing on cortical plasticity: influence of physical activity on cognition and brain function. *Trends Cogn Sci.* 2007;11(8):342-8.
15. Gilchrist F, Marshman Z, Deery C, Rodd HD. The impact of dental caries on children and young people: what they have to say? *Int J Paediatr Dent.* 2015;25(5):327-38.
16. Cajochen C, Kräuchi K, Wirz-Justice A. Role of Melatonin in the Regulation of Human Circadian Rhythms and Sleep. *J Neuroendocrinol.* 2003;15(4):432-7.
17. Louis J, Hausswirth C. Thème 4. Nutrition et santé bucco-dentaire du sportif. In: *Nutrition et performance en sport : la science au bout de la fourchette.* Paris: INSEP-Éditions; 2012. p. 105-13.
18. Hotamisligil GS. Inflammation, metaflammation and immunometabolic disorders. *Nature.* 2017;542(7640):177-85.
19. Tavan H, Robin O. Relation entre appareil manducateur et posture corporelle : revue de littérature. Lyon: Université Claude Bernard Lyon 1; 2008.
20. Clauzade MA. Dents et performance sportive : équilibration occlusale - traitement - conseils aux sportifs. Paris: Chiron; 2012.
21. Pichot M. Influences de l'occlusion dentaire sur les performances sportives du basketteur. 2021.
22. Occlusodontie pratique. FAG Dentaire. [Internet]. [cité 30 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.fag-dentaire.com/produit/occlusodontie-pratique/>
23. Habrard G, Jeannin C. Occlusion dentaire et performance sportive. Lyon: Université Claude Bernard Lyon 1; 2015.
24. Action of the Muscles of Mastication. Scilit. [Internet]. Disponible sur: <https://www.scilit.com/publications/bc1368c09879dce6c15ba81425b59b8a>
25. Masson E. Anatomie de l'appareil manducateur. EM-Consulte. [Internet]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/1459172/anatomie-de-l-appareil-manducateur>
26. SUAUDEAU S. L'occlusion dentaire chez le sportif de haut niveau : examen de dépistage et suivi des performances. Thèse 3ème cycle Sci Odontol. Nantes: Université de Nantes; 2003.
27. Mesure S. Posture, pratique sportive et rééducation. Paris: Masson; 2001. XI-146 p.
28. Clauzade M. Orthoposturodentie. *Actual Odonto-Stomatol.* 2007;(240):387-405.
29. Busquet L. Les chaînes musculaires Tronc, colonne cervicale, membres supérieurs Tome 1. Fnac. [Internet]. Disponible sur: <https://www.fnac.com/a858456/Leopold-Busquet-Les-chaines-musculaires>

30. Struyf-Denis G. Les chaînes musculaires et articulaires. Decitre. [Internet]. Disponible sur: <https://www.decitre.fr/livres/les-chaines-musculaires-et-articulaires-9782960000405.html>
31. PEREZ P. Troubles posturaux d'origine temporo-mandibulaire. Voies réflexes nociceptives, Modèle neurophysiopostural. Saint Genis; 2006.
32. UFSBD. Objectifs prévention sport. [Internet]. Disponible sur: https://www.ufsbd.fr/wp-content/uploads/2024/03/OBJ_PREV_SPORT_280324.pdf
33. Júdice A, Botelho J, Machado V, Proença L, Ferreira LMA, Fine P, et al. Sports dentistry intricacies with season-related challenges and the role of athlete-centered outcomes. *Front Oral Health*. 2025;6.
34. Manson J. Influence de l'occlusion sur les performances sportives.
35. Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Cirer-Sastre R, Corbi F, Burtscher M. The Influence of Dental Occlusion on Dynamic Balance and Muscular Tone. *Front Physiol*. 2020;10.
36. Timpel J, Klinghammer S, Riemenschneider L, Ibarlucea B, Cuniberti G, Hannig C, et al. Sensors for in situ monitoring of oral and dental health parameters in saliva. *Clin Oral Investig*. 2023;27(10):5719-36.
37. Arroyo MJ, Escobedo P, Ruiz-García I, Palma AJ, Santoyo F, Ortega-Muñoz M, et al. POC device for rapid oral pH determination based on a smartphone platform. *Mikrochim Acta*. 2024;191(3):134.
38. Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent J*. 2011;56(s1):59-66.
39. D'Erme V, Basile M, Rampello A, Di Paolo C. Influence of occlusal splint on competitive athletes performances. *Ann Stomatol (Roma)*. 2012;3(3-4):113-8.
40. Revilla-León M, Özcan M. Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: Current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry. *J Prosthodont*. 2019;28(2):146-58.
41. Lee S, Oh S il, Jo J, Kang S, Shin Y, Park J won. Deep learning for early dental caries detection in bitewing radiographs. *Sci Rep*. 2021;11(1):16807.
42. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges. *J Dent Res*. 2020;99(7):769-74.
43. Kinjo R, Wada T, Churei H, Ohmi T, Hayashi K, Yagishita K, et al. Development of a Wearable Mouth Guard Device for Monitoring Teeth Clenching during Exercise. *Sensors*. 2021;21(4):1503.
44. Cuccia A, Caradonna C. The Relationship Between the Stomatognathic System and Body Posture. *Clinics (Sao Paulo)*. 2009;64(1):61-6.

45. Gallagher J, Fine P, Ashley P, Needleman I. Developing the role of the sports dentist. *Br Dent J*. 2021;231(9):544-6.
46. Pour une France en Forme. Rapport MRSS. [Internet]. Disponible sur: <https://pourunefranceenforme.fr/wp-content/uploads/2025/06/Rapport-MRSS.pdf>
47. Dijkstra HP, Pollock N, Chakraverty R, Alonso JM. Managing the health of the elite athlete: a new integrated performance health management and coaching model. *Br J Sports Med*. 2014;48(7):523-31.
48. Militi A, Cicciù M, Sambataro S, Bocchieri S, Cervino G, De Stefano R, et al. Dental occlusion and sport performance. *Minerva Stomatol*. 2020;69(2):112-8.

N° 2025 LYO

JACON Lola : Santé buccodentaire et performance chez le volleyeur : état des lieux et enjeux de prévention

Résumé :

La santé bucco-dentaire des volleyeurs de haut niveau constitue un déterminant encore sous-estimé de la performance sportive, alors même que ces athlètes sont exposés à de nombreux facteurs de risque locaux et systémiques. En s'intéressant à cette population spécifique, le travail met en lumière la fréquence des pathologies orales, leurs répercussions inflammatoires, leurs effets sur la récupération, la fatigue, la concentration et, plus globalement, sur la disponibilité à l'entraînement et en compétition.

Après avoir rappelé les bases physiologiques et posturales du volley-ball, il est décrit précisément les atteintes bucco-dentaires observées chez ces sportifs, les particularités de leur hygiène de vie et de leur environnement d'entraînement, ainsi que le rôle de la sphère oro-faciale dans la régulation de l'équilibre. Il insiste notamment sur l'intégration de l'occlusion dentaire et de l'appareil manducateur dans les systèmes de contrôle postural, susceptibles d'influencer stabilité, coordination et gestuelle spécifique.

Enfin, le travail propose des pistes opérationnelles pour améliorer la prise en charge : intégration systématique du chirurgien-dentiste au sein du staff, bilans pluridisciplinaires structurés, protocoles de prévention adaptés aux contraintes du volley-ball de haut niveau et outils de suivi partagés. La santé orale apparaît ainsi comme un levier majeur de performance, de prévention des blessures et de durabilité de la carrière sportive.

Mots clés : Santé bucco-dentaire, Volley-ball, Performance, occlusion, nutrition, posture, athlète

Jury : Président Monsieur le Professeur Olivier ROBIN
 Assesseurs Monsieur le Professeur Christophe JEANNIN
 Monsieur le Professeur Christophe Cyril VILLAT
 Monsieur le Docteur Benjamin EVIEUX
 Madame le Docteur Charlotte FARGES

Adresse de l'auteur : Lola JACON

34 rue du dauphiné 69003 LYON

