

**UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE DE LILLE 2**

**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année de soutenance : 2018

N°:

THESE POUR LE

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le 27 septembre 2018

Par Céline MACQUET

Née le 28 juillet 1988 à Amiens (80)

**Liens malocclusions, traitements d'orthopédie dento-  
faciale et posture : revue de littérature**

**JURY**

Président : Monsieur le Professeur Guillaume PENEL  
Assesseurs : Madame le Docteur Emmanuelle BOCQUET  
Madame le Docteur Mathilde SAVIGNAT  
Monsieur le Docteur Philippe DECOCQ

**UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE DE LILLE 2**

**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année de soutenance : 2018

N°:

THESE POUR LE

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le 27 septembre 2018

Par Céline MACQUET

Née le 28 juillet 1988 à Amiens (80)

**Liens malocclusions, traitements d'orthopédie dento-  
faciale et posture : revue de littérature**

**JURY**

Président : Monsieur le Professeur Guillaume PENEL  
Assesseurs : Madame le Docteur Emmanuelle BOCQUET  
Madame le Docteur Mathilde SAVIGNAT  
Monsieur le Docteur Philippe DECOCQ



## **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES**

T. BECAVIN	Responsable de la Sous-Section d'Odontologie Conservatrice –Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale
F. BOSCHIN Parodontologie	Responsable de la Sous-Section de
E. BOCQUET	Responsable de la Sous- Section d'Orthopédie Dento-Faciale
C. CATTEAU	Responsable de la Sous-Section de Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
A. de BROUCKER	Sciences Anatomique et Physiologique Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie
T. DELCAMBRE	Prothèses
C. DELFOSSE	Responsable de la Sous-Section d'Odontologie Pédiatrique
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Odontologie Conservatrice - Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
P. HILDELBERT	Odontologie Conservatrice - Endodontie
J.M. LANGLOIS	Responsable de la Sous-Section de Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Odontologie Conservatrice - Endodontie
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille

C. OLEJNIK	Sciences Biologiques
L. ROBBERECHT	Odontologie Conservatrice - Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable de la Sous-Section des Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable de la Sous-Section de Prothèses

***Réglementation de présentation du mémoire de Thèse***

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille 2 a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

**Aux membres du jury...**

**Monsieur le Professeur Guillaume PENEL**

**Professeur des Universités – Praticien Hospitalier**

*Sous-Section Sciences Biologiques*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Doctorat de l'Université René DESCARTES (PARIS V)

C.E.S d'Odontologie Chirurgicale

Habilité à Diriger des Recherches

Vice-Doyen Recherche de la Faculté de Chirurgie Dentaire

Responsable de la Sous-Section Sciences Biologiques

*Vous me faites l'honneur de présider ce Jury après avoir accueilli ma demande sans  
hésitation bien que le sujet soit éloigné de votre discipline.*

*Aussi, je vous en suis reconnaissante et vous remercie pour votre disponibilité.*

*Soyez assuré de mon profond respect.*

**Madame le Docteur Emmanuelle BOCQUET**

**Maître de Conférences des Universités – Praticien hospitalier des CSERD**

*Section Développement, Croissance et Prévention Département d'Orthopédie Dento-Faciale*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Certificat d'Etudes Cliniques Spéciales Mention Orthopédie (CECSMO) Certificat d'Etudes Supérieures de Biologie de la bouche

Certificat d'Etude Supérieures d'Orthopédie Dento-Faciale

Master 2 Recherche Biologie Santé

Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales.

Vice-Doyen Pédagogie de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Lille. Responsable du département d'Orthopédie Dento-faciale

Coordonnateur inter-régional du Diplôme d'Etudes Spécialisées d'Orthopédie Dento-Faciale.

*C'est un honneur de vous compter dans ce jury.*

*Je vous remercie pour le temps, la patience et la confiance que vous m'avez consacrés au  
cours de cet internat.*

*Au-delà des connaissances orthodontiques que vous m'avez transmises vous avez su  
également partager des qualités humaines ainsi qu'une « philosophie de vie » à laquelle  
j'aspire.*

*Je vous prie de trouver dans ce travail mes remerciements les plus sincères et mon  
profond respect.*

**Madame le Docteur Mathilde SAVIGNAT**

**Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD**

*Section Réhabilitation Orale Département Sciences Anatomiques*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2

Master Recherche Biologie Santé, spécialité Physiopathologie et Neurosciences

Responsable du département des Sciences Anatomiques

*Je vous suis très reconnaissante d'avoir accepté de participer à mon jury de thèse  
et d'avoir pris le temps de juger ce travail.  
Soyez assurée de ma gratitude.*

**Monsieur le Docteur Philippe DECOCQ**

**Assistant Hospitalo-Universitaire**

*Section Développement, Croissance et Prévention Département Orthopédie Dento-Faciale*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Spécialiste qualifié en Orthopédie Dento-Faciale

Master I Recherche Biologie Santé - Neurosciences

Master II Recherche Spécialité Physiologie, Physiopathologie des maladies humaines

Diplôme Universitaire Croissance Cranio Faciale et Orthopédie Dento-Maxillo- Faciale –  
PARIS V

Certificat d'Etudes Supérieures d'Orthopédie Dento-Faciale - LYON

*Tu m'as fait l'honneur et le plaisir d'accepter de diriger cette thèse  
sur un sujet qui nous tenait à cœur.*

*Merci infiniment pour ton aide, tes conseils et surtout pour ta patience  
et ta disponibilité au cours de cette année.*

*Je suis honorée d'avoir travaillé, avec toi, tant pour ce travail de thèse que pour celui du  
mémoire.*

*Je te remercie également pour ton implication et ta pédagogie lors des nombreuses  
vacations cliniques que nous avons partagées.*

# Table des matières

<b>Table des abréviations .....</b>	<b>12</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>13</b>
<b>1 La relation occluso-visuo-posturale .....</b>	<b>14</b>
1.1 La posture .....	14
1.1.1 Le système postural .....	14
1.1.1.1 Les définitions .....	14
1.1.1.2 Le contrôle postural et l'équilibre sagittal du rachis.....	16
1.1.1.3 Les entrées du système postural .....	19
1.1.1.3.1 Les exocapteurs : entrées primaires du système postural .....	19
1.1.1.3.2 Les endocapteurs : entrées secondaires du système postural ou système de proprioception .....	22
1.2 Les déterminants occlusaux de la posture .....	26
1.2.1 Les déterminants : les liens mécaniques .....	27
1.2.1.1 Les bases osseuses .....	27
1.2.1.2 L'articulation temporo-mandibulaire (ATM) .....	27
1.2.1.3 La dent et le parodonte .....	28
1.2.1.4 Les muscles manducateurs .....	28
1.2.1.5 La langue : son rôle dans les fonctions oro-faciales .....	29
1.2.1.5.1 La ventilation .....	30
1.2.1.5.2 La déglutition.....	31
1.2.1.5.3 La mastication.....	31
1.2.2 Les déterminants : liens neurologiques.....	32
1.2.2.1 Le nerf trijumeau .....	32
1.2.3 Le concept occluso-postural .....	35
1.3 La vision et la perception de l'espace .....	37
1.3.1 La proprioception mandibulaire, la vision et la posture .....	37
1.3.2 Les référentiels d'orientation .....	38
<b>2 L'influence des malocclusions et des dysfonctions sur la posture .....</b>	<b>42</b>
2.1 L'examen postural .....	42
2.1.1 Les examens en orthopédie dento-faciale .....	42
2.1.2 Les examens spécifiques.....	45
2.2 Les liens entre les dysfonctions et la posture.....	48
2.3 Les liens entre les malocclusions et la posture .....	50
2.3.1 Les répercussions sur la posture craniale.....	51
2.3.2 Les répercussions sur la posture générale .....	53
2.3.3 Le cas particulier des patients porteurs de fentes labio-alvéolo-palatines (FLAP) 59	
<b>3 L'influence des thérapeutiques fonctionnelles et des malocclusions sur la posture .....</b>	<b>61</b>
3.1 L'éducation oro-myo-fonctionnelle.....	61
3.2 Les liens entre les thérapeutiques orthopédiques et la posture .....	62
3.2.1 Les traitements des classes II.....	63
3.2.2 Les traitements des classes III.....	66
3.3 Les liens entre les thérapeutiques orthodontiques et la posture .....	67

3.4	Les liens entre les thérapeutiques ortho-chirurgicales et la posture .....	69
3.4.1	Les traitements des classes II .....	70
3.4.2	Les traitements des classes III .....	71
<b>Table des illustrations</b> .....		<b>78</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....		<b>79</b>

## **Table des abréviations**

ATM : Articulation temporo-mandibulaire

CdP : Centre de Pression

DCM : Dysfonctionnement Cranio-Mandibulaire

FLAP : Fente Labio-Alvéolo-Palatine

SPA : Système Postural d'Aplomb

SPF : Système Postural Fin

ODF : Orthopédie Dento-Faciale

OIM : Occlusion d'Intercuspitation Maximale

ORL : Oto-Rhino-Laryngologiste

PIM : Position d'Intercuspitation Maximale

SAHOS : Syndrome d'Apnées Hypopnées Obstructives du Sommeil

TIA : Tractions InterArcades

## Introduction

Depuis 1997, les dysfonctionnements cranio-mandibulaires (DCM) regroupant des algies, des troubles oro-faciaux et posturaux, figurent au tableau général des déficiences posturales (1). Aujourd'hui, l'association entre la morphologie cranio-faciale, la posture rachidienne et le contrôle postural est étudiée par de nombreux auteurs (2,3).

Balters a déclaré, en 1964, qu'il n'y a pas "une pathologie localisée pure" aux dents et aux mâchoires mais que les structures et les symptômes proches du système stomatognathique devraient être pris en considération au cours du traitement (4). Aussi, en odontologie et plus particulièrement en orthopédie dento-faciale, nous observons l'avènement d'une approche thérapeutique intégrant la posture. Ces constatations semblent indiquer que l'efficacité des thérapeutiques orthopédiques, orthodontiques et ortho-chirurgicales pourrait être partiellement liée à la posture des patients.

Malgré un intérêt croissant pour ce domaine, il persiste un manque de consensus général concernant la corrélation possible entre malocclusion et position de la tête, du cou et/ou du corps dans l'espace.

L'objectif de ce travail est d'établir un état des lieux actuels des connaissances sur les éventuels liens qui existent entre l'appareil manducateur et la posture. La première partie de ce travail présentera le système postural, ses régulateurs et ses liens avec l'appareil manducateur et les référentiels d'orientations spatiaux. Les deux dernières parties aborderont les conséquences posturales des malocclusions ainsi que celles de leurs traitements orthopédiques, orthodontiques et ortho-chirurgicaux.

# 1 La relation occluso-visuo-posturale

## 1.1 La posture

### 1.1.1 Le système postural

#### 1.1.1.1 Les définitions

Le dictionnaire d'orthognathodontie propose une double définition du terme posture :

- d'abord « l'attitude habituelle du corps ou de ses parties sous l'action de contractions musculaires toniques tendant à fixer la position des segments des articulations en vue de maintenir l'équilibre » ;
- et « l'attitude corporelle résultant de l'interaction de la pesanteur et de mécanismes sensori-moteurs complexes (issus du labyrinthe de l'oreille interne, des corpuscules de Pacini, de Golgi, des articulations, de l'œil, de la plante des pieds) » (fig.1).

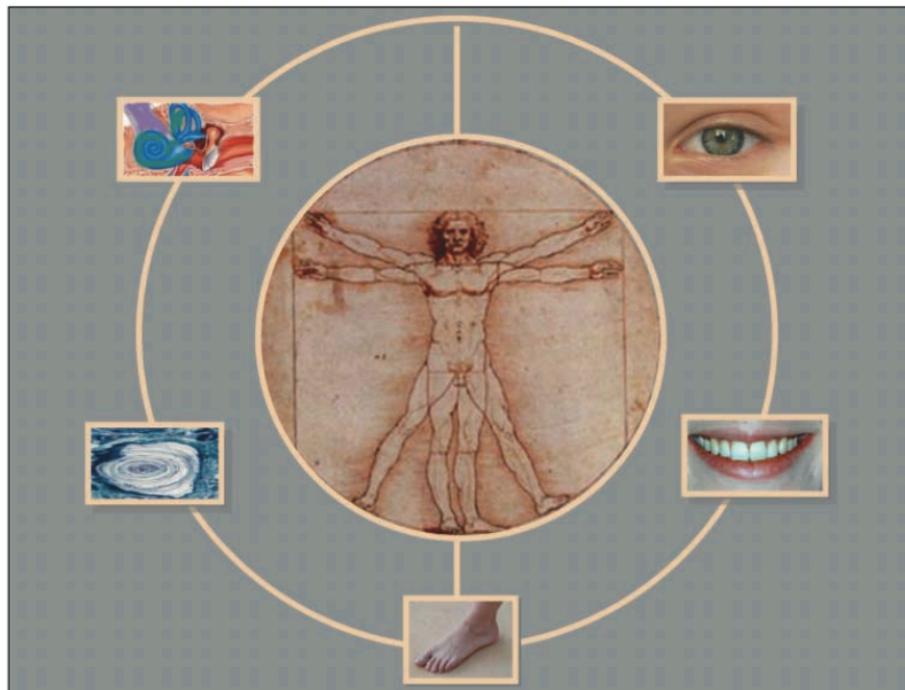


Figure 1 : L'Homme global

Pierre-Marie GAGEY (5) développe la notion de Système Postural Fin (SPF) aujourd'hui appelé Système Postural d'Aplomb (SPA). Elle crée avec BARON la « posturologie ». Ils la définissent comme étant « l'étude pluridisciplinaire de la posture et de ses dérèglements ».

Selon BARON et GAGEY : « l'Homme se tient debout d'une manière automatique grâce à l'existence d'un système appelé Système Postural Fin » (6).

Le Système Postural d'Aplomb est « un système automatique qui assume la contrainte de maintenir le corps au voisinage d'une position fixe définie par rapport à l'environnement, à condition que les perturbations qui écartent de cette position fixe soient de faible amplitude, de l'ordre de 1 à 4 degrés » (fig. 2) (7).

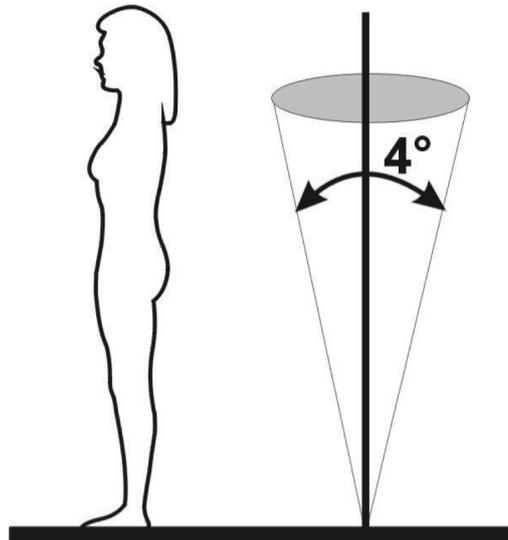


Figure 2: Système Postural d'Aplomb (Dr. Dupiellet, 2016)

Il fonctionne selon un mode cybernétique, avec des entrées, une intégration et une sortie (fig. 3) :

- Un système d'entrée ou système informatif : il englobe les capteurs extéroceptifs (œil, vestibule, barorécepteurs de la voûte plantaire) qui nous situent dans notre environnement et les propriocepteurs, nécessaires à ce que les capteurs extéroceptifs connaissent leur position respective dans l'espace. Les propriocepteurs sont nombreux, les plus importants étant les organes tendineux de Golgi et les fuseaux neuromusculaires présents dans les muscles oculaires externes, les muscles du rachis, des membres inférieurs et de l'appareil manducateur.
- Un système central d'analyse, d'intégration et de contrôle postural : il comprend les voies ascendantes de la sensibilité, les centres intégrateurs de ces informations, les zones corticales de mémorisation des schémas moteurs et posturaux, et les voies descendantes de commandes extra pyramidales et pyramidales vers les muscles

toniques posturaux et les muscles phasiques. La finalité du contrôle central de la posture est : d'assurer l'équilibre, de procurer une base plus ou moins stabilisée à l'action et d'élaborer des représentations spatiales pour nous situer dans notre environnement.

- Un système effecteur musculaire de sortie : il permet de maintenir le centre de gravité dans les limites du polygone de sustentation afin de maintenir l'équilibre. Le polygone de sustentation correspond à la surface d'appui podal délimitée par la face externe des pieds équivalent à 200mm<sup>2</sup>.

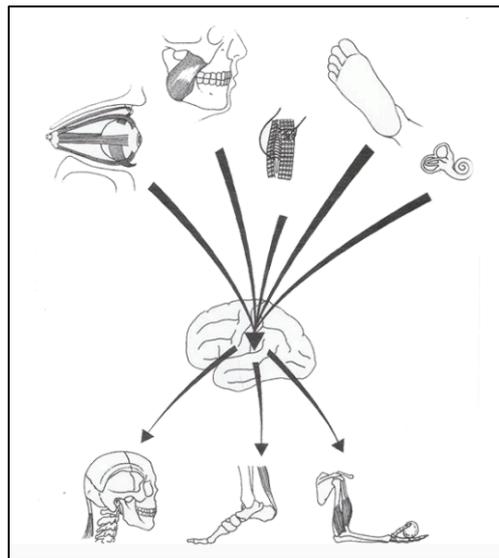


Figure 3 : Schéma du système postural : ses entrées, sa commande, ses sorties (10)

### **1.1.1.2 Le contrôle postural et l'équilibre sagittal du rachis**

Selon Brisson, l'équilibre est « l'état dans lequel se trouve un corps soumis à deux forces alignées, égales et opposées : l'action de la pesanteur, et la réaction du sol. »

Cette définition inexacte a longtemps empêché de comprendre que l'Homme debout n'est jamais en équilibre, dans la mesure où il est impossible de maintenir ces deux forces parfaitement alignées en permanence. « Seules les statues sont immobiles » disait Baron, « la vie est en mouvement » disent les ostéopathes. En réalité, l'Homme n'est pas en équilibre mais il se stabilise, il « corrige tout écart par rapport à la verticale » comme l'avait formulé Charles Bell il y a plus d'un demi-siècle (8).

L'ensemble de l'organisme s'organise en segments corporels mobiles les uns par rapport aux autres (la tête, les membres supérieurs et inférieurs, le tronc). Ils ont chacun un centre de gravité propre. En position orthostatique, sujet détendu, à la respiration calme, dont le regard porte à l'horizon, se tenant droit, debout en équilibre sur ses pieds, la position de ces différents centres de gravité (G1, G2, G3 et G4) doit permettre à la projection au sol de leurs résultantes (P1, P2, P3 et P4) de se situer au sein d'un polygone de sustentation (fig. 4).

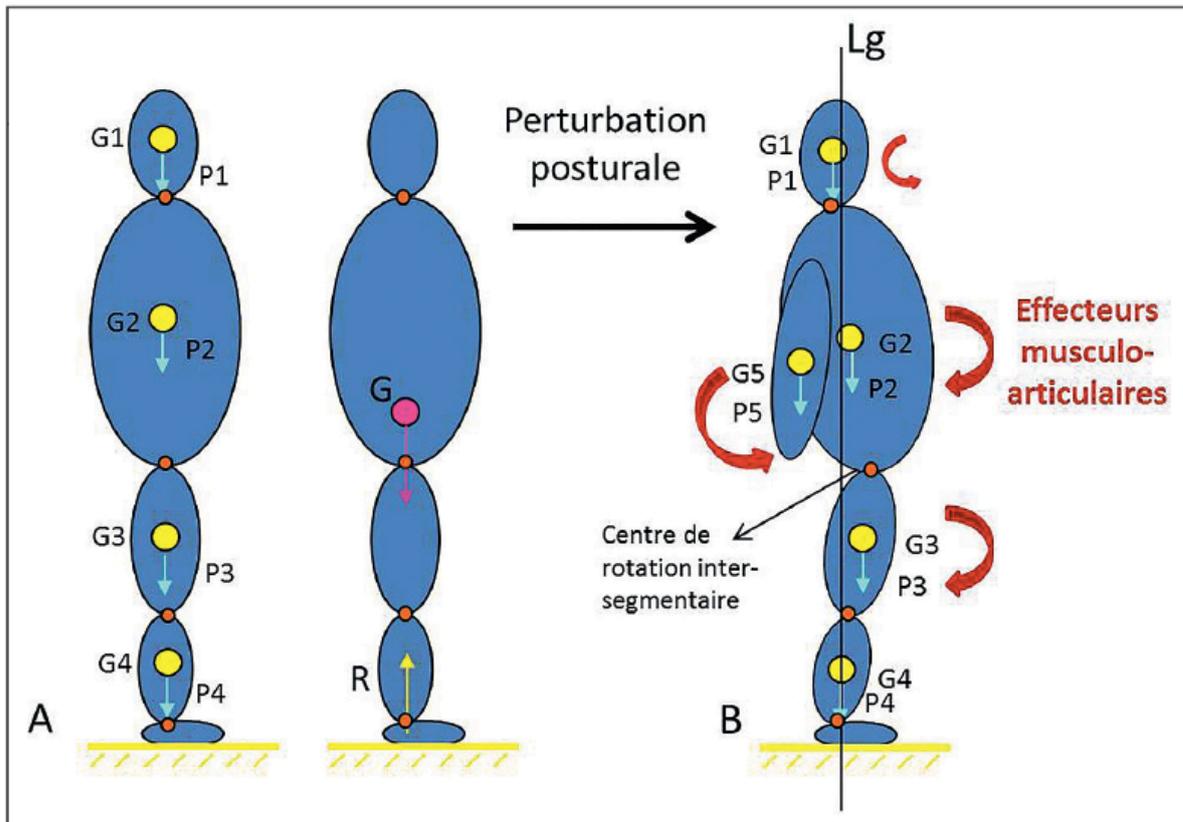


Figure 4 : A. Correspondance des centres de gravité des différents segments corporels sur la ligne de gravité. B. Adaptation posturale à un déséquilibre. Décentrage des centres de gravité, mobilisation des segments les uns par rapport aux autres pour conserver l'équilibre sous l'action d'effecteurs musculaires. (D'après Bouisset (12))

Tout déplacement de l'un des centres de gravité segmentaires l'éloigne de la ligne de gravité du corps, Lg, qui est une ligne sur laquelle doivent se trouver les centres de gravité des différents segments corporels pour que le corps soit en équilibre. Elle passe par le vertex, l'apophyse odontoïde de C2, croise la 3<sup>ème</sup> vertèbre lombaire, suit l'axe du fémur, passe en avant du genou et de l'articulation tibio-tarsienne. Il se crée alors un mouvement lié à l'augmentation de la distance du centre de gravité de ce segment par rapport à Lg, créant ainsi un déséquilibre devant être compensé par la mobilité mais aussi par la stabilisation

des autres segments. Les ajustements posturaux alors effectués le sont grâce aux muscles, par rachidiens, extenseurs des membres inférieurs essentiellement, aux tendons, aux capsules et ligaments articulaires, aux tissus de recouvrement.

Les réactions posturales permettent à l'Homme de se stabiliser en diverses circonstances, grâce à des ajustements appropriés des activités musculaire et ligamentaire. Une posture stable implique d'une part que les articulations entre les différentes parties du corps soient immobilisées, par l'action des ligaments, des muscles et des fascias. La station érigée nécessite un haubanage du rachis par de puissants muscles érecteurs (muscles ilio-costal, longissimus et épineux) qui le raidissent, le stabilisent et le mobilisent. D'autre part, une posture stable requiert des courbures rachidiennes de sens inverse (lordoses cervicale et lombaire, cyphoses thoracique et sacrée) pour maintenir l'axe de gravité du corps sur la verticale passant par le polygone de sustentation (fig. 5).

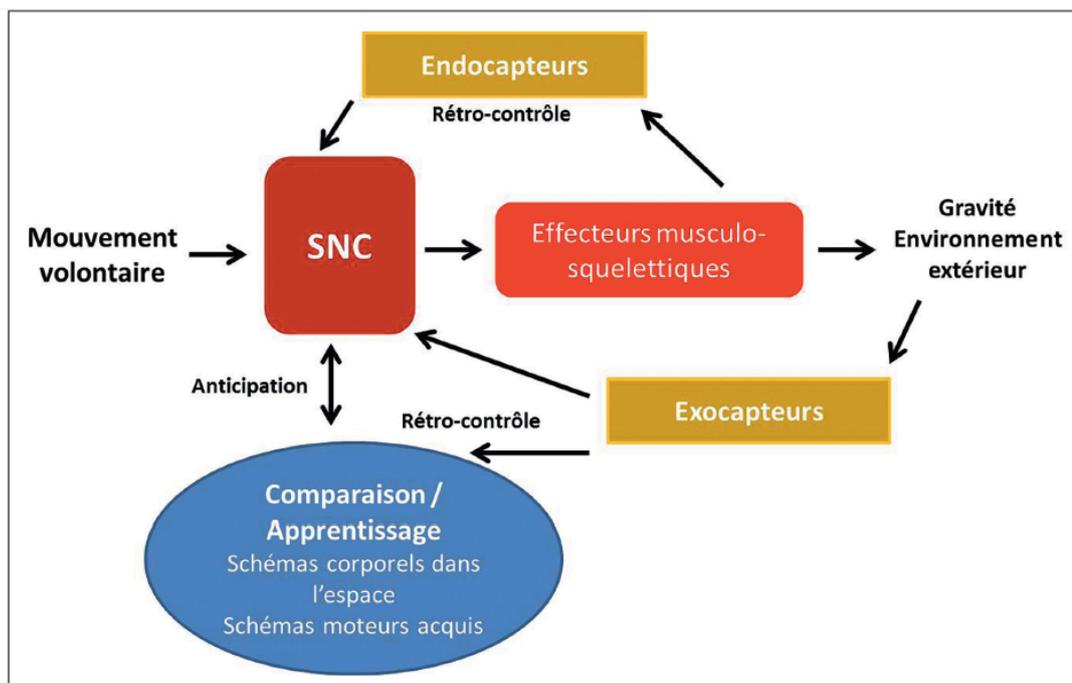


Figure 5 : Le circuit d'intégration et de réponse posturale (9)

Les variabilités sont grandes dans la population pour aboutir à cette stabilisation et de multiples facteurs d'ordre psychologique ou social sont susceptibles de venir interférer. Le sujet humain n'est alors jamais parfaitement immobile mais effectue de petits mouvements de rééquilibrage permettant de maintenir la projection du centre de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation (9).

En dehors de la pesanteur, des forces perturbatrices de diverses origines peuvent être appliquées au corps et menacer son « équilibre ». La source de ces perturbations peut être endogène, comme par exemple la présence de troubles métaboliques (hypotension, hypoglycémie) ou de troubles psychoaffectifs. Les forces déséquilibrantes peuvent également être exogènes, lors d'une modification de l'appui postural, de l'environnement visuel ou de l'état du système vestibulaire.

Une perturbation posturale prolongée va entraîner une gestion inadaptée de la stabilisation posturale et une désorganisation du mouvement. En période de croissance, cela peut se traduire par une possible adaptation morphologique ou fonctionnelle ; hors croissance, la persistance du déséquilibre peut-être plus régulièrement lésionnelle (douleur, destruction tissulaire, arthrose) (10).

### ***1.1.1.3 Les entrées du système postural***

C'est au XIXe siècle qu'a lieu la découverte et l'étude du rôle de la plupart des capteurs participant au maintien de la position debout. Le premier à s'être interrogé sur un éventuel « sens » postural qui permettait de maintenir la posture face au vent est Sir Charles Bell. Plus tard ROMBERG (neurologue) mettait en évidence le rôle des yeux comme capteur postural ; LONGET présentait la proprioception des muscles para vertébraux et FLOURENS (oto-rhino-laryngologiste), quant à lui, montrait l'influence du vestibule (10).

Les entrées du système postural sont des capteurs sensoriels permettant de recueillir des informations soit venant du monde extérieur, les exocapteurs, soit venant de notre propre corps, les endocapteurs.

#### **1.1.1.3.1 Les exocapteurs : entrées primaires du système postural**

Les exocapteurs nous renseignent sur notre position par rapport à l'environnement : l'œil, le pied et l'oreille interne. Ils nous donnent 3 verticales de référence, visuelle, plantaire et gravitaire. Ce sont les entrées primaires du système postural, ainsi nommées car les informations extéroceptives représentent l'essentiel des informations circulant dans la moelle épinière (70%) et la plus importante source d'informations sensorielles pour le maintien de la posture orthostatique (11).

- L'entrée podale

L'entrée podale comprend deux types de capteurs : les capteurs proprioceptifs, et les capteurs extéroceptifs. Elle a donc un double rôle : endo- et exocapteur. La sole plantaire est la base de référence du contrôle de la posture orthostatique.

Les capteurs extéroceptifs permettent de mesurer la pression au niveau de la sole plantaire. Ils renseignent sur les variations de pression et répondent à des pressions de moins d'un gramme. Ces récepteurs se situent au niveau de la peau. Les plus importants sont les barorécepteurs, les cellules de Pacini et de Golgi, qui se situent dans l'hypoderme et sont nombreux au niveau de la plante des pieds (7).

Le pied est connu pour son rôle biomécanique fondamental dans la stabilité et la propulsion. Son rôle est double : effecteur mais aussi et surtout capteur sensoriel, une véritable « rétine tactile », pour reprendre l'expression de Misery (12).

- L'entrée visuelle

Comme l'entrée podale, le système oculaire, situé à l'autre extrémité de la chaîne posturale, a également un double rôle : endo- et exocapteur. Les informations d'origine visuelle sont primordiales pour l'orientation et l'équilibration. Elles informent le système nerveux central sur la verticalité, la position et les mouvements du corps dans l'espace (10).

La comparaison des informations extéroceptives visuelles, à celles des autres capteurs, notamment la proprioception oculomotrice, permet de faire le différentiel entre les mouvements de l'environnement, ceux du sujet et ceux de l'œil dans l'orbite.

L'exocapteur est la rétine, qui, fonctionnellement peut être divisée en deux parties (7,13) :

- la rétine périphérique a le rôle postural le plus important, elle est particulièrement sensible aux mouvements (surtout antéro-postérieurs) et à l'orientation du sujet par rapport à l'environnement ;

- la rétine centrale a un rôle postural moindre. Elle est utilisée pour la perception des couleurs, des détails, l'identification des objets et les mouvements de latéralités.

Son rôle d'endocapteur est assuré par la proprioception des muscles oculomoteurs : leur tension renseigne le cerveau sur la position de l'œil dans l'orbite.

- L'entrée vestibulaire ou labyrinthique

L'organe vestibulo-cochléaire, situé dans la partie pétreuse de l'os temporal, est formé de deux organes différents : l'organe de l'audition et l'organe de l'équilibration. Le système auditif inclut l'oreille externe, l'oreille moyenne et la partie antérieure de l'oreille interne (labyrinthe cochléaire). L'organe de l'équilibration est représenté par la partie postérieure de l'oreille interne : le labyrinthe vestibulaire (14).

Bien que nous n'ayons pas conscience de son fonctionnement, le système vestibulaire est un élément essentiel des réflexes posturaux et des mouvements oculaires. Il joue le rôle d'accéléromètre et de système de guidage à inertie ; il informe en permanence les centres intégrateurs du tronc cérébral, du cervelet et des aires corticales somesthésiques sur les mouvements et les positions de la tête et du corps (15).

Les récepteurs de l'équilibre de l'oreille interne se divisent en deux groupes : ceux de l'équilibre statique, la saccule et l'utricule, et ceux de l'équilibre dynamique, les canaux semi-circulaires (16) :

- *Le système otolithique* est contenu dans deux vésicules : la saccule et l'utricule, sensibles à la pesanteur, la position statique de la tête et à l'accélération linéaire (fig. 6).

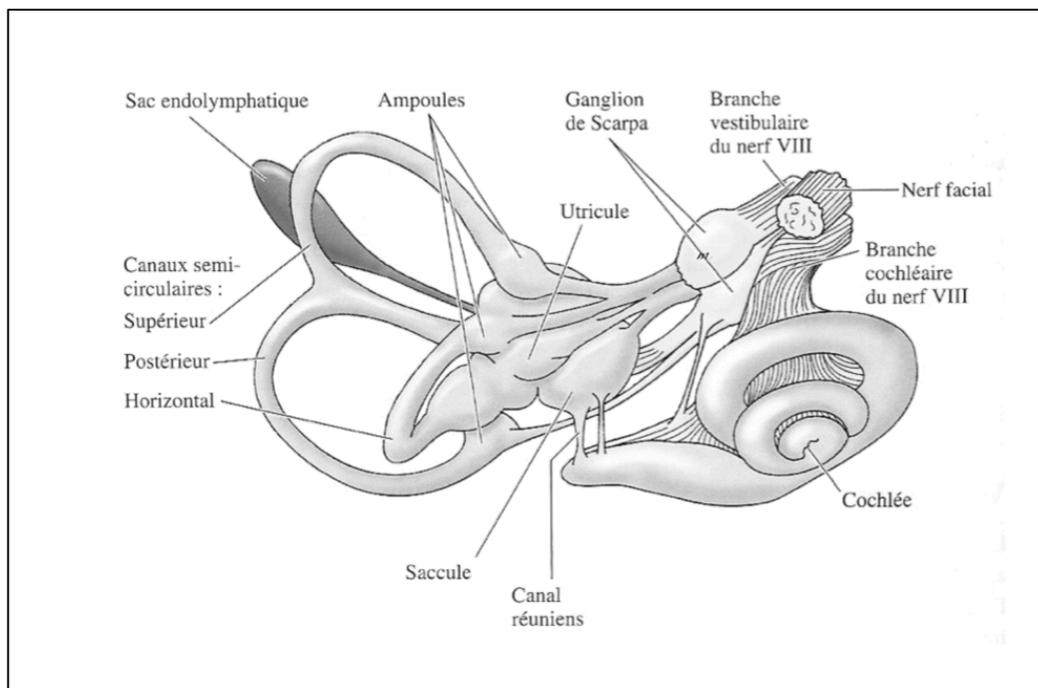


Figure 6 : Le labyrinthe vestibulaire d'après Purves et al. (2005)

- *Le système semi-circulaire* est un ensemble de trois canaux arciformes situés dans trois plans perpendiculaires entre eux, sensibles aux accélérations et décélérations angulaires (rotation de la tête) (*fig. 6*).

### **1.1.1.3.2 Les endocapteurs : entrées secondaires du système postural ou système de proprioception**

Les endocapteurs nous informent sur la position d'une partie de notre corps par rapport aux autres parties, grâce à la perception de la vitesse et du degré d'étirement des muscles (7,17,18). De plus, ils relient les différentes entrées primaires entre elles (7).

Trois zones sont particulièrement importantes :

- *L'entrée podale*

Les capteurs proprioceptifs nous permettent de connaître la position, le mouvement de nos diverses pièces osseuses les unes par rapport aux autres, ainsi que la tension de nos différents muscles. Ils sont de trois types et on les retrouve dans chaque articulation (*fig. 7*) (7) :

- Les corpuscules de Ruffini et Pacini capsulaires et ligamentaires informent sur l'angulation, la vitesse et la direction du mouvement articulaire.
- Les fuseaux neuromusculaires sont comparables à des tensiomètres et stimulent l'activité musculaire. Ils possèdent un seuil d'étirement faible (1 à 2g). Les muscles intrinsèques et extrinsèques du pied en sont très riches (19).
- Les organes tendineux de Golgi sont moins facilement excitable ; ils ont un seuil d'étirement élevé (100 à 200g) et agissent comme des disjoncteurs électriques.

RECEPTEURS	LOCALISATION	FIBRES AFFERENTES	FONCTION	INFORMATIONS
<b>Type 1</b> Corpuscules encapsulés de <b>RUFFINI</b>	Capsule ( couche superficielle ) Ligaments Ménisques	<b>Type III</b> 1 à 7 microns 25 à 30 m/s	Mécanorécepteurs statiques et dynamiques	Position articulaire Amplitude et vitesse des mouvements Pression intra-articulaire
<b>Type 2</b> Corpuscules coniques de <b>PACINI</b>	Tissus graisseux intra et extra articulaires Capsule (couche profonde ) Ligaments Ménisques	<b>Type II</b> 5 à 12 microns 30 à 70 m/s	Mécano-récepteurs dynamiques	accélérations et décélérations inactifs si l'articulation est immobile ou si la vitesse est constante
<b>Type 3</b> Corpuscules encapsulés de <b>GOLGI</b>	Ligaments	<b>Type I</b> 10 à 20 microns	Mécano-récepteurs dynamiques	positions articulaires extrêmes tension muscle
<b>Type 4</b> Terminaisons libres	Capsule Ligaments Tissus graisseux	<b>Type III amyéliniques</b> Et de <b>type IV</b> 0,3 à 1,3 microns 0,5 à 2,5 m/s	Algo-récepteurs	stimuli mécaniques ou chimiques Intenses

Figure 7 : Les capteurs proprioceptifs de l'entrée podale

- L'entrée rachidienne (ou la proprioception tendino-musculo-articulaire rachidienne)

Elle renseigne le système postural sur la position réciproque des capteurs podal et céphalique. En particulier les zones lombaire et cervicale, très riches en propriocepteurs (20,21).

- L'entrée oculomotrice

Elle est liée à la tension des muscles oculomoteurs externes qui sont au nombre de 6. Cette entrée permet de comparer les informations fournies par la vision à celles fournies par l'oreille interne (fig. 8). Ces afférences proprioceptives sont capitales dans la régulation posturale comme l'ont montré Jahn et *al.*, pour qui « les informations provenant de

l'oculomotricité semblent avoir un poids plus important que les afférences visuelles dans le contrôle de la stabilité posturale » (22).

Toute asymétrie de tension ou le manque de coordination de ces muscles se répercutent sur la posture par des bascules, des rotations des épaules et du bassin, mais également sur la posture de la tête et des pieds dans l'espace.

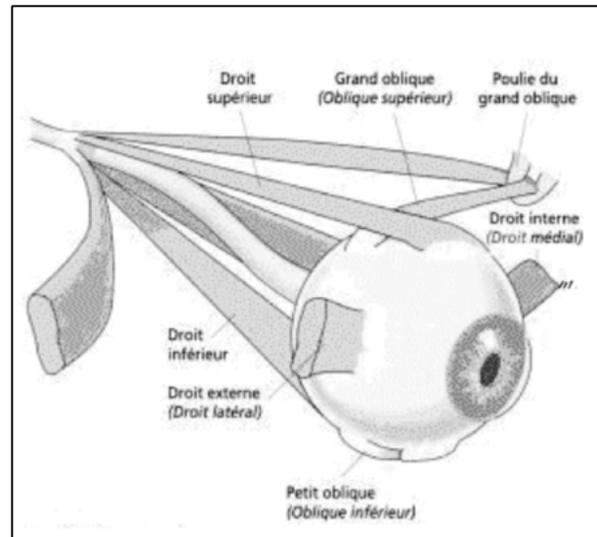


Figure 8 : Schéma de l'œil

Le réflexe vestibulo-oculaire permet la stabilisation des yeux lors des mouvements de la tête. Lors d'un mouvement de la tête à gauche, les yeux ont un mouvement de compensation à droite et le regard reste stable dans l'espace.

- L'appareil manducateur

Meyer introduit l'idée d'une participation de la mandibule dans l'équilibre orthostatique. Il a décrit des phénomènes oculomoteurs et posturaux qui apparaissent suite à une anesthésie ou à une stimulation des nerfs dentaires laissant supposer une intégration des informations dentaires aux informations oculomotrices.

Bien qu'il ne s'agisse pas, à proprement parler d'un capteur postural, les anomalies observées à son niveau retentissent régulièrement sur le système postural.

La proprioception de l'appareil manducateur, venant du système musculaire manducateur (FNM, organes tendineux de Golgi), du système desmodontal et plus particulièrement des ligaments alvéolo-dentaires (grosses terminaisons nerveuses myélinisées et encapsulées) ou du système articulaire constitué par les articulations temporo-mandibulaires

(corpuscules de Ruffini ou de Pacini, organes tendineux de Golgi et terminaisons nerveuses libres), est assurée par le nerf trijumeau. (23).

Les récepteurs parodontaux renseignent le système nerveux central sur les forces appliquées aux dents ; ces dernières participent donc à l'élaboration des sensations de position mandibulaire. D'autre part, les récepteurs de l'articulation temporo-mandibulaire participent également à l'élaboration de ces sensations proprioceptives. Ils ont un rôle essentiel dans le maintien de la posture mandibulaire et le contrôle du mouvement.

L'étude de la littérature montre que si le système manducateur entretient des liens avec le système postural, ils ne sont mis en évidence que dans un environnement sensoriel « dégradé ». Ainsi, selon ces observations cliniques, le système manducateur aurait gagné sa place au titre des entrées « secondaires » du système postural, capable, en condition expérimentale ou pathologique, de fragiliser l'équilibre des sujets.

Selon Bonnier (1997), l'« entrée mandibulaire » du système postural constitue essentiellement un facteur d'aggravation des dysfonctionnements posturaux et non un déterminant primaire. Il la considère donc davantage comme un élément pouvant venir parasiter la régulation du tonus musculaire (5).

Le système postural d'aplomb permet d'ajuster et de réguler l'équilibre postural selon des données visuelles, vestibulaires et somesthésiques ainsi que, dans certains cas, des états de respiration et de l'humeur. En particulier, la position de la tête et du cou peuvent influencer la posture de l'individu (24).

D'autres facteurs influent sur le contrôle postural comme l'heure, la fatigue ou encore l'âge.

- **Le terme d'équilibre ne devrait pas être employé lorsqu'il s'adresse à un être vivant. Il faudrait parler de stabilisation.**
- **Les entrées du Système Postural d'Aplomb :**
  - **Les exocapteurs : entrée podale, entrée visuelle, entrée vestibulaire ;**
  - **Les endocapteurs : entrée podale, entrée oculomotrice, entrée rachidienne, système manducateur.**
- **Le système manducateur n'est pas un capteur postural à proprement parler.**

## 1.2 Les déterminants occlusaux de la posture

L'appareil manducateur appartient au système stomatognathique. Il est caractérisé par l'interrelation de 3 systèmes : le système dentaire, le système ostéo-articulaire et le système neuro-musculaire.

L'appareil manducateur est monté en dérivation sur le système postural avec lequel il échange dans les 2 sens, ascendant et descendant, par 3 voies principales, articulaire, neurologique et musculaire. Chacune de ces structures présente des caractères posturaux et les incidences de leurs dérèglements se manifestent sur le positionnement de l'Homme debout. La réalisation des fonctions auxquelles participe l'appareil manducateur revêt également un aspect postural. En retour, l'appareil manducateur est sensible aux conditions qui régissent la posture générale (fig.9).

Son innervation trigéminal lui confère un rôle dans la proprioception mais aussi celui de référentiel spatial et informationnel postural (6).

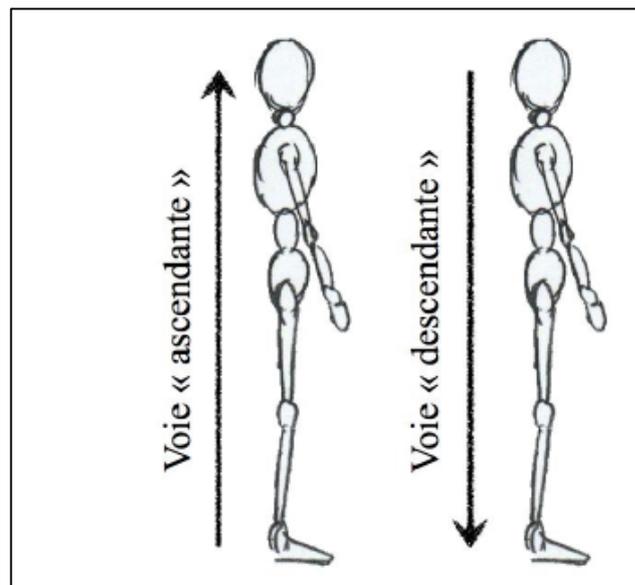


Figure 9 : Influence réciproque du système postural sur l'appareil manducateur.

## **1.2.1 Les déterminants : les liens mécaniques**

### **1.2.1.1 Les bases osseuses**

L'os maxillaire est un os pair, uni à son homologue du côté opposé pour former les 2/3 internes du massif facial supérieur. Il contribue, par ses faces, à former : le plancher de l'orbite, la paroi externe des fosses nasales et la voûte palatine. C'est un os creusé d'une cavité pneumatique : le sinus maxillaire.

Par son rôle dans de nombreuses fonctions, par sa mobilité propre et par sa croissance atypique et complexe, la mandibule est une structure à part. Elle n'a pas d'équivalent dans tout l'organisme selon Beltrami. C'est un os impair, médian, symétrique, mobile, appendu à la base du crâne à laquelle il s'articule par ses 2 extrémités, les condyles mandibulaires. Associée au maxillaire pour la réalisation de la fonction masticatrice, la mandibule assure également d'autres fonctions telles que la ventilation, la déglutition et la phonation.

La « déformation » des bases osseuses entraîne une position anormale des différents éléments constitutifs du système stomatognathique (modification du plan d'occlusion, des tensions musculaires et ligamentaires...) qui pourrait avoir des retentissements sur différentes fonctions comme la déglutition, la mastication, l'oculomotricité ou la posture.

### **1.2.1.2 L'articulation temporo-mandibulaire (ATM)**

L'articulation temporo-mandibulaire est une diarthrose de type bicondyloïde qui unit la fosse mandibulaire de l'os temporal avec le condyle de la mandibule par l'intermédiaire d'un disque articulaire fibro-cartilagineux biconcave et fermée par une capsule articulaire (26).

Les informations sensorielles de l'ATM ont pour origine l'ensemble des mécanorécepteurs situés au sein de l'articulation et des muscles qui s'insèrent sur le disque articulaire (27). Ces informations sont transmises par le nerf trijumeau (1).

La relation entre les structures cartilagineuses, tendineuses, musculaires et nerveuses est mise en avant par les auteurs qui expliquent les relations de cause à effet entre l'appareil manducateur et la posture (28).

### **1.2.1.3 La dent et le parodonte**

Le parodonte ou tissu de soutien assure la liaison entre la dent et le tissu osseux. Il est constitué de la gencive, du cément, du ligament parodontal ou desmodonte et du tissu osseux alvéolaire.

Le desmodonte est formé de fibres d'ancrage d'origine collagénique souples et non élastiques qui fixent la racine dentaire à la gencive et à l'os alvéolaire. C'est un tissu conjonctif dominé par la présence des faisceaux de fibres de collagène. Il est situé sur tout le pourtour radiculaire et contribue à l'ancrage de la dent dans l'alvéole osseuse, au contrôle des micromouvements dentaires, aux processus d'éruption dentaire et à la transmission des stimulations extéroceptives et proprioceptives. La transmission des stimulations extéroceptives et proprioceptives ainsi que l'activation des fibres nerveuses du desmodonte sont transmises aux structures trigéminales. Des stimuli de très faible intensité suffisent à provoquer un réflexe d'ouverture de bouche. La présence d'un corps étranger imprévu ou l'interposition interdentaire d'un élément de quelques micromètres d'épaisseur suffisent à déclencher ce réflexe.

L'os alvéolaire a un grand potentiel plastique fonctionnel et biologique. Il naît et meurt avec la dent dont il constitue le support, en même temps, il subit les forces occlusales transmises de la dent par les fibres desmodontales (29).

Meyer et Baron mettent en évidence, à l'aide d'une plateforme de force, la présence de perturbations posturales statiques suite à une stimulation mécanique indolore des ligaments alvéolo-dentaires des 1ères et 2èmes molaires supérieures ou à une anesthésie locorégionale mandibulaire (30).

### **1.2.1.4 Les muscles manducateurs**

Les muscles constituent une des voies principales d'échanges entre l'appareil manducateur et les systèmes posturaux céphalique et général.

Distribués en paires et symétriques, ils sont répertoriés en :

- Muscles élévateurs : temporal, masséter, ptérygoïdien médial, prérygoïdien latéral ;
- Muscles abaisseurs « directs » de la mandibule ou muscles supra-hyoïdiens : digastrique, mylo-hyoïdien, génio-hyoïdien, stylo-hyoïdien ;
- Muscles abaisseurs « indirects » de la mandibule ou muscles infra-hyoïdiens : sterno-thyroïdien, thyro-hyoïdien, sterno-cleido-hyoïdien et omo-hyoïdien ;
- Muscles cervicaux.

Ces muscles assurent le positionnement de la mandibule et sont associés à des structures qui interviennent dans la posture céphalique, aux muscles pré-vertébraux et latéraux. Ils sont indispensables au maintien de la tête et à la dynamique mandibulaire.

Mailly, dans une étude sur le rôle de la proprioception du système manducateur dans le maintien de la posture, sollicite la proprioception du muscle masséter pour expliquer les liens entre mastication et posture. Sa seule stimulation, sans mobiliser l'articulation et sans établir de contacts dento-dentaires, entraîne la modification de la position du centre de pression sur l'axe médio-latéral.

Des études électromyographiques montrent que l'amélioration de la symétrie d'activité des muscles masséters conduit à une amélioration de la symétrie d'activité des muscles posturaux comme le sterno-cléido-mastoïdien, les spinaux lombaires et les soléaires (31). De plus, des études stabilométriques réalisées en position mandibulaire myocentrée, avec une activité isotonique des muscles masséters, font apparaître un meilleur équilibre postural statique qu'en occlusion d'intercuspidie maximale ou qu'en position de repos (32).

#### ***1.2.1.5 La langue : son rôle dans les fonctions oro-faciales***

Au cours de la croissance faciale, la corrélation entre la forme et la fonction est reconnue. Cette croissance faciale se fait sous l'influence de facteurs génétiques prédéterminés mais aussi épigénétiques acquis. Il existe une concomitance entre le développement de la face et la mise en place des fonctions oro-faciales.

La langue est d'abord un organe de nutrition participant, grâce à une activité musculaire complexe, à la ventilation, la déglutition, la mastication et la succion. C'est aussi un organe de communication participant au langage et à la mimique.

La réalisation des fonctions oro-faciales influence la régulation posturale. En effet, toute perturbation de celles-ci peut intervenir sur la posture : troubles de la ventilation, troubles de la posture linguale au repos ou lors de la déglutition, troubles de la mastication (côté masticatoire préférentiel). L'installation pérenne d'une dysfonction entraîne parfois une adaptation posturale qui déclenchera à son tour une dysmorphose (fig. 10).

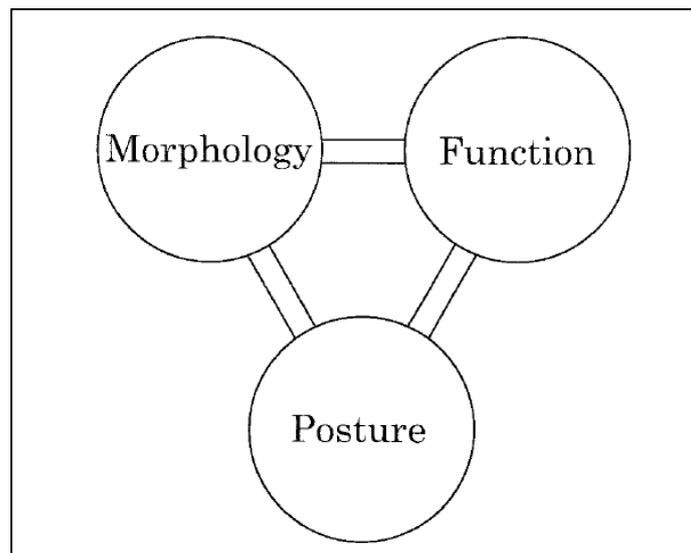


Figure 10 : Trépied oral de la morphologie, la fonction et la posture (32)

### 1.2.1.5.1 La ventilation

La ventilation apparaît à la tête de la hiérarchie des fonctions établie par Talmant. C'est une fonction qui se réalise automatiquement, de façon inconsciente et durant toute la vie. La ventilation nasale est dite fonctionnelle, au-delà d'une certaine limite, la ventilation mixte ou buccale devient dysfonctionnelle.

Une ventilation perturbée peut engendrer des problèmes de fonctionnement musculaire qui à leur tour seront responsables d'autres problèmes fonctionnels et posturaux.

### **1.2.1.5.2 La déglutition**

La déglutition est une fonction de nutrition de l'appareil manducateur. Elle propulse les aliments de la bouche vers l'estomac. La déglutition permet l'alimentation de l'organisme tout en assurant la protection de la fonction respiratoire. Le processus de déglutition se divise en 3 phases, le temps labio-buccal, le temps pharyngien et le temps œsophagien. Chez le nouveau-né et le jeune enfant, la déglutition primaire ou infantile, se fait arcades séparées par la langue et avec un contact jugal.

La déglutition fonctionnelle, secondaire doit être acquise entre huit et dix ans. Une fois les premières molaires sur l'arcade, elle se fait avec :

- Les muscles faciaux au repos, les lèvres jointes mais non contractées,
- Les arcades serrées avec les dents en occlusion,
- La langue contenue à l'intérieur des arcades avec la pointe en appui sur le palais antérieur,
- La base de la langue au contact du voile.

Cette déglutition adulte permet une morphogénèse équilibrée des arcades dentaires. La langue sollicite la suture intermaxillaire, elle permet ainsi la croissance maxillaire, entraîne également la propulsion de la mandibule et active la croissance condylienne.

Au-delà de dix ans, si la déglutition infantile persiste, on parle de déglutition atypique ou dysfonctionnelle. Cette dernière ayant des conséquences morphogénétiques.

### **1.2.1.5.3 La mastication**

La mastication est la première étape de la digestion chez la plupart des mammifères. Elle associe, au cours d'une même séquence, plusieurs activités motrices, comme la préhension, l'incision des aliments, leur transport intra-buccal et leur fragmentation. Elle réalise ainsi la préparation mécanique et l'insalivation du bol alimentaire afin de le rendre apte à la déglutition. Cet acte rythmique, complexe, est effectué grâce à l'activité coordonnée des muscles masticateurs mais aussi faciaux, linguaux et hyoïdiens.

La mastication fait suite à la succion-déglutition. Si la succion persiste, elle devient une parafonction perturbant l'équilibre dynamique vertical et sagittal nécessaire à l'occlusion incisive. Elle modifie aussi la fonction et la posture linguale.

La mastication véritable se développe après l'évolution des dents temporaires, lors de l'établissement des premières clés occlusales, les afférences desmodontales jouant un rôle essentiel dans cet apprentissage.

Selon la position de l'aliment entre les arcades, on décrit trois modes de mastication ;

- La mastication unilatérale alternée, la plus fréquente et la plus physiologique. L'aliment est écrasé d'un seul côté appelé côté travaillant mais ce côté varie selon les cycles avec tout de même un côté triturant préférentiel ;
- La mastication unilatérale stricte ou dominante : le côté travaillant est presque toujours le même ;
- La mastication bilatérale : l'aliment est écrasé des deux côtés de façon simultanée (33).

La perturbation de cette fonction, côté masticatoire préférentiel par exemple, intervient sur la posture.

## **1.2.2 Les déterminants : liens neurologiques**

### **1.2.2.1 Le nerf trijumeau**

Certains auteurs parlent du nerf trijumeau comme étant le nerf de la posture (6).

En effet, les informations issues du desmodonte, des muscles masticateurs, de l'ATM ont des conséquences sur la posture via l'existence d'interférences trigéminales.

Le nerf trijumeau (V), nerf crânien du premier arc branchial est un nerf mixte, sensitivo-moteur. Il est responsable de l'innervation sensitive des téguments de la face, des dents, des muqueuses des cavités buccale et nasale, des sinus para-nasaux, de la partie antérieure de la langue, des ATM et de l'innervation motrice des muscles masticateurs. Sa branche sensitive se divise en trois branches principales : nerf ophtalmique (V1), nerf maxillaire (V2) et nerf mandibulaire (V3) ; sa racine motrice se situe dans le V3 et innerve les muscles masticateurs.

Le nerf trijumeau joue un rôle capital dans la proprioception du système manducateur, qui provient du système musculaire masticatoire, des ligaments dento-alvéolaires et des ATM ainsi que dans la proprioception des muscles oculomoteurs.

De nombreuses connexions anatomiques ont été décrites entre le système trigéminal et les structures nerveuses impliquées dans le maintien de la posture et de la vue (35). Ses connexions avec le nerf vestibulo-cochléaire (VIII) et ses interconnexions avec les noyaux du cou (C1, C2, C3 et spinal) en font un élément essentiel de la stabilisation céphalique (10).

Différentes entrées sensorielles interviennent dans la perception et la régulation du maintien de l'équilibre, parmi lesquelles l'oreille interne, la rétine, la proprioception des membres inférieurs ainsi que du rachis et l'extéroception plantaire. Toutes les afférences sensorielles convergent vers les noyaux vestibulaires du tronc cérébral qui les intègrent et permettent l'organisation de réponses réflexes motrices compensatoires (Perrin et *al.*, 1997).

Plusieurs études semblent mettre en évidence une participation des afférences trigéminales et de l'occlusion dans la régulation de la posture (35,36).

De nombreux travaux effectués chez l'animal et l'Homme ont permis d'établir une cartographie des connexions neurologiques entre les noyaux centraux du V et les structures impliquées dans la régulation de la motricité oculaire et céphalique, ainsi que dans la régulation du tonus postural (*fig. 11*) :

- Les noyaux vestibulaires et formation réticulée du tronc cérébral,
- Les nerfs crâniens oculomoteurs (III, IV, VI) avec le réflexe trigémino-oculomoteur,
- Le cervelet,
- Les nerfs crâniens vague (X), accessoire (XI) et hypoglosse (XII),
- Les nerfs cervicaux supérieurs et motoneurones lombaires.

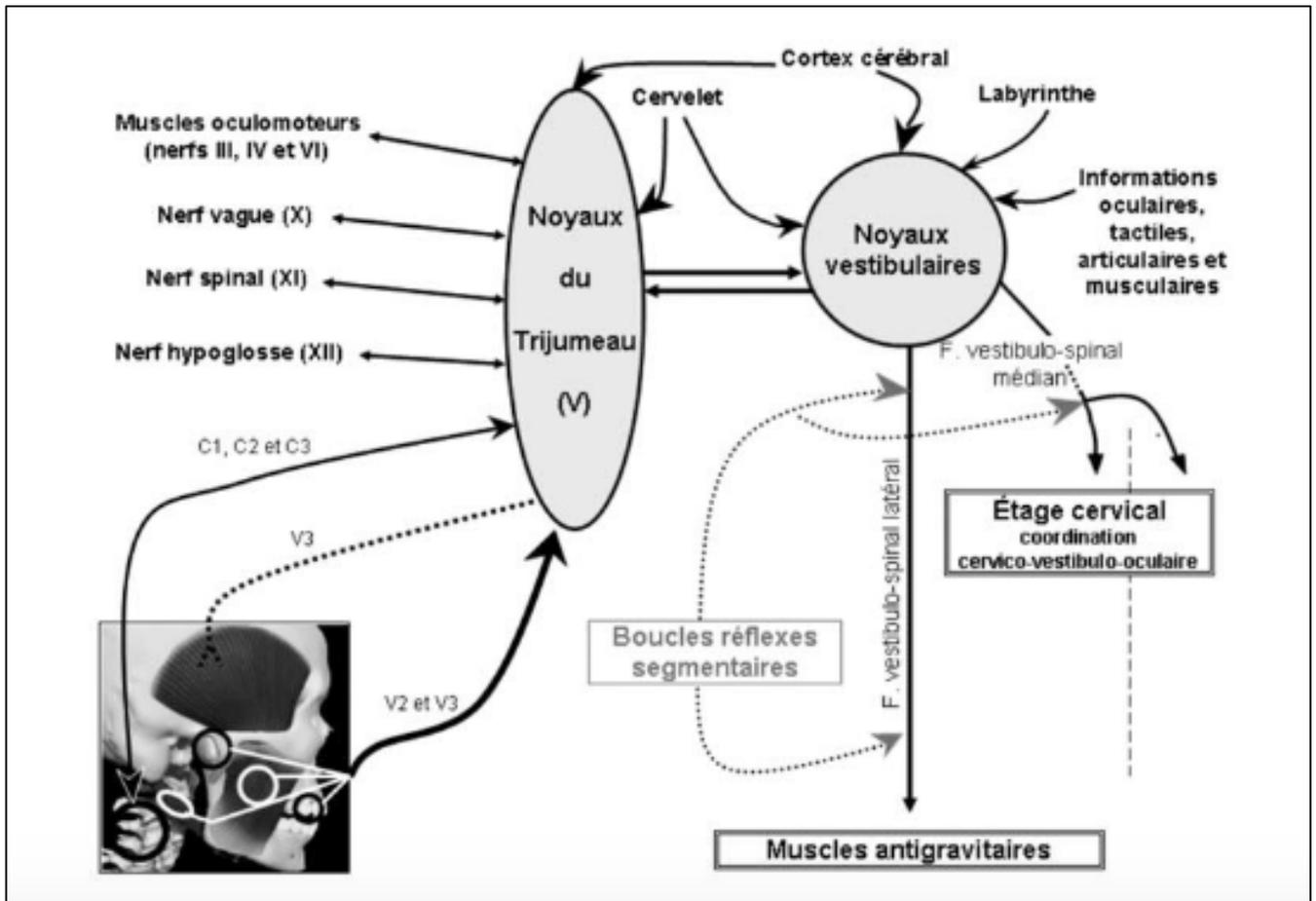


Figure 11 : Schématisation des relations entre le système trigéminal et les noyaux vestibulaires (à gauche) et du contrôle vestibulo-spinal et segmentaire de la motricité (à droite) (inspiré de Dupui, 2003 (37))

Meyer et *al.* mettent en évidence la relation entre les afférences dento-musculaires et le noyau du nerf crânien responsable de la motricité oculaire (nerf oculomoteur : III, nerf trochléaire : IV et nerf abducens : VI). Cette relation oculo-trigéminal est également démontrée chez des rats par Buisseret-Delmas et *al.* en injectant de la peroxydase dans les muscles oculo-moteurs, en tant que marqueur, diffusant dans le ganglion de Gasser, dans le noyau sous caudal du nerf trijumeau et dans le tronc cérébral cervical.

Toutes ces connexions anatomiques suggèrent que des portions du système trigéminal influencent la coordination de la posture et de la vue.

En altérant les afférences trigéminales et la proprioception, les malocclusions et autres troubles de l'appareil manducateur peuvent provoquer, via une action descendante, un déséquilibre de l'ensemble des chaînes musculaires ainsi que des altérations oculomotrices et posturales (38).

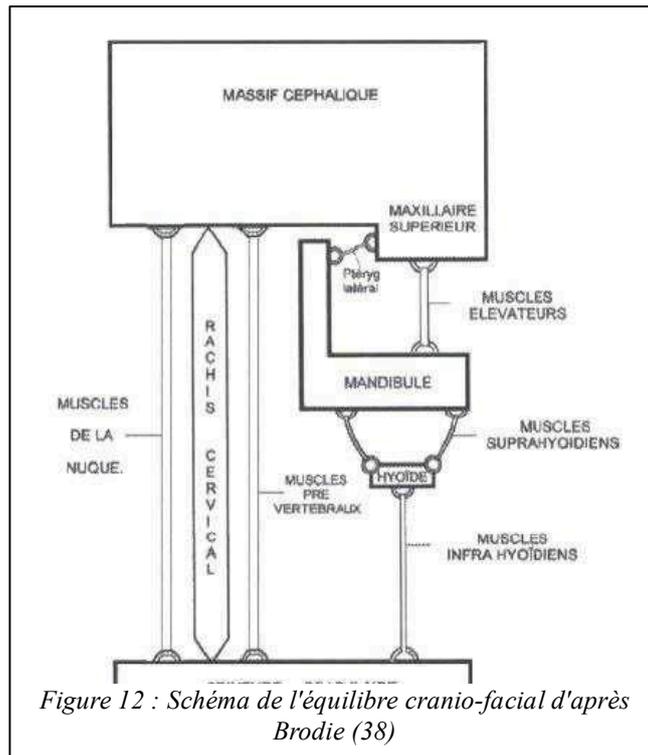
Il semble probable que l'information sensorielle provenant des récepteurs proprioceptifs du système manducateur soit traitée en tandem avec des informations provenant des systèmes vestibulaire et oculomoteur (35).

### **1.2.3 Le concept occluso-postural**

L'équilibre de l'extrémité céphalique et son ontogénèse, sont le résultat d'une évolution phylogénique guidée par 2 grands moteurs : la verticalisation, c'est à dire l'acquisition de la station debout et de la locomotion bipède, et l'évolution des comportements alimentaires. La stabilisation de la tête dans l'espace nécessite des relations étroites entre le rachis cervical, le capteur vestibulaire, le capteur visuel et l'appareil manducateur.

L'équilibre structurel est basé sur l'activité musculaire : un muscle en mouvement agit en équilibre avec son antagoniste. Une gêne, une impossibilité de relâchement ou de contraction empêchent le mouvement de s'effectuer correctement. Le corps, grâce à une régulation neurologique, peut apporter une autocorrection. Ainsi, en présence d'une malocclusion par exemple, il peut moduler l'activité des muscles manducateurs pour développer un nouveau tracé de fermeture buccale et éviter la prématurité. Il est alors possible d'observer des déséquilibres des chaînes musculaires reliant la tête au cou, et le cou au reste du corps. L'équilibre structurel du fonctionnement musculaire influe sur l'équilibre général du corps.

Des relations fonctionnelles complexes existent entre le système manducateur et la position de la tête dépendant des muscles du cou et du rachis (34). Cet équilibre a été schématisé par Brodie qui a amené à la notion de concept occluso-postural (*fig. 12*).



Ce schéma intègre la posture de la mandibule dans le contexte postural et met en exergue les rapports fonctionnels de l'appareil manducateur avec son environnement en particulier la ceinture scapulaire et le rachis cervical.

En 1988, Servièrre décrit le concept occluso-postural global intéressant la totalité du corps et souligne l'importance des signes généraux, en particulier ceux des troubles de la posture dans le cadre des dysfonctions de l'appareil manducateur.

- **La proprioception de l'appareil manducateur vient :**
  - o **Du système musculaire manducateur ;**
  - o **Du système desmodontal ;**
  - o **Du système articulaire constitué par les articulations temporo-mandibulaires.**
- **Elle est assurée par le nerf trijumeau.**
- **Le nerf trijumeau est considéré comme le nerf de la posture.**
- **Existence de connexions anatomiques entre le système trigéminal et les structures nerveuses impliquées dans le maintien de la posture et de la vue.**
- **Rôle des fonctions oro-faciales dans la morphogénèse cranio-faciale et la posture.**
- **Notion de concept occluso-postural.**

### ***1.3 La vision et la perception de l'espace***

Les représentations de l'espace requièrent l'intégration d'informations vestibulaires, visuelles et somesthésiques. Autrement dit, les mêmes afférences influencent la posture et l'orientation du corps dans l'espace. Grâce à la spécificité de leurs capteurs, ces modalités sensorielles permettent de construire la connaissance des positions et des déplacements du corps dans l'espace, la configuration spatiale des différents segments corporels et la position des objets de l'espace extra-personnel. Sans cesse réactualisée, cette connaissance permet au cerveau de programmer et de corriger l'action (39).

#### **1.3.1 La proprioception mandibulaire, la vision et la posture**

Le système visuel participe à la stabilisation de l'image sur la rétine, l'orientation du corps dans l'espace, la stabilisation autour de la position de référence du corps (maintien de l'équilibre) et la représentation spatiale (apprentissage de ce qui nous entoure).

La stabilisation du regard est à la fois la résultante de la posture et le moyen essentiel de contrôle postural servant à déterminer la verticalité (40).

Les informations, qu'elles soient issues des capteurs visuels, labyrinthiques ou de la proprioception cervicale, déclenchent des mouvements oculaires et cervicaux visant à stabiliser le regard ; à l'inverse, des informations inadaptées ou contradictoires les unes par rapport aux autres sont susceptibles d'entraîner des troubles.

Gangloff et Perrin testent l'influence des afférences trigéminales sur la stabilisation posturale avant et après anesthésie tronculaire unilatérale du nerf mandibulaire dans les conditions yeux ouverts et yeux fermés. La qualité du contrôle postural est évaluée par posturographie statique sur une plateforme enregistrant les déplacements du centre de pression (CdP).

L'étude montre une incidence de l'anesthésie trigéminale sur le contrôle postural. Les auteurs ont également mis en évidence une altération du contrôle postural lorsque les informations visuelles étaient inhibées. La différence de contrôle postural n'était pas significative lorsque les yeux restaient fermés avant et après l'anesthésie ; on observait alors un déplacement contro-latéral du CdP par rapport au côté anesthésié. En revanche, une différence significative apparaissait lorsque l'expérience était répétée les yeux ouverts,

conséquence d'une perturbation de la stabilisation du regard après anesthésie. Cela peut s'expliquer non seulement par le fait que si les yeux sont fermés avant l'anesthésie, il en résulte que le contrôle postural apparaît déjà perturbé, mais aussi par le fait de l'importance proprioceptive vestibulaire par rapport à celle de la vision avec ou sans anesthésie.

Le contrôle postural est perturbé lorsque les entrées sensorielles visuelles sont supprimées mais également lorsque les afférences trigéminales sont bloquées (35).

Une étude de Gangloff *et al.* (36) teste la répercussion de l'occlusion dentaire sur le contrôle postural et la stabilisation du regard avec une tâche visuo-motrice évaluant des performances de tirs. Un meilleur contrôle de l'équilibre et une amélioration des performances des prises de vue sont obtenus lorsque l'occlusion est mise artificiellement en Relation Centrée (RC) autrement dit en l'absence de contraintes articulaires et d'asymétrie musculaire. Ainsi une perturbation de l'occlusion en modifiant la proprioception musculaire, une des entrées sensorielles cruciales dans le contrôle postural, influe sur la vision via les afférences oculo-trigéminales.

### **1.3.2 Les référentiels d'orientation**

Des études mettent l'accent sur les relations entre la posture et la cognition spatiale, où le contexte spatial influence la posture. En interaction continue avec le monde qui l'entoure, l'organisme règle sa posture pour contrer la force gravitaire, mais aussi pour s'orienter dans l'espace des objets. Le cerveau construit des représentations de l'espace et élabore des références spatiales qui sous-tendent l'activité posturale et guident la perception et l'action. Ainsi, la nécessité d'une co-perception permanente du monde et de soi-même implique la participation de référentiels d'orientation (41). Chaque action spatialement orientée vers un stimulus implique que ce stimulus soit associé à des coordonnées spatiales centrées sur une référence. La position dans l'espace dépend donc du choix de cette référence. Il existerait plusieurs systèmes de références spatiaux intégrés dans une représentation globale de l'espace. L'organisme doit pouvoir, en cas de déplacement, distinguer qui est en mouvement : l'environnement ou lui-même ? Ainsi, lorsqu'un sujet est placé au centre d'un environnement visuel en mouvement, il peut percevoir soit le mouvement de la scène

visuelle autour de son corps fixe, soit le mouvement de son corps dans l'espace, qui est alors considéré comme immobile. Cette différence de perception dépend du cadre de référence spatial choisi ; dans les domaines de la psychologie et des neurosciences, il est classique de distinguer les référentiels spatiaux égocentré, allocentré (ou exocentré) et gravitaire (ou géocentré). Ces trois référentiels sont impliqués dans la perception de la verticalité.

Un **référentiel spatial égocentré**, élaboré à partir de signaux somesthésiques, détermine les positions des objets par rapport au corps du sujet lui-même. Plusieurs référentiels liés aux différents segments corporels, et en particulier au segment céphalique (référentiel céphalocentré), composeraient le référentiel spatial égocentré.

La référence égocentrique est conçue comme « la représentation interne d'un plan virtuel, plus ou moins superposé au plan sagittal du corps, et qui divise le corps et l'espace en deux parties » (42). Elle conditionne l'égalité des parties droite et gauche de l'espace corporel et extra-corporel représenté, ainsi que la symétrie de comportement d'orientation.

Un **référentiel spatial allocentré**, élaboré à partir de signaux visuels, localise les objets de l'environnement relativement à leur configuration spatiale et leur position n'est donc pas dépendante du sujet.

Finalement, le **référentiel spatial gravitaire**, élaboré à partir de signaux vestibulaires, est lié à l'orientation et à l'intensité du vecteur gravitationnel. Ce référentiel spatial constitue très certainement pour le système nerveux le seul cadre de référence absolu dans la mesure où il est indépendant de la position du corps et des objets dans l'espace et où l'orientation du vecteur gravitationnel est invariante. Cette référence absolue conditionne en retour la perception que nous avons de l'orientation de notre corps et des objets de l'environnement. Selon Paillard (1991), les référentiels spatiaux liés au corps (référentiel spatial égocentré) et à l'environnement extra-personnel (référentiel spatial allocentré) dériveraient du référentiel spatial gravitaire (Fig 13).

Bien que la distinction entre ces trois principaux types de référentiels spatiaux soit largement admise, ils ne sont pas indépendants les uns des autres. Combinés, ils permettent la représentation de la verticalité, dont on connaît la place centrale dans la sensori-motricité.

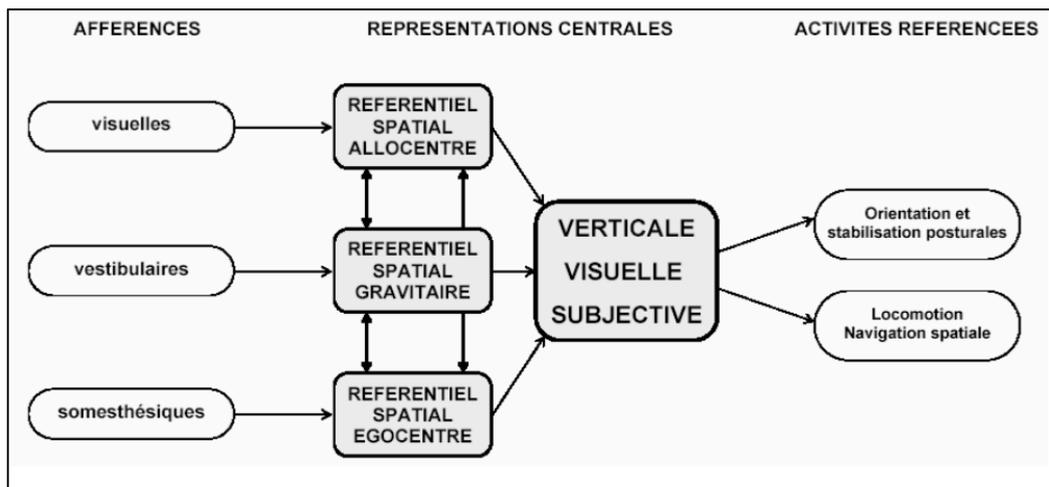


Figure 13 : La représentation de la verticalité occupe une place centrale dans la sensori-motricité.

Ainsi toute déficience d'une des entrées sensorielles aura un impact sur le référentiel d'orientation correspondant, via des afférences erronées, et ainsi sur la posture.

À la lumière de la littérature, les malocclusions semblent provoquer une asymétrie de fonctionnement des muscles manducateurs générant alors un message proprioceptif asymétrique.

L'effet des afférences manducatrices sur les représentations spatiales est peu étudié.

Cependant des études neurophysiologiques évoquent une incidence de la mastication et de l'occlusion dentaire sur le contrôle de la posture générale et l'élaboration des références spatiales.

Dans son étude sur l'effet d'une stimulation du muscle masséter, Mailly démontre qu'une vibration unilatérale d'un muscle masséter provoque un déplacement latéral du centre de pression vers le côté opposé au masséter stimulé ; de plus, une sensation de "poussée" était décrite par les sujets qui présentaient les réponses posturales les plus fortes à la vibration. Ces réponses étaient la conséquence d'une illusion de déplacement secondaire à la stimulation musculaire suggérant un impact sur la verticale perçue (43).

Des travaux similaires traitant de l'influence de la proprioception mandibulaire sur la position de la tête et sur la verticale subjective observent également une déviation de la tête, suite à des vibrations des muscles masséters et temporaux, du côté opposé au muscle stimulé. De plus, l'erreur sur la verticale subjective se faisait dans le même sens que la

déviations de la tête ce qui corrobore les résultats de Mailly rapportant l'illusion « d'être poussé » vers le côté opposé à la vibration (44).

La vibration est un stimulus puissant pour les récepteurs et les fuseaux neuromusculaires interprétée par le système nerveux central comme une augmentation de la longueur du muscle. On observe alors la perception erronée de la position d'un membre, du corps ou une illusion de déplacement.

Dans des conditions expérimentales, l'influence d'une modification de la proprioception de l'appareil manducateur sur la posture et les représentations spatiales a pu être mise en évidence.

- **Les mêmes afférences, vestibulaires, visuelles et somesthésiques, influencent la posture et l'orientation du corps dans l'espace.**
- **L'influence de la proprioception de l'appareil manducateur sur la posture et les représentations spatiales a été mise en évidence en condition expérimentale.**
- **Les liens le système postural, l'appareil manducateur et la perception de l'espace sont peu documentés et demandent à être approfondis.**

## **2 L'influence des malocclusions et des dysfonctions sur la posture**

Dès 1902, Robin rapporte l'influence de la position du corps sur la position de la mâchoire (45). Les relations biomécaniques et neurologiques du système stomatognathique avec d'autres régions du corps ont été abordées par un nombre croissant de recherches au cours des dernières années (46,47). La liaison anatomique et neuronale étroite (sensorielle et motrice) entre le rachis cervical supérieur et la section cranio-faciale documentée dans la littérature explique les relations entre la position de la mâchoire et l'inclinaison du rachis cervical (48).

L'état de santé peut être défini comme étant au stade :

- D'adaptation : l'organisme fonctionne de façon harmonieuse et physiologique ;
- De compensation : l'organisme est asymptomatique mais présente des anomalies dans son fonctionnement. Le sujet présente, par exemple, une malocclusion mais aucun facteur ne vient se surajouter au niveau du système manducateur donc l'organisme parvient à pallier les déficiences ;
- De décompensation : les symptômes et donc la « maladie » apparaissent. Le système ne peut plus faire face aux contraintes. Le sujet présente, dans ce cas, une malocclusion, parfois très légère, mais l'ajout d'une nouvelle contrainte, comme le stress, vient rompre l'équilibre.

### ***2.1 L'examen postural***

#### **2.1.1 Les examens en orthopédie dento-faciale**

- L'examen clinique et photographique

En orthopédie dento-faciale, l'examen clinique doit s'accompagner d'un examen de la posture cranio-cervicale et de la posture générale.

Un quadrillage fait de carreaux de 10 cm permet de visualiser les bascules des épaules, du bassin dans le plan frontal et les troubles posturaux dans le plan sagittal. L'utilisation d'un

fil à plomb, placé le long du plan fessier, permettra d'évaluer les troubles de la posture dans le plan sagittal et les courbures cervicales et lombaires.

- De profil (plan sagittal) : les plans scapulaire et fessier doivent être alignés, la flèche lombaire doit être de 4 à 6 cm et la flèche cervicale de 6 à 8 cm.
- De face (plan frontal) : différentes lignes doivent être horizontales : les lignes ophriaque, bipupillaire, bicommissurale, les ceintures scapulaire et pelvienne.
- Dans le plan horizontal : les épaules et les fesses sont alignées.

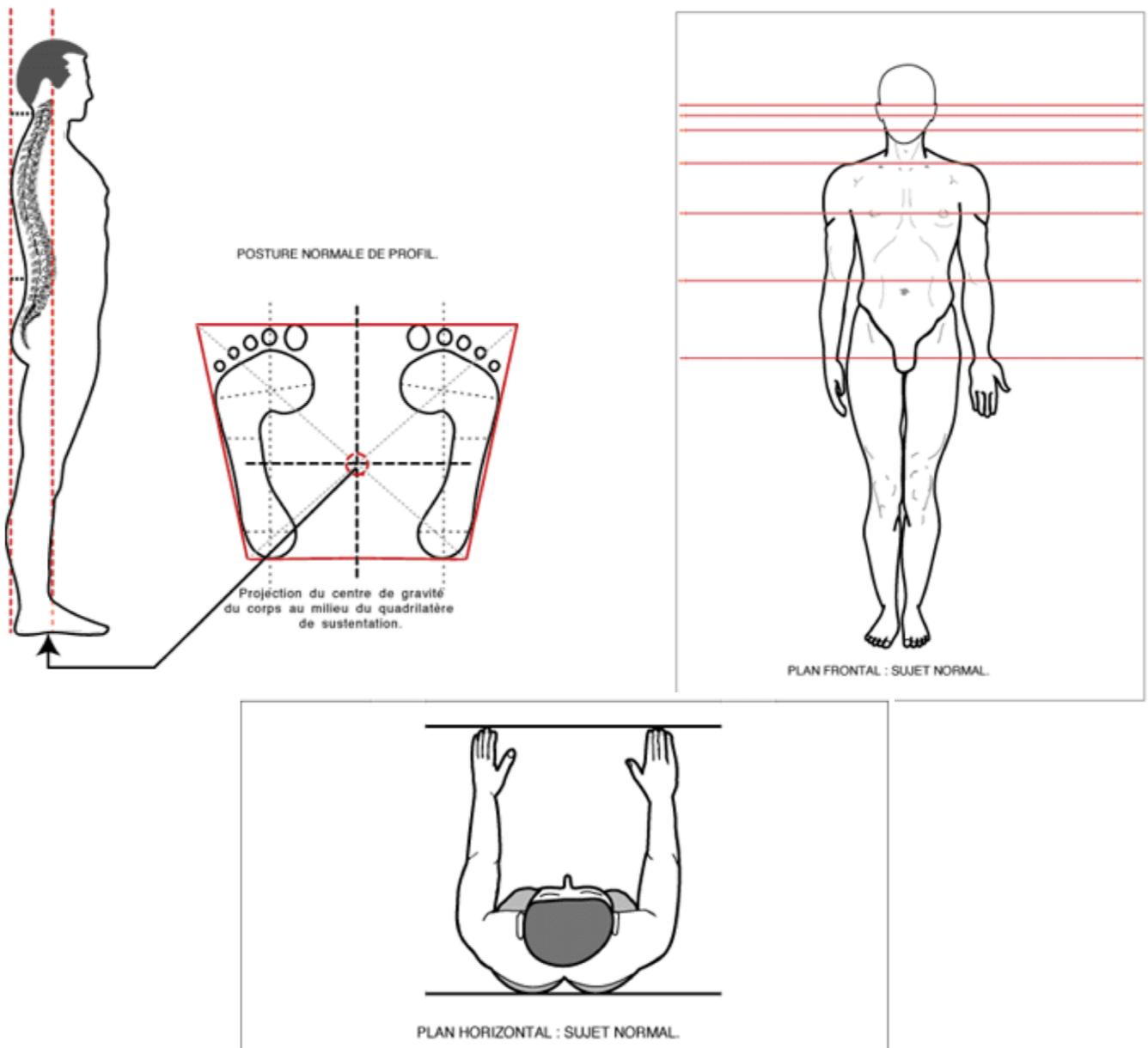


Figure 14 : Examen postural dans les 3 sens de l'espace (Bricot). Plan frontal de haut en bas : ligne bipupillaire, ligne bitragale, ligne bicommissurale, ceinture scapulaire, ceinture pelvienne, ligne bistyloïdienne.

- L'examen radiologique

L'investigation radiologique est toujours considérée comme la référence dans l'analyse des modifications de la colonne vertébrale.

En orthopédie-dento-faciale, la téléradiographie de profil est un examen radiographique systématique et obligatoire. Au moment de la réalisation du cliché, la tête du patient est immobilisée et orientée selon le plan de Francfort.

Ainsi, la plupart des travaux utilisant ce type de cliché pour étudier les liens occluso-posturaux ne peuvent s'intéresser qu'à l'influence de l'occlusion sur la posture cranio-cervicale. Cependant cette systématisation dans la prise des clichés contraint la tête dans une certaine position limitant la mise en évidence d'une éventuelle modification posturale entre 2 clichés.

La posture ou position naturelle de la tête est la position la plus équilibrée et naturelle d'un individu lorsqu'il regarde un objet au niveau de ses yeux (56). L'utilisation de la position naturelle de la tête comme référence est justifiée puisque de nombreux auteurs la jugent reproductible. Dans leur revue de la littérature, Cassi et *al.* considèrent que réaliser des téléradiographies de profil en position naturelle de la tête est utile pour étudier l'association entre la posture cranio-cervicale et la morphologie dento-faciale (56).

Les points, les lignes et les angles de référence sont représentés dans la figure 15.

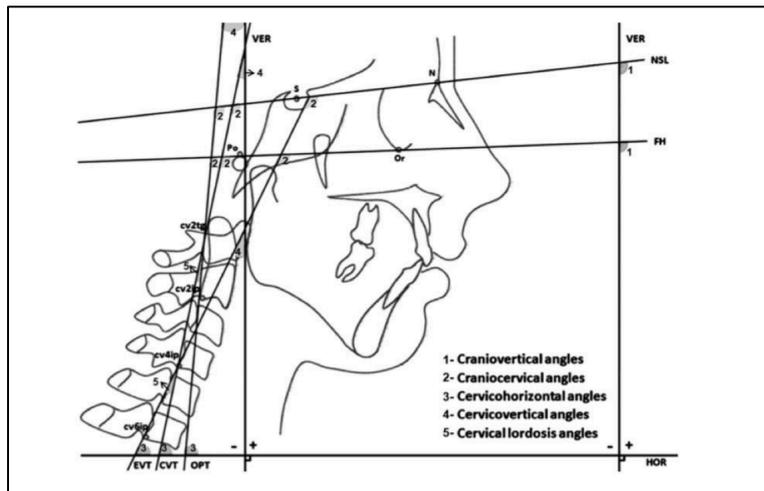


Figure 15 : Examen de la posture cranio-cervicale.

L'âge du traitement orthodontique coïncide avec l'âge d'apparition et/ou d'aggravation des pathologies posturales du fait de leurs rapports étroits avec la période de croissance pubertaire, moment de choix pour la plupart des traitements. Le patient à risque postural doit donc être identifié, si possible, avant de débiter le traitement pour que ses objectifs puissent s'intégrer dans une thérapeutique globale de la pathologie, qu'il soit non iatrogène et stable dans le temps, de nombreuses récives pouvant apparaître si le cadre postural n'est pas stabilisé (49).

Il faut également cerner dès le début la personnalité du patient et ses éventuels troubles psychiques. En effet, le déficit du capteur dento-manducateur est rendu délicat à cause d'interférences majeures avec les problèmes psychologiques.

### **2.1.2 Les examens spécifiques**

La mise en évidence d'un trouble postural doit inciter à correspondre avec les spécialistes concernés : orthopédiste fonctionnel, podologue, kinésithérapeute, ostéopathe...

Des examens spécifiques peuvent être nécessaires.

- La radiographie du rachis

Certains auteurs se sont penchés sur l'influence de l'occlusion sur la posture générale à partir de radiographies du rachis dans son ensemble. Les « coûts biologiques » de ces types d'examens et l'éthique sont une limitation importante dans les milieux cliniques et de la recherche. Des méthodes « non invasives » ont alors été introduites, telles que les plateformes posturographiques (50) et la *raster-stéréographie* (51,52).

- L'examen posturographique

La stabilométrie étudie la posture érigée, quantifie les troubles de l'équilibre en enregistrant les oscillations du centre de pression (CdP) sur une plateforme de force. Le CdP est assimilé, pour un sujet debout et quasi immobile, à la projection du centre de gravité.

Les plateformes de stabilométrie n'ont pas réussi à détecter d'associations entre la posture du corps et l'occlusion dentaire ou, lorsqu'elles ont été détectées, elles étaient particulièrement petites et avec une faible pertinence clinique (53)(fig. 16).

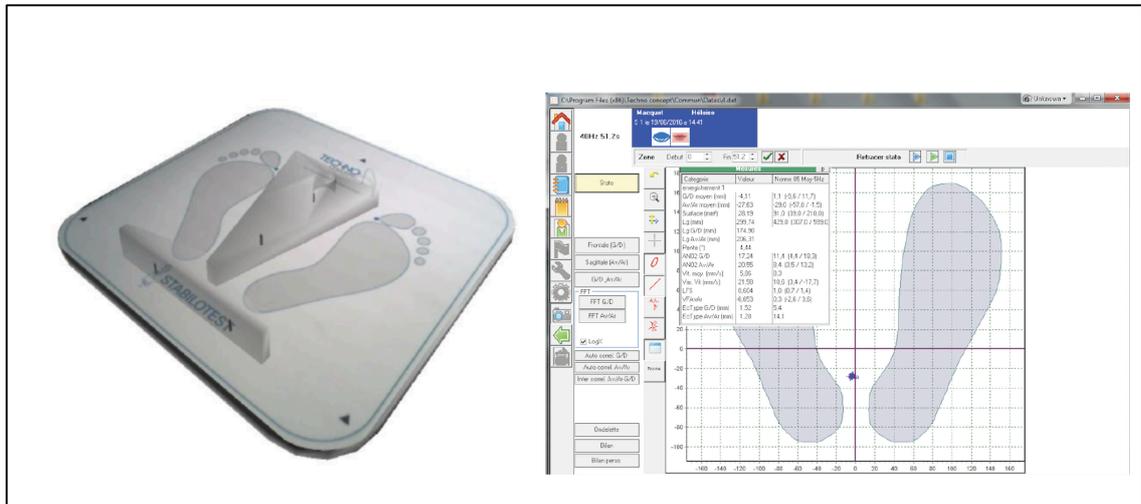


Figure 16 : Plateforme stabilométrique Technoconcept® Stabilotest© et exemple de statokinésigramme.

- La rasterstereography ou raster-stéréographie

C'est une méthode d'investigation, non invasive, développée par Drerup et Hierholzer (1987) permettant la reconstruction tridimensionnelle de la colonne vertébrale.

Ce type d'examen est basé sur la technique de la photogrammétrie. La photogrammétrie est la science et l'art dont le sujet d'étude est la photographie dans l'intention de recueillir des données conduisant à des restitutions dimensionnelles et de déterminer la forme et la position d'un objet dans l'espace. Cette méthode d'étude, non invasive, peut, par exemple, être utilisée dans le cadre d'un examen postural (54).

La raster-stéréographie permet d'effectuer une surveillance précise et fiable de la posture du corps sans radiations ionisantes. Il a été développé à partir de modèles anatomiques et biomécaniques, afin d'obtenir des algorithmes mathématiques définis et une reconstruction des courbes de colonne vertébrale et des points anatomiques (55,56).

La machine a projeté plusieurs sections de lumière sur le dos du patient à partir de différentes directions et enregistre ainsi les informations de forme du dos (fig. 17 et 18).

En outre, par rapport à une plate-forme stabilométrique, cette méthode d'analyse de la posture corporelle effectue une analyse 3D complète de la localisation du corps dans l'espace au lieu d'évaluer uniquement la projection du centre de gravité.

Plusieurs études concernant la relation entre les caractéristiques de la posture corporelle déterminées par les procédures de raster-stéréographie et certains paramètres céphalométriques ont été publiées ces dernières années. Les résultats ont montré une forte association entre les paramètres verticaux céphalométriques et les paramètres de posture du corps (57).

Mais cette méthode ne pourrait à priori ne détecter que les changements posturaux d'une certaine ampleur comme la plateforme.

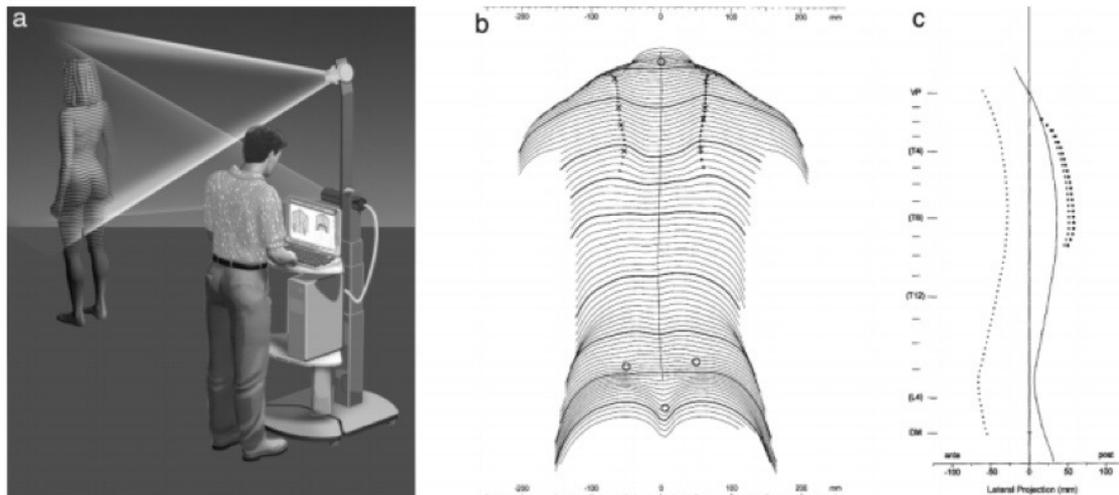


Figure 17 : (a) Raster-stéréographie: le processus de mesure est basé sur la photogrammétrie ; (b) Une reconstruction de surface raster-stéréographique du profil de dos d'un patient: profils transversaux et lignes de symétrie ; (c) Projection latérale de la ligne médiane de la colonne vertébrale basée sur la reconstruction de la surface en trois dimensions (Lippold et al.)

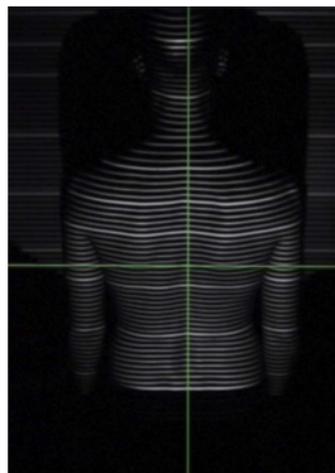


Figure 18 : Exemple de l'analyse d'un patient (Lippold et al.)

- L'électromyographie (EMG)

Cette technique permet, en situation d'orthostatisme ou de déplacement, d'analyser et de quantifier les réactions musculaires mises en jeu lors des réflexes d'équilibration. L'électromyographie n'évalue pas les positions du corps ni même les changements posturaux mais plutôt leurs déterminants.

## ***2.2 Les liens entre les dysfonctions et la posture***

En pratique, deux grands tableaux cliniques sont rencontrés :

- Les ventilateurs buccaux, avec obstructions des voies aériennes supérieures ;
- Les dyspraxies labio-linguales avec troubles de la déglutition.

La persistance de la succion-déglutition est elle aussi accompagnée d'une ventilation buccale puisqu'il existe, dans ce cas, un retard de développement du maxillaire et donc des fosses nasales.

En présence d'une ventilation orale prolongée associée à une altération du fonctionnement musculaire, des modifications de la posture céphalique, cervicale et même du tronc entier peuvent être observées. La tête est projetée en avant, la colonne cervicale est inclinée, les courbures dorsale et lombaire sont affectées et la position du bassin est également pathologique. Ces anomalies posturales entraînent des adaptations au niveau des structures faciales, de la cage thoracique, du bassin, des jambes et des pieds (fig. 19) (58,59).

Sinko *et al.* observent que des facteurs autres que l'occlusion jouent un rôle important dans la posture de la tête et du corps ; des impératifs de respiration tels que l'hypertrophie amygdalienne, adénoïdienne, des allergies entraînant une ventilation buccale, pouvaient altérer la position de la tête de l'individu (59). De même, Ricketts (60) et Vig (61) constatent que la position de la tête est influencée par la fonction respiratoire.

La fonction ventilatoire a donc une grande influence sur la morphogénèse cranio-faciale mais aussi sur l'équilibre postural général.

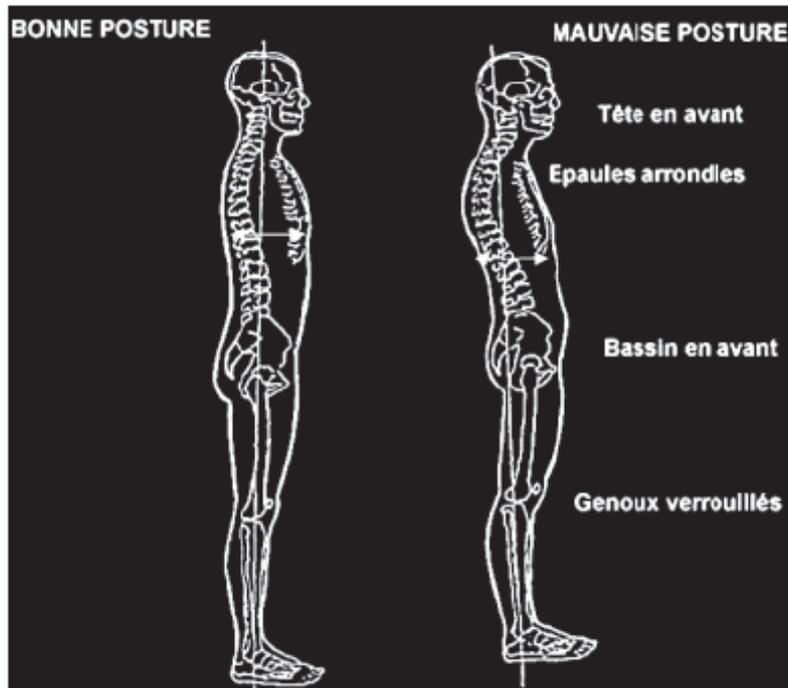


Figure 19 : Anomalies posturales d'un sujet ventilateur buccal.

Il existe une corrélation entre la posture du corps et le schéma respiratoire. Les amygdales et les végétations adénoïdes, la rhinite allergique et les problèmes respiratoires chroniques provoquent un syndrome de respiration buccale, entraînant des postures adaptatives de la tête et du corps (62), qui affectent également le développement du squelette facial. Il est généralement admis que la bascule antérieure de la tête est le principal changement postural chez ces sujets, qui poussent la tête en avant et étendent leur cou pour faciliter la circulation de l'air dans la bouche. Une modification de la posture du cou est observée chez 80% des enfants respirant par la bouche (62). La position avancée de la tête provoque la protraction et la rotation des épaules, l'élévation et l'abduction des omoplates, la dépression de la région antérieure thoracique et le déplacement vers l'avant du corps entier. Contrairement aux enfants qui respirent par le nez, ces changements posturaux chez les enfants qui respirent par la bouche ne s'améliorent pas spontanément lorsqu'ils sont plus âgés (63). Milanesi et *al.* montrent que les adultes qui respiraient par la bouche pendant l'enfance avaient une posture de la tête plus antérieure et un angle de lordose lombaire plus important que les individus d'un groupe témoin (64).

Ainsi, devant l'étendue des conséquences pathologiques des troubles de la ventilation nasale, il n'est pas possible de les ignorer dans le cadre d'un traitement orthodontique qui doit associer une thérapeutique fonctionnelle à la mécano thérapie.

Face à l'obligation d'optimisation des fonctions, condition sine qua none au développement physiologique de l'enfant, l'orthodontiste doit :

- Informer le patient et ses parents des relations possibles entre les troubles de la ventilation et sa malocclusion et adresser le patient au correspondant compétent (ORL, orthophoniste, kinésithérapeute...);
- Par des moyens orthopédiques favoriser la récupération d'une morphologie favorable au rétablissement d'une ventilation nasale.

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Les dysfonctions oro-faciales influencent la morphogénèse cranio-faciale ainsi que la posture céphalique et la posture générale.</b></li><li>- <b>Importance de la thérapeutique fonctionnelle.</b></li></ul> |
|--|

### ***2.3 Les liens entre les malocclusions et la posture***

Le squelette cranio-facial repose sur les vertèbres cervicales, thoraciques et lombaires (65,66). Il est ainsi pertinent de supposer que la position de la tête et de la mandibule sont liées à la posture générale du corps (67). La colonne vertébrale appendue au crâne compense la dysmorphose cranio-faciale afin de conserver l'équilibre du corps et l'horizontalité du regard (68).

Ballard et *al.* ont établi une classification squelettique basée sur l'appréciation des rapports antéro-postérieurs du maxillaire et de la mandibule. On parle de classe I lorsque ces rapports paraissent normaux et harmonieux, de classe II lorsque le maxillaire paraît avancé par rapport à la mandibule ou la mandibule en retrait par rapport au maxillaire, de classe III en cas contraire.

### 2.3.1 Les répercussions sur la posture crano-cervicale

Les études de Solow *et al.* (69) et Huggare *et al.* (70,71) montrent une corrélation positive entre les différents modèles faciaux squelettiques et l'inclinaison cervicale. Les patients atteints de prognathisme mandibulaire, classe III squelettique, ont tendance à avoir un petit angle crano-cervical. A l'inverse, les patients ayant un grand angle crano-cervical sont enclins au rétrognathisme mandibulaire ou classe II.

Les auteurs rapportent également que l'angle crano-cervical reflète fidèlement et de manière reproductible la posture de la tête associée à la morphologie crano-faciale. Une augmentation de l'angle crano-cervical est corrélée à l'extension de la tête, en relation avec une rétromandibulie, et cet angle est également corrélé à une grande inclinaison du plan mandibulaire (*fig. 20*).

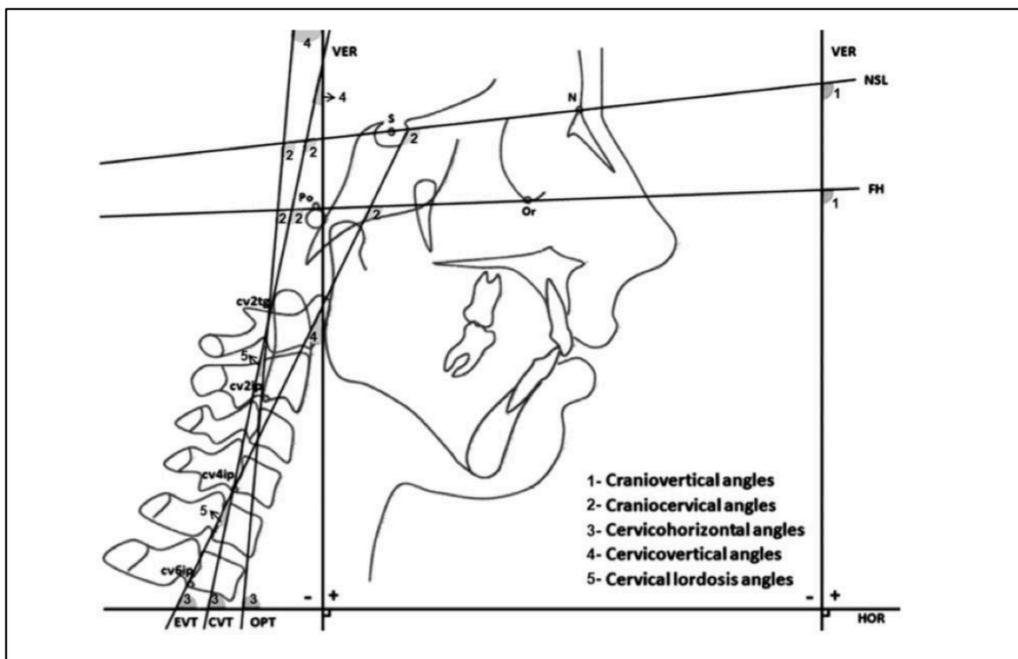


Figure 20 : : Tracé céphalométrique et variables angulaires.

L'explication possible, appelée « étirement des tissus mous », indique que les différences dans la morphologie crano-faciale pourraient être expliquées par l'étirement de la couche de tissu mou de la face lorsque la tête est recourbée vers l'arrière, en extension. Le niveau de force accru limiterait la croissance vers l'avant de la face et notamment de la mandibule, aboutissant à une classe II squelettique.

Chez les patients en classe III associée à une promandibulie, la position antérieure de la mandibule génère une tension accrue des muscles supra-hyoïdiens. Cette tension musculaire augmentée peut tirer l'os hyoïde vers l'avant et vers le haut, en étirant les muscles infra-hyoïdiens avec une protraction de la tête et une flexion cervicale.

Ce mécanisme est principalement lié à l'insertion des muscles omo-hyoïdiens et digastrique. La protraction de la tête résulte du redressement de la région craniale-cervicale et du rachis cervical supérieur combiné à la flexion du rachis cervical inférieur et du rachis thoracique supérieur.

Selon Lippold *et al.* (57), les patients en classe III présentent un déplacement antérieur de la région cervicale. La posture de la tête en avant conduit à des compensations telles que l'hyperextension du crâne et du rachis cervical supérieur ainsi que la flexion du rachis cervical inférieur.

De plus, Wenzel *et al.* trouvent que la posture de la tête était plus fortement corrélée à la morphologie ou la position mandibulaire qu'à celles du maxillaire. Dans la littérature, cela s'expliquerait par la proximité anatomique musculo-squelettique et neuronale étroite (sensoriel et moteur) entre ces structures (57).

D'Attilio s'intéresse à la corrélation entre la classe squelettique sagittale et la posture cervicale, chez des enfants en classes I, II et III à partir de téléradiographies de profil. Il conclut que les enfants présentent des inclinaisons différentes des bases maxillaire et mandibulaire par rapport au rachis cervical, selon leur dysmorphose sagittale initiale. La lordose cervicale diminue chez les sujets en classe III et c'est principalement la partie inférieure du rachis (C4-C7) qui est plus droite chez ces sujets. Chez les enfants en classe II squelettique, l'étude montre une plus grande extension de la tête au niveau du segment moyen (C2 à C4), associée à une lordose du rachis cervical plus marquée. Ainsi, ces conclusions suggèrent que les caractéristiques du rachis cervical semblent étroitement liées aux structures de la face dans le sens sagittal (72). La lordose cervicale paraît augmentée en présence d'une classe II, et diminuée en présence d'une classe III (25, 33). Solow et Sonnensen, quant à eux, ne trouvent que peu d'associations significatives entre malocclusion et posture cervico-céphalique (3).

Aucune étude ne prend en compte l'effet de l'âge comme éventuel facteur de confusion. En effet, l'âge est le principal facteur influençant le degré de lordose cervicale, les deux variables seraient corrélées positivement, la lordose cervicale augmentant avec l'âge (73).

Classe II	Classe III
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Augmentation de la lordose cervicale</b></li> <li>• <b>Angles cranio-cervicaux augmentés</b></li> <li>• <b>Extension de la tête</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lordose cervicale réduite</b></li> <li>• <b>Angles cranio-cervicaux diminués</b></li> <li>• <b>Flexion de la tête</b></li> </ul>

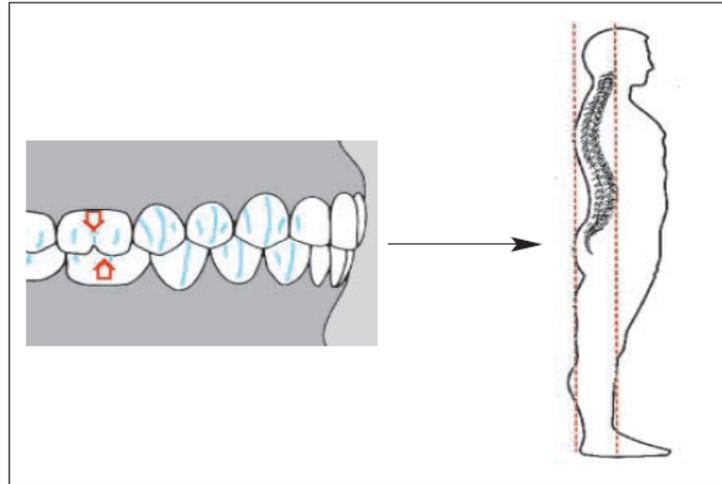
### 2.3.2 Les répercussions sur la posture générale

Les études sur la relation entre les paramètres cranio-faciaux et la posture se concentrent souvent sur le rachis cervical. D'après la revue de littérature de Korbmacher (2004), il existe des travaux sur la relation entre la position de la mâchoire et le rachis cervical mais peu sur la colonne vertébrale dans son ensemble et sur la posture générale.

Bricot met en évidence trois types posturaux en relation avec les dysmorphoses antéro-postérieures des maxillaires :

- Classe I: Selon la classification d'Angle, "la cuspide mésio-vestibulaire de la première molaire maxillaire est reçue dans le sillon vestibulaire de la première molaire mandibulaire". Par extrapolation, des relations de classe I d'Angle sont associées à des rapports squelettiques de classe I.

Le schéma vertical est dit équilibré: les plans scapulaire et fessier sont alignés, les courbures lombaire et cervicale sont harmonieuses. De face, les ceintures scapulaire et pelvienne sont horizontales (*fig. 21*).



- Classes II : Elle est caractérisée par une occlusion distale de plus d'une demi-cuspide de la première molaire mandibulaire par rapport à la première molaire maxillaire, de chaque côté, ce qui oblige les autres dents à se placer selon la même relation.
  - Division 1 : L'arcade maxillaire est étroite et allongée, les incisives maxillaires sont protrusives, la lèvre supérieure est courte et peu active, la lèvre inférieure est épaisse et s'interpose entre les arcades. Cette malocclusion est liée à une ventilation orale.
  - Division 1, subdivision : Elle présente les mêmes caractéristiques mais l'occlusion distale est unilatérale.
  - Division 2 : Les Incisives maxillaires sont en rétrusion.
  - Division 2, subdivision : Les conditions occlusales sont les mêmes mais l'occlusion distale est unilatérale (fig. 22).

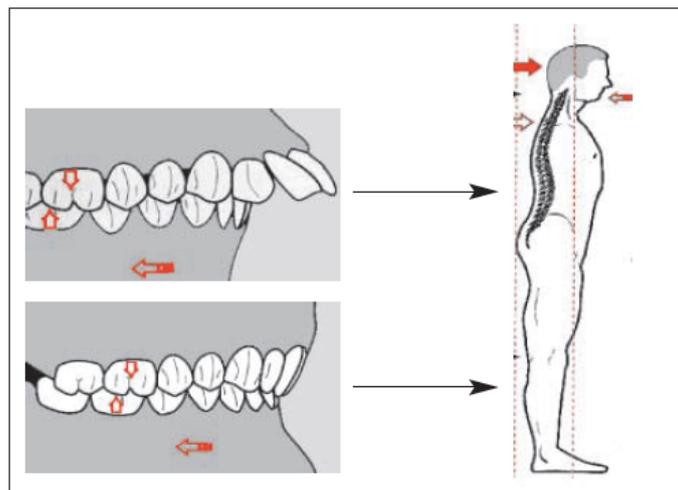


Figure 22 : Influences réciproques : Classe II d'après Bricot (2004)

Par extrapolation une classe II d'Angle est associée à une classe II squelettique.

Dans ce contexte, les patients ont une posture céphalique et un plan scapulaire antérieurs.

La posture suit un schéma antérieur, sur une plateforme stabilométrique, un déplacement du centre de pression du corps est observé (74).

- Classe III : Elle se caractérise par une occlusion mésiale des molaires mandibulaires par rapport aux molaires maxillaires des deux côtés de l'arcade, les molaires mandibulaires dépassant l'occlusion physiologique de plus d'une demi-cuspide.
  - Classe III subdivision : L'un des côtés seulement présente une occlusion trop mésiale.

Par extrapolation une classe III squelettique présente des rapports occlusaux de classe III d'Angle (*fig. 23*).

Dans ce contexte, les patients présentent une posture céphalique et un plan scapulaire postérieurs. La posture corporelle suit un schéma postérieur.

Une modification de la répartition des appuis plantaires est observée avec un appui podal postérieur augmenté.

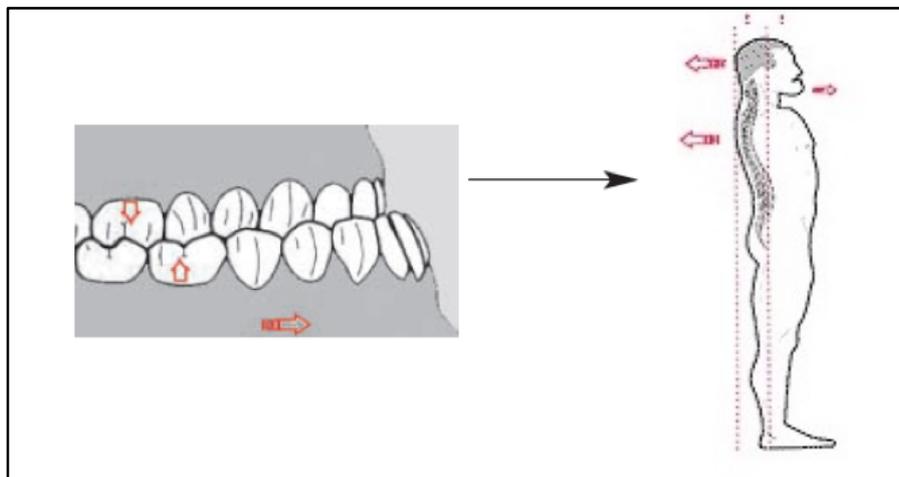


Figure 23 : Influences réciproques : Classe III d'après Bricot (2004)

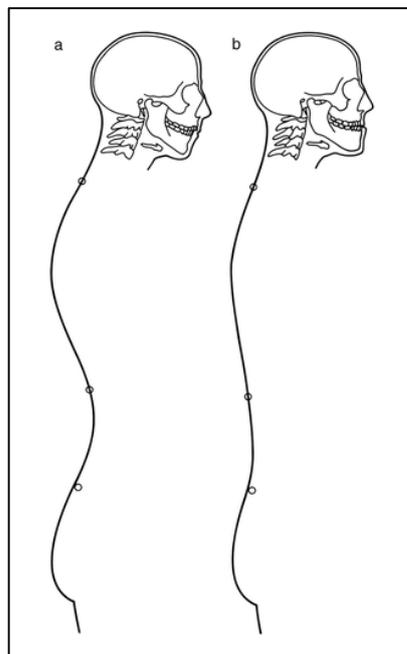
Il est important de noter que ces schémas antérieurs et postérieurs sont des schémas « idéaux » qui ne représentent pas toujours la réalité, les patients développant souvent des phénomènes de compensation.

Lippold et *al.* utilisent la raster-stéréographie pour examiner le profil sagittal de la colonne vertébrale chez 53 adultes présentant des dysmorphoses squelettiques de classe II et de classe III. Ils trouvent une corrélation entre les positions verticale et sagittale de la mâchoire inférieure et les inclinaisons thoracique, lordotique et pelvienne, et entre les positions verticale et sagittale de la mâchoire inférieure et la rotation pelvienne (48,75). Deux modèles différents de forme du dos ont été conçus sur la base des résultats de ces études (*fig. 24*) :

1) un schéma cranio-facial plus distal et vertical (classe II) est associé à une augmentation des angles supérieur thoracique, lombo-lordotique et pelvien ;

2) un schéma cranio-facial plus mésial et horizontal (classe III) est associé à des angles thoracique, lombo-lordotique et pelvien plus petits.

Ces conclusions suggèrent qu'il existerait des preuves cliniques d'une relation entre la position de la mandibule et l'anatomie rachidienne et donc sur la posture du corps.



*Figure 24: Sur la base des résultats de cette étude, deux types différents de profils dorsaux sont présentés comme modèles : (a) un modèle cranio-facial plus distal et plus vertical (classe II) avec augmentation des angles thoracique supérieur, lombo-lordotique, et pelvien ; (b) un modèle plus mésial et horizontal avec une diminution des angles thoracique supérieur, lombo-lordotique et pelvien.*

De plus, l'étude conclut que les positions verticale et sagittale du maxillaire ne semblent pas être corrélées au profil du rachis.

Sinko *et al.* comparent la posture du corps chez 29 patients de classe II et de classe III et trouvent que l'apex de la cyphose thoracique est plus céphalique chez les patients de classe III que chez les patients de classe II ou en bonne santé (59).

Tous ces résultats sont en contradiction avec la revue de littérature de Michelotti *et al.* (76) selon laquelle il existe une corrélation entre la position sagittale de la mandibule et la posture cervicale. Cependant, les auteurs ne retrouvent aucun lien entre la morphologie cranio-faciale et la partie inférieure de la colonne vertébrale. Ainsi, selon eux, ces corrélations ont tendance à disparaître en direction plus caudale du rachis.

En 2006, dans une étude stabilométrique tendant à déterminer un lien entre l'occlusion dentaire et la posture du corps, Perinetti étudie 4 paramètres posturographiques selon 4 conditions, yeux ouverts/mandibule au repos, yeux ouverts/occlusion d'intercuspidie maximale, yeux fermés/mandibule au repos et yeux fermés/occlusion d'intercuspidie maximale, chez 26 patients. Il conclut qu'il n'y a pas de corrélation détectable par posturographie entre l'occlusion dentaire et la posture corporelle. Les modifications posturales observées seraient dues soit à un très faible degré de corrélation entre l'occlusion dentaire et la posture du corps, soit à un effet de compensation (77).

À l'inverse, les travaux de Nobili *et al.* (78) sur la posture corporelle au moyen d'une plateforme de force révèlent des corrélations positives entre la position sagittale des mâchoires et la posture corporelle : une posture déplacée antérieurement chez les sujets présentant une classe II et une posture déplacée postérieurement dans les cas de classe III étaient observées. Ces résultats sont en accord avec les affirmations de Bricot précédemment évoquées.

Selon Tardieu, une perturbation occlusale n'affecte le contrôle postural que dans des conditions posturales difficiles, matérialisées par une plateforme instable dans son étude, alors qu'aucun changement des paramètres posturaux n'est mis en évidence en condition statique (79).

Une étude de 2015 s'intéresse à l'association entre la malocclusion, la posture du corps et la ventilation chez les enfants. Les résultats montrent que la posture sagittale du corps est liée aux paramètres cranio-faciaux sagittaux. Les patients avec une attitude cyphotique ont un surplomb augmenté et une mandibule rétruse. La présence de la posture cyphotique, en particulier avec une obstruction nasopharyngée, augmente la probabilité d'une rétrusion mandibulaire. Les résultats mettent en évidence une association significative entre la position sagittale de la mandibule, la posture corporelle et l'obstruction nasopharyngée (80).

El et Palomo rapportent que la position mandibulaire par rapport à la base crânienne affecte le volume des voies respiratoires oropharyngées, plus petit chez les patients en classe II associée à une position de la mandibule rétruse, que chez les patients en classe I et en classe III (81).

Même s'il semble exister une association entre les facteurs occlusaux et les altérations posturales, il n'y a pas suffisamment de preuves scientifiques pour soutenir une relation de cause à effet. De plus il perdure une double nécessité, celle d'améliorer la qualité méthodologique des investigations et celle d'aborder des questions cliniques plus spécifiques. Bien qu'il soit raisonnable de supposer que le système stomatognathique puisse affecter la fonction de la région cervicale, la pertinence concernant le lien entre ce système et la posture du corps n'est pas encore prouvée. Les auteurs soulignent également le manque d'arguments en faveur de l'utilisation d'instruments tels que l'électromyographie de surface, la kinésiographie, les plateformes posturales et les dispositifs posturographiques en tant qu'outils de diagnostic des troubles temporo-mandibulaires, des relations-occluso-posturales (53).

L'incidence des dysmorphies faciales sur l'apparition de postures céphaliques pathologiques permet de mettre en évidence l'intérêt des traitements globaux pour permettre une normalisation de la croissance maxillo-faciale lorsque le traitement est précoce surtout chez l'enfant ou pour tenter une correction lorsque le traitement est plus tardif.

Chez l'adulte, lorsque la posture céphalique est non physiologique (« position de la tête non naturelle ») cela contribue à l'installation de pathologies importantes telles que le syndrome d'apnées hypopnées obstructives du sommeil (SAHOS) ou la DCM tout en créant des perturbations morphologiques maxillo-faciales.

L'importance d'un diagnostic précoce et surtout d'un traitement efficace est primordial pour éviter les conséquences parfois irréversibles d'une posture céphalique perturbée (dolichocéphalie, défaut de croissance maxillo-mandibulaire nécessitant la chirurgie, troubles de l'ATM extrêmement douloureux...).

La notion de temps est essentielle, plus on traite précocement plus le massif facial s'adapte à notre traitement, plus l'intervention sera tardive plus on devra s'adapter aux anomalies maxillo-faciales déjà édifiées.

- **Résultats contradictoires concernant les liens entre l'occlusion et la posture du corps ;**
- **Différences méthodologiques dans la conception des études, dans l'évaluation des variables étudiées et/ou dans la sélection des sujets.**

### **2.3.3 Le cas particulier des patients porteurs de fentes labio-alvéolo-palatines (FLAP)**

Chez les patients présentant une FLAP, la taille des voies aériennes est réduite de 25% et la résistance nasale augmentée d'environ 20 à 30% par rapport à la population non atteinte. Par conséquent, la prévalence de la ventilation buccale atteint 70% dans cette population. L'étude de la posture de la tête et sa relation avec les morphologies cranio-faciales dans les cas de fentes labiales et palatines non syndromiques avec fistule oro-nasale a mis en évidence des modifications posturales. Les auteurs ont comparé des paramètres posturaux et morphologiques sur des téléradiographies de profil réalisées chez des patients porteurs de fentes *versus* des sujets sains. Chez les patients présentant une fente labio-alvéolo-palatine non syndromique, une augmentation de l'angulation cranio-cervicale et de l'inclinaison cervicale était observée indiquant une extension de la tête.

La posture de la tête plus en extension dans le groupe FLAP, pourrait s'expliquer par la fonction respiratoire différente due à la fistule oro-nasale et/ou à l'insuffisance nasale. L'extension de la tête est associée à un ramus court, un angle goniale important et une inclinaison du plan mandibulaire.

La rétrusion dento-alvéolaire et celle des lèvres chez les patients FLAP semblent être liées à l'extension de la tête. Malgré certaines limites dans cette étude, il semble raisonnable de supposer que les défauts morphologiques, la fistule oro-nasale et /ou les facteurs responsables de l'atteinte nasale chez les patients porteurs de fentes, peuvent entraîner des modifications de la ventilation et de la posture de la tête, de la mandibule et de la langue (82).

Ces résultats sont en adéquation avec ceux de l'étude céphalométrique de Zuniga. Ce travail compare les relations cranio-faciales, la position et la courbure du rachis cervical entre 2 groupes de patients, le 1<sup>er</sup> composé d'enfants porteurs de fentes labiales et palatines opérées et le 2<sup>nd</sup> composé d'enfants non porteurs de fente labio-palatine. Les téléradiographies de profil étaient réalisées debout et sans utilisation du céphalostat. La radiographie ainsi réalisée, assure une position naturelle de la tête mais également une position naturelle de la colonne cervicale, pertinentes pour déceler d'éventuelles modifications dans les relations cranio-cervico-mandibulaires. Le groupe d'étude a présenté une augmentation de l'extension de la tête, une position antérieure du rachis cervical et une diminution de la courbure cervicale en comparaison au groupe témoin. De plus, le groupe d'étude présentait également une hauteur faciale plus importante que les enfants sans FLAP (83).

**En altérant les afférences trigéminales et la proprioception, les malocclusions et autres troubles de l'appareil manducateur peuvent provoquer, via une action descendante, un déséquilibre de l'ensemble des chaînes musculaires et enfin des altérations posturales et oculomotrices. Etant donné qu'une thérapeutique occlusale pourrait induire un rééquilibrage des muscles masticateurs, un meilleur contrôle postural et une amélioration de l'oculomotricité, de la stabilisation du regard devraient être observés.**

### **3 L'influence des thérapeutiques fonctionnelles et des malocclusions sur la posture**

Un traitement orthodontique est une source de perturbations importantes de par ses afférences trigéminales, ce qui ne signifie pas qu'il soit délétère.

La relation entre la correction de la malocclusion par un traitement orthopédique, orthodontique ou une chirurgie orthognatique, et les modifications de la posture corporelle ont été évaluées dans plusieurs études aux résultats très souvent controversés.

De plus, l'amélioration des voies respiratoires nasopharyngées au cours d'une telle prise en charge est également un facteur pouvant influencer la posture du corps.

#### ***3.1 L'éducation oro-myo-fonctionnelle***

Comme vu précédemment, la face, vitale pour l'Homme, est un site fonctionnel important – ventilation, mastication, déglutition, phonation, émotions – et est en lien avec la posture générale. Une dysfonction ou une parafonction aura des répercussions sur cet équilibre fonctionnel.

Ainsi, l'objectif de l'éducation, ou rééducation, sera de créer ou recréer un équilibre fonctionnel musculaire et de programmer ou reprogrammer des fonctions erronées et les automatiser. Cette capacité d'acquisition de nouveaux modèles moteurs s'explique par la plasticité neuronale du cerveau (84). Moeller et Paskay ont édicté quelques règles concernant ce processus. Tout d'abord il faut se servir régulièrement d'une fonction sinon la représentation somato-corticale se réduit. Il faut beaucoup la répéter pour qu'elle s'intègre, être le plus spécifique possible, la ressentir, augmenter l'intensité et maintenir le travail sur le long terme. Elles parlent de transférence lorsqu'une fonction s'automatise et que celles qui lui sont liées s'améliorent aussi ; et d'interférence, qui est une forme de réminiscence du mouvement erroné qui continue encore à se déclencher malgré la correction fonctionnelle.

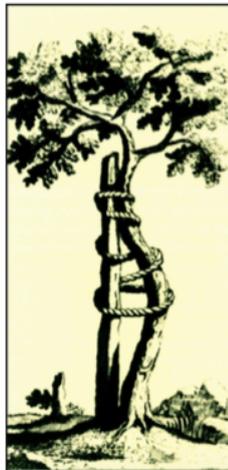
Il a été démontré qu'à la suite d'une adénoïdectomie, l'angle crano-cervical tendait à diminuer (Solow et Greve, 1979).

Le concept de « rééducation » s'apparente davantage à une « éducation » dans la plupart des cas, surtout chez le jeune enfant chez qui cette démarche consiste en l'apprentissage d'automatismes fonctionnels encore jamais acquis.

- La stabilité d'un traitement doit passer par une éducation oro-myofonctionnelle.
- L'objectif est de créer ou recréer un équilibre musculaire se répercutant sur l'équilibre postural.

### 3.2 Les liens entre les thérapeutiques orthopédiques et la posture

Le terme « orthopédie » a été utilisé pour la première fois en 1741 par Nicolas Andry. En inventant ce terme à partir des mots grecs « *orthos* » signifiant droit et « *paideia* » éducation, il accordait une attention particulière à la prévention de la mauvaise posture du corps chez l'enfant. Depuis la première description, le symbole de cet objectif a été le jeune arbre déformé qui est attaché à un poteau et redressé non pas par la force, mais grâce à une pression légère (*fig.25*) (85).



*Figure 25: Arbre orthopédique par Nicolas Andry (1741). Le jeune arbre déformé est redressé symboliquement par une légère pression.*

Les traitements orthopédiques sont des traitements dits précoces, agissant sur la croissance. Ils ont pour but la correction d'un décalage squelettique. Ils doivent être réalisés en période de croissance, l'âge idéal se situant entre 7 et 9 ans et jusqu'à 12-13 ans. Au-delà, l'efficacité orthopédique est plus aléatoire, l'action portant sur la zone alvéolaire (49).

### 3.2.1 Les traitements des classes II

La classe 2,1 d'Angle est l'anomalie la plus fréquente. Au cours de la croissance, les appareils orthopédiques peuvent entraîner des changements squelettiques. L'orthopédie fonctionnelle, via l'utilisation d'activateurs de croissance mandibulaire par exemple, en stimulant les muscles masticateurs, les ATM, les lèvres, la langue, transmet des stimuli fonctionnels aux structures environnantes dures telles que la dent, l'os ou encore la colonne cervicale. Alors que les effets squelettiques sur le maxillaire et la mandibule ainsi que le changement du profil après orthopédie fonctionnelle sont documentés, peu d'études abordent les changements cranio-cervicaux et posturaux secondaires au port de ces appareillages.

Quelques travaux montrent que le traitement orthopédique peut provoquer des changements de la posture cervicale. La plupart d'entre eux étudie les téléradiographies de profil réalisées dans le cadre du traitement de patients en classe II squelettique par orthopédie fonctionnelle. Ainsi, les composantes rotationnelles ou latérales des changements de courbure de la colonne cervicale demeurent inconnues car l'examen réalisé est dans le plan sagittal. Les résultats obtenus pourraient n'être qu'une sous-estimation des réelles modifications de la posture cranio-cervicale. De plus, certaines études évaluent si les effets observés sont dépendants de l'appareil utilisé.

Tecco *et al.*, dans une étude contrôlée, comparent les changements de posture de 20 enfants traités par un activateur de classe II (appareil de FRANKEL 2) à ceux de 20 témoins, patients en classe II non traités, en utilisant les tracés céphalométriques avant traitement et après 6 mois de port. L'angle de lordose cervicale augmente dans le groupe d'étude à la fin du traitement, probablement en raison d'une inclinaison vers l'arrière significative, du segment supérieur de la colonne cervicale. Cependant, aucun changement significatif dans l'inclinaison de la partie inférieure n'est observé. L'hypothèse de ce travail repose sur le fait que la thérapie fonctionnelle entraîne une altération de la fonction des muscles masticateurs ainsi que celle des muscles du cou. La modification des fonctions musculaires provoque une altération de l'angle de lordose cervicale et de la relation cranio-cervicale.

Les résultats suggèrent qu'une thérapie fonctionnelle de classe II squelettique par propulsion mandibulaire semble causer une augmentation de l'angle de lordose cervicale, vraisemblablement due à une inclinaison du segment supérieur et une extension de la tête sur le rachis cervical. Ce changement postural est observé même si l'appareil est retiré de la bouche (86).

À l'inverse, Ohnmeiss et *al.*, dans une étude céphalométrique rétrospective, concluent que la colonne vertébrale cervicale est plus droite après une phase d'orthopédie avec appareil fonctionnel. Ils suggèrent cependant que ce redressement pourrait être le résultat de la croissance physiologique et non une réponse au traitement. Il semble que l'avancement de la mandibule ait un impact sur le redressement du rachis cervical. D'un point de vue orthopédique, un tel redressement est compatible avec la croissance physiologique et semble souhaitable. Les changements observés pourraient être dus à la combinaison de l'effet du traitement orthopédique et de la croissance continue indépendante du traitement effectué (87).

Smailienė étudie l'effet d'un traitement orthopédique avec un appareil Twin-Block sur la posture corporelle. Vingt-trois enfants étaient examinés orthopédiquement (analyse de la forme du dos à partir de photographies) (*fig. 26*) et orthodontiquement (analyse céphalométrique) avant le traitement et 10 à 14 mois après (88).

L'analyse des changements de la posture du corps montre le redressement du profil du dos et la réduction statistiquement significative de toutes les mesures étudiées au cours du traitement : l'angle de cyphose, l'angle de lordose, l'inclinaison du thorax supérieur, l'inclinaison pelvienne et l'angle cranio-cervical. Cependant, en l'absence d'un groupe témoin, l'étude ne peut que supposer que les modifications observées soient une expression de la croissance physiologique plutôt que celle d'une amélioration de l'occlusion secondaire au port de l'appareillage.

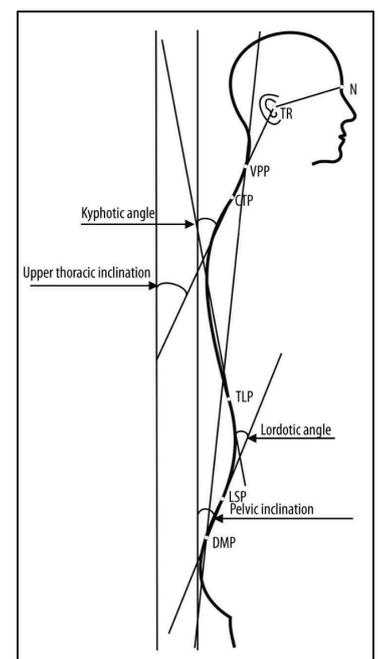


Figure 26 : Examen orthopédique

Bazert (2008) cherche à mettre en évidence, de manière expérimentale, les modifications de la posture orthostatique survenues lors du port successif de 3 orthèses imposant une avancée mandibulaire plus ou moins importante : aucune propulsion mandibulaire et avancée mandibulaire correspondant à 45% et à 90% environ de la propulsion maximale. Les gouttières occlusales ainsi conçues s'apparentent aux dispositifs utilisés en ODF : les activateurs de propulsion mandibulaire. Leurs effets sont enregistrés à l'aide d'une plateforme de stabilométrie. L'expérience est réalisée chez des adultes.

Chaque orthèse est portée 40 minutes, au cours desquelles un enregistrement stabilométrique est réalisé toutes les 10 minutes, soit 5 enregistrements. Entre chaque test de 40 minutes une pause de 15 minutes est observée.

Les trois orthèses testées provoquent une perturbation de la statique générale et un repositionnement plus postérieur du CdP. De plus, par rapport à la situation sans orthèse, les modifications posturales n'apparaissent pas dès l'insertion de l'orthèse mais après 10 minutes de port. Ainsi, une propulsion mandibulaire de forte amplitude peut entraîner des perturbations posturales telles qu'une difficulté augmentée au maintien de l'équilibre orthostatique, une position plus postérieure du corps et des modifications des courbures rachidiennes. Les activateurs de propulsion mandibulaire, performants sur le plan orthopédique, seraient peut-être des dispositifs à risque lésionnel sur le plan postural. Pour une meilleure intégration posturale, il semblerait plus indiqué d'opter pour une propulsion mandibulaire progressive.

La propulsion de la mandibule secondaire au traitement modifie également la position de l'os hyoïde entraînant une antériorisation de la position linguale et donc une augmentation de la perméabilité des voies aériennes.

Pour des raisons éthiques, la majorité des études n'inclut pas de groupe témoin. Il est alors impossible de conclure de manière certaine que les modifications observées suite au traitement orthopédique soient directement liées à l'effet de l'appareil indépendamment de la croissance physiologique de l'enfant.

De nombreux auteurs mettent en évidence une interrelation étroite entre la posture cranio-faciale et le modèle de croissance cranio-faciale de l'enfant. Les enfants avec un angle cranio-cervical important et une position verticale de la colonne cervicale supérieure présentent un schéma de croissance faciale plus vertical que les enfants avec un petit angle cranio-cervical et une inclinaison vers l'arrière du rachis cervical supérieur (89,90).

L'augmentation de la divergence cranio-mandibulaire qui accompagne la propulsion mandibulaire des appareillages semble prendre une part non négligeable dans la réponse posturale, tant au niveau de l'extrémité céphalique que de l'équilibre général. L'utilisation d'appareil de propulsion mandibulaire induit très souvent une divergence maxillo-mandibulaire, une augmentation de l'inclinaison de la mandibule par rapport à la base du crâne et une augmentation de la hauteur faciale antérieure. Cette augmentation du sens vertical de la face lors de l'avancée mandibulaire pourrait s'accompagner, comme observé avec la pose de cales occlusales, de changements dans la relation cranio-cervicale, d'une extension de la tête par rapport au rachis cervical (91).

À la vue de ces observations, il est donc indispensable de rester prudent face aux conclusions de certaines études mettant en avant les effets directs des appareils orthopédiques, visant à corriger les dysmorphoses sagittales, sur la posture. En effet, n'agissant pas uniquement sur la dimension sagittale, les modifications posturales observées suite à ces traitements pourraient être dues à leurs effets sur la musculature oro-cervico-faciale, aux changements de la dimension verticale, à la variation de perméabilité des voies aériennes supérieures voire même à l'association de tous ces facteurs.

### **3.2.2 Les traitements des classes III**

Licciardello et Carnemolla s'intéressent aux changements de position de l'os hyoïde et aux changements posturaux après traitement orthopédique de classe III par fronde mentonnière et masque facial de Delaire. Les résultats mettent en évidence des modifications dans la position de l'os hyoïde caractérisées par un déplacement vers le bas associé à une diminution des distances entre la mandibule, la colonne vertébrale et l'os hyoïde. L'examen postural révèle une inclinaison postérieure du rachis cervical ; dans le groupe « fronde mentonnière », les auteurs observent une hypoextension de la tête.

Ces observations pourraient suggérer que l'os hyoïde agit comme un « organe de la respiration ». La variation de sa position, signe d'un nouvel équilibre musculaire, devrait contribuer à maintenir la perméabilité des voies aériennes supérieures notamment dans le groupe « fronde mentonnière » (92).

### ***3.3 Les liens entre les thérapeutiques orthodontiques et la posture***

Peu d'études se sont penchées sur l'effet des appareillages multi-attaches ainsi que des moyens ou auxiliaires (cales, tractions interarcades...) mis en œuvre dans le cadre d'un traitement d'orthodontie sur la posture.

- Les tractions interarcades (TIA)

L'utilisation des tractions interarcades, couramment employées dans la correction des malocclusions, exercent une action sur les articulations temporo-mandibulaires. Les élastiques interarcades de classe III provoquent peu de tensions sur les ATM. Au contraire, les TIM de classe II entraînent des tensions plus importantes sur la zone articulaire (93). Or, comme vu précédemment, la proprioception de l'appareil manducateur dépend en partie de l'ATM. Ainsi, par extension il serait envisageable de penser que l'action des TIA aurait une influence sur la posture via des modifications des tensions intra articulaires secondaires au port prolongé de ces auxiliaires.

Des modifications du complexe temporo-mandibulaire peuvent refléter des ajustements dans l'ensemble du système musculaire, interférant avec la position de la tête et de la ceinture scapulaire, provoquant des changements posturaux pouvant altérer la mécanique posturale.

De plus, il faut noter qu'un effet lié au port de ces élastiques est l'augmentation de la dimension verticale faciale, qui, nous le savons, induit des modifications posturales caractérisée par une extension de la tête. Cependant, la plupart des études s'intéresse à l'implication possible des tractions interarcades dans la genèse des dysfonctions mais peu à leur influence sur la posture.

- Les cales occlusales

Les cales de désocclusion sont fréquemment utilisées en ODF pour faciliter la thérapeutique orthodontique. La mise en place de cales occlusales provoque un contact restreint lors de l'occlusion et un déplacement de la mandibule susceptible d'influencer la posture.

La mise en place de ces cales induit une modification neuro-musculaire entraînant un changement dans les informations proprioceptives muqueuses, desmodontales, musculaires et articulaires ainsi qu'un allongement musculaire.

Elles peuvent être placées plus ou moins antérieurement selon la typologie du patient. Il semble que l'impact proprioceptif soit différent selon que les cales soient en position antérieure, au niveau incisif ou postérieure, au niveau molaire.

De la même façon que pour les élastiques intermaxillaires, l'augmentation de la dimension verticale de la face observée suite à la pose de cales occlusales pourrait s'accompagner d'une extension céphalique par rapport au rachis cervical. Une modification dans la dimension sagittale, caractérisée par la rotation postérieure de la mandibule, pourrait également être observée.

Une étude stabilométrique cherche à évaluer si l'impact postural est plus important selon que les cales sont placées antérieurement ou postérieurement. Une modification de la position du CdP sur l'axe antéro-postérieur, en fonction de la position des cales, est mise en évidence. Le CdP est projeté plus vers l'avant pour les cales postérieures par rapport aux cales antérieures. De plus, ce changement n'est observé qu'en position yeux ouverts, ce qui suggère que l'effet sur la posture antigravitaire s'exerce via l'oculomotricité. En position yeux fermés, la longueur du déplacement du CdP sur l'axe antéro-postérieur est plus importante suite à la mise en place des cales postérieurs. Ceci suggère qu'un coût énergétique plus important est nécessaire au contrôle de la posture orthostatique lorsque les cales sont postérieures. Les cales auraient donc un effet sur le contrôle de la posture antigravitaire.

- Les aligneurs

Il y a un manque d'investigations menées pour tester les effets des appareils orthodontiques sur les paramètres posturaux lors du traitement. Au cours des dernières décennies, un nombre croissant de patients ont exprimé le désir d'une alternative orthodontique esthétique et confortable aux appareils fixes : le traitement par aligneurs transparents (CAT : clear aligners treatment).

Des études récentes démontrent que les aligneurs sont capables d'atteindre des objectifs cliniques comparables à ceux obtenus avec des appareils fixes (94).

Face à l'avènement de ces techniques, des auteurs cherchent à déterminer si les traitements orthodontiques avec Invisalign® modifiaient la posture au cours du traitement (95). Cette étude montre des modifications, après 6 mois de traitement orthodontique avec des aligneurs, de l'angle de la cyphose, de l'inclinaison du tronc supérieur et de l'inclinaison

pelvienne. La couverture occlusale causée par le traitement des aligneurs pourrait influencer la posture du corps non seulement pour les sections supérieures de la colonne vertébrale, mais aussi pour les sections inférieures du rachis. Nos résultats préliminaires semblent indiquer que les appareils orthodontiques, améliorant l'intercuspitation, peuvent affecter l'efficacité de la morsure pendant la fonction, entraînant ainsi des modèles de co-contractions neuromusculaires plus contrôlées produisant probablement une posture plus équilibrée (96).

Cependant cette étude est à propos de traitements de patients présentant une classe I avec dysharmonie-dento-maxillaire (DDM), ce qui s'éloigne de notre propos.

### ***3.4 Les liens entre les thérapeutiques ortho-chirurgicales et la posture***

Le recours à la chirurgie orthognatique s'impose lorsque les limites de l'orthopédie et de l'orthodontie sont dépassées et ne permettent plus l'accomplissement des objectifs thérapeutiques : obtention d'une occlusion fonctionnelle stable dans le respect du contexte parodontal et articulaire et rétablissement de l'harmonie du visage et du sourire (49).

Contrairement aux traitements orthodontiques et orthopédiques, les chirurgies orthognatiques du sens sagittal induisent des changements immédiats de la dimension antéro-postérieure.

Au cours de la phylogénèse, avec la verticalisation du corps, l'Homme a vu diminuer son prognathisme facial, son inclinaison cervicale et son bassin se verser antérieurement.

Dans les cas ortho-chirurgicaux, l'inverse est observé lors de l'avancée maxillaire dans les cas de classe III et surtout l'avancée mandibulaire dans les classes II avec une augmentation du prognathisme facial. Il apparaît alors une élévation de l'inclinaison antérieure cervicale et une rétroversion pelvienne peut-être compensatrices du positionnement plus antérieur de l'extrémité céphalique et impliquées dans le maintien des capteurs posturaux visuels et labyrinthiques dans leur orientation initiale.

De plus, les déplacements squelettiques sollicitent également le système musculo-articulaire cranio-facial et induisent des changements dans la position de l'os hyoïde, de la langue, du palais mou, et par conséquent des voies aériennes et de la posture (97).

Le déplacement des maxillaires par chirurgie orthognatique est donc à même de créer ou de corriger un déséquilibre postural.

Les études publiées portant sur l'impact des traitements ortho-chirurgicaux sont le plus souvent limitées à l'extrémité céphalique (10).

### **3.4.1 Les traitements des classes II**

Une chirurgie orthognatique de classe II, d'avancée mandibulaire ou bimaxillaire, entraîne une augmentation du diamètre des voies aériennes susceptible d'influer sur la posture céphalique. L'os hyoïde et le rachis cervical subissent une avancée conduisant à une hyperflexion de la tête (98).

Lorsque l'avancée mandibulaire est chirurgicale, Philips note une flexion de la tête par rapport à la verticale et au rachis cervical (99). Valk observe une position plus antérieure de la tête initiée depuis la partie la plus basse du rachis cervical. Lors de l'avancée mandibulaire, la distance entre le point menton et l'os hyoïde devient plus grande ; il y a une augmentation de la tension du groupe musculaire supra-hyoïdien qui est transférée aux muscles infra-hyoïdiens. Une force antéfléchissante est alors exercée sur le crâne induisant une inclinaison de la tête. La perturbation de l'équilibre de la tête entraîne une activité des muscles extenseurs du cou pour contrer l'antéflexion de la tête au moyen du réflexe tonique du cou (100).

L'interaction entre les informations sensorielles proprioceptives des récepteurs articulaires du rachis cervical supérieur, soutenue par l'appareil vestibulaire et les systèmes oculaires, influence le maintien de la posture de la tête et active le contrôle oculomoteur afin de permettre une vision horizontale.

Achilleos et *al.* observent également une hyperflexion cervicale après une ostéotomie sagittale bilatérale d'avancée mandibulaire et une verticalisation de la colonne cervicale (101).

### 3.4.2 Les traitements des classes III

L'ostéotomie sagittale bilatérale est l'une des procédures chirurgicales les plus utilisées pour la correction des dysmorphoses squelettiques de classe III. Elle est, aujourd'hui, le plus souvent associée à une chirurgie du maxillaire ; on parle alors de chirurgie bimaxillaire.

Après une chirurgie orthognatique de recul mandibulaire par ostéotomie sagittale bilatérale (BSSO), l'os mandibulaire, la langue, l'os hyoïde et l'épiglotte reculent, entraînant un rétrécissement de l'espace pharyngé des voies aériennes (102–104). Ainsi, en raison d'une diminution post-opératoire des voies aériennes et plus spécifiquement les segments supérieur et inférieur des voies respiratoires oropharyngées, des auteurs mettent en évidence une augmentation de l'angle cranio-vertébral, autrement dit une posture céphalique plus en extension (105–107). Cette adaptation posturale est la réponse naturelle à un rétrécissement de l'espace aérien pharyngé.

Vig et *al.* sont parmi les premiers à montrer que l'obstruction nasale totale entraîne une extension progressive de la tête alors que l'élimination de celle-ci permet le retour de la tête dans une position "physiologique" (108). Cependant, Solow et *al.* ne rapportent aucune corrélation significative entre l'obstruction des voies aériennes et la position de la tête (109).

De nombreux travaux portent sur l'influence des chirurgies orthognatiques chez des patients en classe III associée à un prognathisme mandibulaire sur la posture céphalique, la position de l'os hyoïde et la perméabilité des voies aériennes. La plupart de ces études s'appuyant sur une analyse céphalométrique 2D ou 3D, l'étude posturale se limite aux régions céphalique et cervicale.

Les auteurs mettent en évidence un déplacement de l'os hyoïde en bas et en arrière, une augmentation de l'angulation cranio-faciale et une diminution de la perméabilité des voies aériennes. De plus, une tendance à la récurrence est observée à moyen et long terme avec un repositionnement de l'os hyoïde en haut et en avant (105,106,110). Aydemir, quant à lui, ne note aucun changements significatifs dans la posture cranio-cervicale et la position de l'os hyoïde 1 an après la chirurgie de classe III, quelle que soit la technique employée (111).

Kim et *al.* s'intéressent aux changements de la posture céphalique et du volume des voies respiratoires pharyngées après chirurgie bimaxillaire chez des patients en classe III associée à un prognathisme mandibulaire en utilisant l'imagerie 3D. Six mois après l'intervention, les auteurs observent une augmentation significative de l'angle cranio-cervical. Le volume total des voies respiratoires pharyngiennes diminue 6 mois après la chirurgie, cependant cette diminution n'est pas statistiquement significative. Une diminution volumétrique significative est observée au niveau des voies aériennes naso-oro-pharyngiennes alors que le volume des voies aériennes hypo-pharyngiennes enregistre une légère augmentation. L'augmentation de l'angle cranio-cervical est corrélée aux changements volumétriques des voies aériennes hypopharyngées et pharyngiennes totales. L'augmentation de l'inclinaison du plan occlusal qui résulte de l'impaction postérieure maxillaire et du retrait mandibulaire peut entraîner l'extension de la posture de la tête et une légère augmentation du volume des voies aériennes hypopharyngées. Ainsi, la chirurgie bimaxillaire entraîne une modification de la posture céphalique et une légère diminution du volume des voies respiratoires pharyngiennes.

L'extension significative de la posture de la tête mise en évidence après une chirurgie orthognatique est en adéquation avec des études antérieures (99,112,113).

Des études plus anciennes montrent que le volume des voies respiratoires pharyngées postopératoires diminue après une chirurgie de recul mandibulaire avec ou sans chirurgie maxillaire ; cependant, la réduction est plus marquée chez ceux traités par une chirurgie de recul mandibulaire seule (114,115). Une raison possible est que la quantité de recul mandibulaire est moindre lors d'une chirurgie bimaxillaire qu'au cours d'une chirurgie de recul mandibulaire seul. Une autre raison pourrait être l'effet de l'avancement du muscle vélopharyngé suivant l'ostéotomie de Lefort I (116).

Chen et *al.* (2007) recommandent, si possible, de privilégier une chirurgie bimaxillaire plutôt qu'une chirurgie de retrait mandibulaire seule afin de prévenir le rétrécissement des voies respiratoires pharyngiennes. Aydemir et *al.* concluent également que parmi les différentes techniques chirurgicales de traitement des classes III, les opérations de recul mandibulaire seul entraînent la diminution volumétrique des voies respiratoires pharyngiennes la plus conséquente. Les chirurgies bimaxillaires diminuent cet effet et

devraient être préférées lors de la planification de ce type d'intervention. De plus, les opérations d'avancement maxillaire ont un effet d'élargissement sur les voies aériennes pharyngées (111).

Achilleos et *al.* rapportent qu'une augmentation de l'angle cranio-cervical après une chirurgie de retrait mandibulaire a fourni un mécanisme compensatoire pour maintenir le volume des voies aériennes pharyngées (101).

En 2015, Cho et *al.* évaluent le changement de la position naturelle de la tête des patients après ostéotomie de recul mandibulaire dans le traitement d'une classe III squelettique associé à un prognathisme mandibulaire en comparaison à des patients en classe I ayant reçu un traitement orthodontique conventionnel. Les auteurs observent un changement minime ou nul de la position naturelle de la tête chez les patients en classe I. À l'inverse, les patients en classe III ayant subi une chirurgie de recul mandibulaire présentaient un changement de position de tête après la chirurgie caractérisée par une extension (117).

Le recul chirurgical de la mandibule diminue l'espace des voies respiratoires pharyngiennes (101,112,118) et les ventilateurs buccaux tendent à étendre leur tête pour élargir leurs voies respiratoires (119,120). Ainsi, l'extension de la tête observée dans le groupe "chirurgie de recul mandibulaire" peut être secondaire à la diminution de diamètre des voies aérifères.

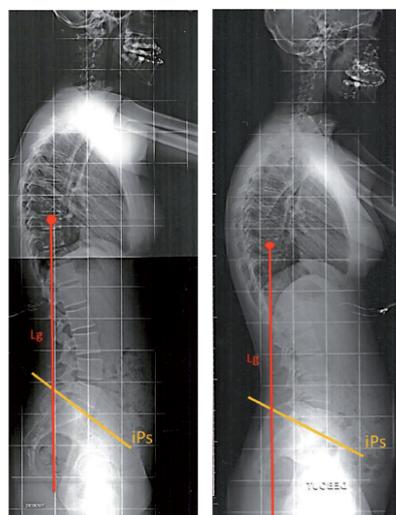
Il ne faut pas oublier le rôle des fonctions oro-faciales et plus particulièrement celui de la ventilation, repris et évalué dans plusieurs travaux, sur l'équilibre postural.

En effet, l'amélioration des voies respiratoires nasopharyngées concomitante aux traitements des dysmorphoses influence également les postures céphalique et générale du corps.

Sinko et *al.* s'intéressent à l'influence de la chirurgie orthognatique sur la posture générale à travers l'étude de la colonne vertébrale utilisant la raster-stéréographie. L'hypothèse est que si l'occlusion et la posture sont interdépendantes, alors les plus grandes variations posturales seraient observées dans les dysmorphoses sévères de classes II et classes III. Ils ne mettent cependant en évidence aucune modification posturale du corps après chirurgie orthognatique. De plus, cette étude montre que des facteurs autres que l'occlusion ou la dysmorphose jouent un rôle plus important dans la posture de la tête et du corps.

Comme vu précédemment, il existe des preuves solides que des obstacles respiratoires (hypertrophie amygdalienne, allergies...) entraînent une ventilation orale ayant des répercussions sur la posture cranio- cervicale. En effet, la présence d'une classe II ne serait pas systématiquement associée à une posture déplacée antérieurement. Un patient en classe III présentant par exemple une hypertrophie des amygdales l'obligeant à adopter une ventilation orale, peut présenter une posture plus antérieure qu'un patient en classe II avec une respiration nasale sans entrave (59).

Kulczynski, quant à lui, observe des modifications posturales suite à un traitement ortho-chirurgical. Son travail repose sur l'étude photogrammétrique de la posture du corps de patients en classe III traités par chirurgie bimaxillaire *versus* un groupe témoin de patients en classe III non opérés. Les mesures sont prises 1 mois avant l'intervention puis 4 mois après. Dans cette étude, les principaux changements posturaux associés à la chirurgie orthognatique bimaxillaire se manifestent par une posture de la tête en arrière avec une correction de la lordose cervicale. De plus, une réduction du déplacement antérieur du tronc est observée, permettant un réalignement de la posture. La chirurgie orthognatique de recul mandibulaire entraîne un déplacement postérieur du menton et une réduction de la tension des muscles supra-hyoïdiens, invalidant le mécanisme de traction antérieure du cou et de la tête. La correction de la classe III a eu une influence significative sur les ajustements posturaux de la tête, de la région cervicale et du tronc. Les effets observés le sont à court terme, il serait intéressant de les analyser à plus long terme (121).



*Figure 27 : Correction d'une classe III par chirurgie bimaxillaire. Rétroversion du bassin et diminution de l'inclinaison du plateau sacré en post-chirurgical avec positionnement plus postérieur de la ligne de gravité corporelle (9).*

Une étude radiographique portant sur l'influence des chirurgies orthognatiques de classe II, principalement par avancée mandibulaire, et de classe III, essentiellement par avancée maxillaire, montrent une diminution de la pente sacrée. Autrement dit, une rétroversion du bassin pouvant être expliquée par le déplacement antérieur du centre de gravité facial suite à l'avancée du maxillaire ou de la mandibule (9).

Les changements posturaux observés suite aux traitements orthopédiques et ortho-chirurgicaux semblent être, pour la plupart, la conséquence d'une amélioration de la perméabilité des voies aérifères secondaire au traitement de la dysmorphose.

De plus, la chirurgie orthognatique a une influence sur le bien-être psychologique des patients en particulier ceux présentant une classe III squelettique. Wenzel et *al.* évoquent également les avantages psychosociaux d'une chirurgie orthognatique à savoir une confiance en soi améliorée encourageant les patients à lever la tête (112,122).

La chirurgie orthognatique aurait bien des conséquences posturales cervicale et céphalique. Ces modifications seraient retrouvées quelle que soit la dysmorphose sagittale ou la chirurgie pratiquée.

Plusieurs explications quant aux origines possibles de ces modifications posturales sont mises en évidence : la nécessité du maintien d'une perméabilité aérienne, le rôle de la musculature environnante ainsi que l'aspect psychologique d'une telle chirurgie.

Malgré le manque de données scientifiques sur l'influence des traitements ortho-chirurgicaux sur la posture générale, tout porte à penser qu'elle existe. En effet, l'ensemble des segments corporels étant liés et le rachis cervical faisant partie de la colonne vertébrale, un impact limité à la portion cervico-céphalique paraît peu probable.

- Les modifications musculaires au niveau supérieur, secondaires à la chirurgie entraîne l'apparition d'un déséquilibre. Des compensations musculaires descendantes devraient être nécessaires au maintien de l'équilibre postural.
- Les modifications esthétiques ayant un impact psycho-social devraient, par modification du schéma corporel, engendrer des modifications posturales plus générales.
- Le déplacement des mâchoires doit aboutir à un déplacement du centre de gravité du massif céphalique. Des compensations au niveau des différents segments

corporels semblent nécessaires à la stabilisation du corps dans son ensemble. Cette constatation rejoint les travaux de Bricot qui dans les cas de prognathisme mandibulaire par exemple, observe une position plus postérieure du corps.

**Peu de travaux renseignent sur l'influence à distance des grands déplacements mandibulaires. Il est indispensable de mieux évaluer les effets des traitements au-delà de l'extrémité céphalique afin de diminuer leur potentiel iatrogène éventuel et pour mieux cerner l'influence bénéfique de ces thérapeutiques. De plus, les traitements par « propulsion progressive », orthopédiques, ou ceux par « propulsion d'emblée de grande amplitude », chirurgicaux, pourraient avoir un impact postural différent.**

## CONCLUSION

L'orthopédie dento-faciale s'adressant autant à l'individu qu'à sa face, à sa posture qu'à son occlusion, il apparaît légitime de souhaiter évaluer l'incidence clinique de nos traitements sur la posture. Il semble fondé de vouloir intégrer le facteur postural lors de la définition de nos objectifs thérapeutiques et des critères d'évaluation correspondants (13).

La prise en compte de l'équilibre postural dans l'étiologie des dysmorphoses et dans les objectifs de traitement est essentielle. Elle doit ainsi éviter d'être iatrogène chez les patients à risque postural, participer à augmenter la stabilité des corrections effectuées et peut même permettre, par une approche pluridisciplinaire et plus globale, la réduction d'autres pathologies jusqu'alors non associées (14).

Une prise en charge globale de nos patients se heurte à la segmentation de la connaissance médicale en spécialités. Pour suivre le conseil de René Dubos et « penser globalement, agir localement », il nous est indispensable de travailler en étroite collaboration avec les autres disciplines de santé et d'associer ouverture d'esprit, pragmatisme et rigueur scientifique.

Si une amélioration du contrôle postural est probable après un traitement d'orthopédie dento-faciale, des perspectives sont envisageables dans le domaine du sport de haut niveau où les performances sportives pourraient être améliorées dans des disciplines où la posture et/ou la stabilisation du regard jouent un rôle prépondérant.

Milani et *al.* ont déclaré que « la plupart des idées sur l'occlusion reposent davantage sur des croyances que sur la preuve. Il ne faut pas penser que tous les troubles occlusaux ont des répercussions sur la posture » (123).

## Table des illustrations

Figure 1 : L'Homme global.....	14
Figure 2: Système Postural d'Aplomb (Dr. Dupiellet, 2016).....	15
Figure 3 : Schéma du système postural : ses entrées, sa commande, ses sorties (10).....	16
Figure 4 : A. Correspondance des centres de gravité des différents segments corporels sur la ligne de gravité. B. Adaptation posturale à un déséquilibre. Décentrage des centres de gravité, mobilisation des segments les uns par rapport aux autres pour conserver l'équilibre sous l'action d'effecteurs musculaires. (D'après Bouisset (12)).....	17
Figure 4 : Le circuit d'intégration et de réponse posturale (9).....	18
Figure 6 : Le labyrinthe vestibulaire d'après Purves et al. (2005).....	21
Figure 7 : Les capteurs proprioceptifs de l'entrée podale.....	23
Figure 8 : Schéma de l'oeil.....	24
Figure 9 : Influence réciproque du système postural sur l'appareil manducateur.....	26
Figure 10 : Trépied oral de la morphologie, la fonction et la posture (32).....	30
Figure 11 : Schématisation des relations entre le système trigéminal et les noyaux vestibulaires (à gauche) et du contrôle vestibulo-spinal et segmentaire de la motricité (à droite) (inspiré de Dupui, 2003 (37)).....	34
Figure 12 : Schéma de l'équilibre cranio-facial d'après Brodie (38).....	36
Figure 13 : La représentation de la verticalité occupe une place centrale dans la sensori-motricité.....	40
Figure 14 : Examen postural dans les 3 sens de l'espace (Bricot). Plan frontal de haut en bas : ligne bipupillaire, ligne bitragale, ligne bicommissurale, ceinture scapulaire, ceinture pelvienne, ligne bistyloïdienne.....	43
Figure 15 : Examen de la posture cranio-cervicale.....	44
Figure 16 : Plateforme stabilométrique Technoconcept® Stabilotest© et exemple de statokinésigramme.....	46
Figure 17 : (a) Raster-stéréographie: le processus de mesure est basé sur la photogrammétrie ; (b) Une reconstruction de surface raster-stéréographique du profil de dos d'un patient: profils transversaux et lignes de symétrie ; (c) Projection latérale de la ligne médiane de la colonne vertébrale basée sur la reconstruction de la surface en trois dimensions (Lippold et al.).....	47
Figure 18 : Exemple de l'analyse d'un patient (Lippold et al.).....	47
Figure 19 : Anomalies posturales d'un sujet ventilateur buccal.....	49
Figure 20 : : Tracé céphalométrique et variables angulaires.....	51
Figure 21 : Influences réciproques : Classe I d'après Bricot (2004).....	54
Figure 22 : Influences réciproques : Classe II d'après Bricot (2004).....	54
Figure 23 : Influences réciproques : Classe III d'après Bricot (2004).....	55
Figure 24: Sur la base des résultats de cette étude, deux types différents de profils dorsaux sont présentés comme modèles : (a) un modèle cranio-facial plus distal et plus vertical (classe II) avec augmentation des angles thoracique supérieur, lombo-lordotique, et pelvien ; (b) un modèle plus mésial et horizontal avec une diminution des angles thoracique supérieur, lombo-lordotique et pelvien.....	56
Figure 25: Arbre orthopédique par Nicolas Andry (1741). Le jeune arbre déformé est redressé symboliquement par une légère pression.....	62
Figure 26 : Examen orthopédique.....	64
Figure 27 : Correction d'une classe III par chirurgie bimaxillaire. Rétroversion du bassin et diminution de l'inclinaison du plateau sacré en post-chirurgical avec positionnement plus postérieur de la ligne de gravité corporelle (9).....	74

## Références bibliographiques

1. Journée française de posturologie clinique, Lacour M, Gagey P-M, Weber B, éditeurs. Posture et environnement. Montpellier: Sauramps médical; 1997.
2. Korbmacher H, Eggers-Stroeder G, Koch L, Kahl-Nieke B. Correlations between dentition anomalies and diseases of the of the postural and movement apparatus--a literature review. J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie Organ Official J Dtsch Ges Für Kieferorthopädie. mai 2004;65(3):190-203.
3. Solow B, Sonnesen L. Head posture and malocclusions. Eur J Orthod. déc 1998;20(6):685-93.
4. Balters W. Die Wirbelsäule aus der Sicht des Zahnartztes. Zahnärzt Mitt. 1964;9:408-12.
5. Gagey PM, Weber BP. Régulation et dérèglements de la station debout. 4e éd. Paris, Masson; 2004.
6. Clauzade M. Orthoposturodentie. Actual Odonto-Stomatol. déc 2007;(240):387-405.
7. VILLENEUVE P. Régulation du tonus postural par informations podales. Rev Podol. juin 1989;(N° 49):p54.
8. FOISY A, sont les conséquences des Épines Q. Irritatives d'Appui Plantaire Inconscientes sur l'état de santé. Rev Litt COE Paris. 2011;
9. Bazert C, Vidal D, Okeily ME. Bipédie, équilibre sagittal pelvi-rachidien et développement cranio-facial. Rev Orthopédie Dento-Faciale. 49(1):21-34.
10. Bazert C, Gouzland T, Okeily ME. Intégration de la posture dans les thérapeutiques ortho-chirurgicales. Rev Orthopédie Dento-Faciale. 1 avr 2016;50(2):167-82.
11. Benjuya N, Melzer I, Kaplanski J. Aging-induced shifts from a reliance on sensory input to muscle cocontraction during balanced standing. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2004;59(2):M166–M171.
12. Misery L. La peau neuronale: les nerfs à fleur de peau. Ellipses Marketing; 2000. 94 p.
13. Amblard B, Carblanc A. Rôle des informations fovéales et périphériques dans le maintien de l'équilibre postural chez l'homme. Agressologie. 1978;19:21–22.
14. Richard C. Orientation du corps et représentations de l'espace: études chez le sujet sain et le patient négligent [Thèse de doctorat]. [Lyon, France]: Université Claude Bernard;
15. Purves D, éditeur. Neuroscience. 3rd ed. Sunderland, Mass: Sinauer Associates, Publishers; 2004. 1 p.
16. Marieb EN, Lachaine R, Moussakova L, Marieb EN. Anatomie et physiologie humaines. Saint-Laurent, Québec: Éditions du Renouveau pédagogique; 2005.
17. Richard D, Orsal D. Neurophysiologie.: Tome 2, Motricité et grandes fonctions du système nerveux central. Dunod; 2000. 255 p.
18. Jami L. Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: functional properties and central actions. Physiol Rev. juill 1992;72(3):623-66.
19. Villeneuve P. Coord. Le Pied, Organe de L'Équilibration. Coord Pied Equilibre E Posture Paris Éditions Frison-Roche. 1996;21–32.
20. Nitz AJ, Peck D. Comparison of muscle spindle concentrations in large and small human epaxial muscles acting in parallel combinations. Am Surg. mai 1986;52(5):273-7.
21. Asseman F, Gahéry Y. Effect of head position and visual condition on balance control in inverted stance. Neurosci Lett. 28 févr 2005;375(2):134-7.
22. Jahn K, Strupp M, Krafczyk S, Schüller O, Glasauer S, Brandt T. Suppression of eye movements improves balance. Brain J Neurol. sept 2002;125(Pt 9):2005-11.

23. Bocquet E, Doual A. Troubles d'occlusion, troubles temporo-mandibulaires, troubles de posture. Lille, France; 2004. 162 p.
24. Baldini A, Nota A, Tripodi D, Longoni S, Cozza P. Evaluation of the correlation between dental occlusion and posture using a force platform. *Clin Sao Paulo Braz. janv 2013;68(1):45-9.*
25. Gault I. Corrélations entre traitement orthodontique et posture. *Rev Orthopédie Dento-Faciale.* 1 déc 2008;42(4):405-26.
26. Lecaroz P. Système stomatognathique et système postural: les dents de l'homme debout. Montpellier: Sauramps médical; 2010.
27. Hartmann F. Les dysfonctions cranio-mandibulaires (SADAM): nouvelles implications médicales. Paris; New York: Springer-Verlag; 1993.
28. Dupas P-H. Le Dysfonctionnement cranio-mandibulaire. [Internet]. 2016 [cité 12 févr 2018]. Disponible sur: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=1423276>
29. Gangloff P. Influence de la proprioception cranio-faciale sur le contrôle postural et la stabilisation du regard [Internet]. Nancy 1; 2002 [cité 22 mars 2018]. Disponible sur: <http://www.theses.fr/2002NAN10228>
30. Meyer J, Baron JB. Participations des afférences trigéminales à la régulation tonique posturale. Aspects statiques et dynamiques. *Agressologie.* janv 1976;17:33-40.
31. Bergamini M, Pierleoni F, Gizdulich A, Bergamini C. Dental occlusion and body posture: a surface EMG study. *Cranio J Craniomandib Pract.* janv 2008;26(1):25-32.
32. Bracco P, Deregibus A, Piscetta R, Ferrario G. Observations on the correlation between posture and jaw position: a pilot study. *Cranio J Craniomandib Pract.* oct 1998;16(4):252-8.
33. Boileau M-J, Sampeur-Tarrit M, Bazert C. Physiologie et physiopathologie de la mastication. *Datatraites122-40013* [Internet]. [cité 8 mai 2017]; Disponible sur: <http://www.em-consulte.com/en/article/52120>
34. Amouroux J, Pirel C, Millet C. Déglutitions atypiques et troubles posturaux. *Le Podologue.* :20-4.
35. Gangloff P, Perrin PP. Unilateral trigeminal anaesthesia modifies postural control in human subjects. *Neurosci Lett.* 20 sept 2002;330(2):179-82.
36. Gangloff P, Louis JP, Perrin PP. Dental occlusion modifies gaze and posture stabilization in human subjects. *Neurosci Lett.* 3 nov 2000;293(3):203-6.
37. Lacour M, Dupui P, Montoya R. Physiologie, techniques, pathologies: huitièmes journées françaises de posturologie clinique. Marseille: Solal; 2003.
38. Marchili N, Ortu E, Pietropaoli D, Cattaneo R, Monaco A. Dental Occlusion and Ophthalmology: A Literature Review. *Open Dent J.* 2016;10:460-8.
39. Lopez C, Lacour M, Borel L. Perception de la verticalité et représentations spatiales dans les aires corticales vestibulaires. *Bipédie Contrô Postural Représentation Corticale Marseille Solal.* 2005;35-86.
40. Jones GM, Berthoz A. Mental control of the adaptive process. *Rev Oculomot Res.* 1985;1:203-8.
41. Ohlmann T, Luyat M. La posture référencée et la posture source de références. *Nouv Conceptuelles Instrum Clin Marseille Solal.* 2001;
42. Jeannerod M, Biguer B. [Egocentric reference and represented space]. *Rev Neurol (Paris).* 1989;145(8-9):635-9.
43. Mailly J. Influence du système manducateur sur le maintien de la posture générale: effet d'une stimulation du muscle masséter [Thèse d'exercice]. [Lille, France]: Université du droit et de la santé;

44. Decocq P, Honoré J, Danguy M, Lawniczak H. Incidence de la proprioception mandibulaire sur la verticale subjective. *Neurophysiol Clin Neurophysiol.* oct 2011;41(4):213-4.
45. Robin P. Démonstration pratique sur la construction et la mise en bouche d'un nouvel appareil de redressement. *Rev Stomatol.* 1902;9:561-90.
46. van't Spijker A, Creugers NHJ, Bronkhorst EM, Kreulen CM. Body position and occlusal contacts in lateral excursions: a pilot study. *Int J Prosthodont.* avr 2011;24(2):133-6.
47. Wakano S, Takeda T, Nakajima K, Kurokawa K, Ishigami K. Effect of experimental horizontal mandibular deviation on dynamic balance. *J Prosthodont Res.* oct 2011;55(4):228-33.
48. Lippold C, Danesh G, Hoppe G, Drerup B, Hackenberg L. Trunk inclination, pelvic tilt and pelvic rotation in relation to the craniofacial morphology in adults. *Angle Orthod.* janv 2007;77(1):29-35.
49. Boileau M-J, Canal P. *Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte.* Issy-les-Moulineaux, France: Elsevier Masson; 2011. xvi+263.
50. Perinetti G, Contardo L. Posturography as a diagnostic aid in dentistry: a systematic review. *J Oral Rehabil.* 1 déc 2009;36(12):922-36.
51. Berryman F, Pynsent P, Fairbank J, Disney S. A new system for measuring three-dimensional back shape in scoliosis. *Eur Spine J.* mai 2008;17(5):663-72.
52. Walsh M, Breen AC. Reliability and validity of the Metrecom Skeletal Analysis System in the assessment of sagittal plane lumbar angles. *Clin Biomech.* 1 juin 1995;10(4):222-3.
53. Manfredini D, Castroflorio T, Perinetti G, Guarda-Nardini L. Dental occlusion, body posture and temporomandibular disorders: where we are now and where we are heading for. *J Oral Rehabil.* juin 2012;39(6):463-71.
54. Kulczynski FZ, Andriola F de O, Deon PH, Melo DA da S, Pagnoncelli RM. Postural Assessment in Class III Patients Before Orthognathic Surgery. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* févr 2018;76(2):426-35.
55. Drerup B, Hierholzer E. Automatic localization of anatomical landmarks on the back surface and construction of a body-fixed coordinate system. *J Biomech.* 1987;20(10):961-70.
56. Frobin W, Hierholzer E. Analysis of human back shape using surface curvatures. *J Biomech.* 1982;15(5):379-90.
57. Lippold C, Danesh G, Hoppe G, Drerup B, Hackenberg L. Sagittal Spinal Posture in Relation to Craniofacial Morphology. *Angle Orthod.* 1 juill 2006;76(4):625-31.
58. Ouhioun JL. Orthoposturodentie : apport de l'orthodontie sous gouttière. *Rev Orthopédie Dento-Faciale.* 1 sept 2008;42(3):289-322.
59. Sinko K, Grohs J-G, Millesi-Schobel G, Watzinger F, Turhani D, Undt G, et al. Dysgnathia, orthognathic surgery and spinal posture. *Int J Oral Maxillofac Surg.* avr 2006;35(4):312-7.
60. Ricketts RM. Respiratory obstruction syndrome. *Am J Orthod.* juill 1968;54(7):495-507.
61. Vig PS, Showfety KJ, Phillips C. Experimental manipulation of head posture. *Am J Orthod.* mars 1980;77(3):258-68.
62. Okuro RT, Morcillo AM, Sakano E, Schivinski CIS, Ribeiro MÂGO, Ribeiro JD. Exercise capacity, respiratory mechanics and posture in mouth breathers. *Braz J Otorhinolaryngol.* oct 2011;77(5):656-62.
63. Krakauer LH, Guilherme A. Relationship between mouth breathing and postural alterations of children: a descriptive analysis. *Int J Orofac Myol Off Publ Int Assoc Orofac Myol.* nov 2000;26:13-23.

64. Milanesi JM, Borin G, Corrêa ECR, da Silva AMT, Bortoluzzi DC, Souza JA. Impact of the mouth breathing occurred during childhood in the adult age: biophotogrammetric postural analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* août 2011;75(8):999-1004.
65. Sobotta J, Putz R, Pabst R, Putz R, Dhem A, éditeurs. *Tête, cou, membre supérieur*. 5. éd. Munich Vienne Baltimore: Urban et Schwarzenberg; 2010. 431 p. (Atlas d'anatomie humaine).
66. Sobotta J, Putz R, Pabst R, Dhem A, Gouazé A. *Atlas d'anatomie humaine. Tome 2, Tome 2.* Paris; Cachan: Technique & Documentation ; Editions médicales internationales; 2000.
67. Lippold C, Danesh G, Schilgen M, Drerup B, Hackenberg L. Sagittal jaw position in relation to body posture in adult humans--a rasterstereographic study. *BMC Musculoskelet Disord.* 31 janv 2006;7:8.
68. Bricot B. *La reprogrammation posturale globale.* Montpellier: Sauramps médical; 2009.
69. Solow B, Sandham A. Cranio-cervical posture: a factor in the development and function of the dentofacial structures. *Eur J Orthod.* oct 2002;24(5):447-56.
70. Huggare J. The first cervical vertebra as an indicator of mandibular growth. *Eur J Orthod.* févr 1989;11(1):10-6.
71. Huggare V, Å J, Michael S. C. Head posture and cervicovertebral anatomy as mandibular growth predictors. *Eur J Orthod.* 1 juin 1994;16(3):175-80.
72. D'Attilio M, Caputi S, Epifania E, Festa F, Tecco S. Evaluation of cervical posture of children in skeletal class I, II, and III. *Cranio J Craniomandib Pract.* juill 2005;23(3):219-28.
73. Doual JM, Ferri J, Laude M. The influence of senescence on craniofacial and cervical morphology in humans. *Surg Radiol Anat SRA.* 1997;19(3):175-83.
74. Huggare J. Postural disorders and dentofacial morphology. *Acta Odontol Scand.* déc 1998;56(6):383-6.
75. Lippold C, Danesh G, Schilgen M, Drerup B, Hackenberg L. Relationship between thoracic, lordotic, and pelvic inclination and craniofacial morphology in adults. *Angle Orthod.* sept 2006;76(5):779-85.
76. Michelotti A, Buonocore G, Manzo P, Pellegrino G, Farella M. Dental occlusion and posture: an overview. *Prog Orthod.* 2011;12(1):53-8.
77. Perinetti G. Dental occlusion and body posture: no detectable correlation. *Gait Posture.* oct 2006;24(2):165-8.
78. Nobili A, Adversi R. Relationship between posture and occlusion: a clinical and experimental investigation. *Cranio J Craniomandib Pract.* oct 1996;14(4):274-85.
79. Tardieu C, Dumitrescu M, Giraudeau A, Blanc J-L, Cheynet F, Borel L. Dental occlusion and postural control in adults. *Neurosci Lett.* 30 janv 2009;450(2):221-4.
80. Šidlauskienė M, Šmailienė D, Lopatienė K, Čekanauskas E, Pribušienė R, Šidlauskas M. Relationships between Malocclusion, Body Posture, and Nasopharyngeal Pathology in Pre-Orthodontic Children. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res.* 18 juin 2015;21:1765-73.
81. El H, Palomo JM. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* juin 2011;139(6):e511-521.
82. Yücel-Eroğlu E, Gulsen A, Uner O. Head posture in cleft lip and palate patients with oronasal fistula and its relationship with craniofacial morphology. *Cleft Palate-Craniofacial J Off Publ Am Cleft Palate-Craniofacial Assoc.* juill 2007;44(4):402-11.
83. Zúñiga C, Miralles R, Carvajal R, Ravera MJ, Contreras P, Cavada G. Comparative study between children with and without cleft lip and cleft palate, part 1: cephalometric analysis. *Cleft Palate-Craniofacial J Off Publ Am Cleft Palate-Craniofacial Assoc.* mai 2000;37(3):281-5.

84. Gouzland T, Fournier M. La rééducation oro-maxillo-faciale dans les protocoles chirurgico-orthodontiques. *Rev Orthopédie Dento-Faciale*. 50(1):21-40.
85. Andry de Boisregard N (1658-1742) A du texte. L'orthopédie, ou L'art de prévenir et de corriger dans les enfants les difformités du corps. Tome 1 / ... par M. Andry... [Internet]. Bruxelles: G. Friex; 1743 [cité 11 mars 2018]. Disponible sur: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9608501w>
86. Tecco S, Farronato G, Salini V, Di Meo S, Filippi MR, Festa F, et al. Evaluation of cervical spine posture after functional therapy with FR-2: a longitudinal study. *Cranio J Craniomandib Pract*. janv 2005;23(1):53-66.
87. Ohnmeiß M, Kinzinger G, Wesselbaum J, Korbmacher-Steiner HM. Therapeutic effects of functional orthodontic appliances on cervical spine posture: a retrospective cephalometric study. *Head Face Med*. 24 mars 2014;10:7.
88. Smailienė D, Intienė A, Dobradziejutė I, Kušleika G. Effect of Treatment with Twin-Block Appliances on Body Posture in Class II Malocclusion Subjects: A Prospective Clinical Study. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res*. 20 janv 2017;23:343-52.
89. Solow B, Siersbaek-Nielsen S. Growth changes in head posture related to craniofacial development. *Am J Orthod*. févr 1986;89(2):132-40.
90. Solow B, Siersbaek-Nielsen S. Cervical and craniocervical posture as predictors of craniofacial growth. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod*. mai 1992;101(5):449-58.
91. Miralles R, Moya H, Ravera MJ, Santander H, Zúñiga C, Carvajal R, et al. Increase of the vertical occlusal dimension by means of a removable orthodontic appliance and its effect on craniocervical relationships and position of the cervical spine in children. *Cranio J Craniomandib Pract*. juill 1997;15(3):221-8.
92. Licciardello V, Carnemolla ME. Positional changes of hyoid bone and cranio-cervical posture following class III orthopedic treatment. *Minerva Stomatol*. déc 2005;54(11-12):635-46.
93. De Carlos F, Cobo J, Macías Escalada E, Canut J. Les élastiques intermaxillaires des classes II et III exercent-ils une action sur les A.T.M ? Étude par la méthode des éléments finis. *Rev Orthopédie Dento-Faciale*. déc 2002;36(4):399-411.
94. Gu J, Tang JS, Skulski B, Fields HW, Beck FM, Firestone AR, et al. Evaluation of Invisalign treatment effectiveness and efficiency compared with conventional fixed appliances using the Peer Assessment Rating index. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod*. févr 2017;151(2):259-66.
95. Parrini S, Comba B, Rossini G, Ravera S, Cugliari G, De Giorgi I, et al. Postural changes in orthodontic patients treated with clear aligners: A rasterstereographic study. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol*. févr 2018;38:44-8.
96. Hellmann D, Stein T, Potthast W, Rammelsberg P, Schindler HJ, Ringhof S. The effect of force-controlled biting on human posture control. *Hum Mov Sci*. oct 2015;43:125-37.
97. Efendiyeva R, Aydemir H, Karasu H, Toygar-Memikoğlu U. Pharyngeal airway space, hyoid bone position, and head posture after bimaxillary orthognathic surgery in Class III patients: long-term evaluation. *Angle Orthod*. sept 2014;84(5):773-81.
98. Schendel SA, Epker BN. Results after mandibular advancement surgery: an analysis of 87 cases. *J Oral Surg Am Dent Assoc* 1965. avr 1980;38(4):265-82.
99. Phillips C, Snow MD, Turvey TA, Proffit WR. The effect of orthognathic surgery on head posture. *Eur J Orthod*. oct 1991;13(5):397-403.
100. Valk JWP, Zonnenberg AJJ, Maanen CJ van, Wonderen OGT van. The biomechanical effects of a sagittal split ramus osteotomy on the relationship of the mandible, the hyoid bone, and the cervical spine. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1 août 1992;102(2):99-108.

101. Achilleos S, Krogstad O, Lyberg T. Surgical mandibular setback and changes in uvuloglossopharyngeal morphology and head posture: a short- and long-term cephalometric study in males. *Eur J Orthod.* août 2000;22(4):383-94.
102. Greco JM, Frohberg U, Van Sickels JE. Long-term airway space changes after mandibular setback using bilateral sagittal split osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* avr 1990;19(2):103-5.
103. Muto T, Yamazaki A, Takeda S, Sato Y. Effect of bilateral sagittal split ramus osteotomy setback on the soft palate and pharyngeal airway space. *Int J Oral Maxillofac Surg.* mai 2008;37(5):419-23.
104. Tselnik M, Pogrel MA. Assessment of the pharyngeal airway space after mandibular setback surgery. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* mars 2000;58(3):282-5; discussion 285-287.
105. Marşan G, Oztaş E, Cura N, Kuvat SV, Emekli U. Changes in head posture and hyoid bone position in Turkish Class III patients after mandibular setback surgery. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg.* mars 2010;38(2):113-21.
106. Gu G, Gu G, Nagata J, Suto M, Anraku Y, Nakamura K, et al. Hyoid position, pharyngeal airway and head posture in relation to relapse after the mandibular setback in skeletal Class III. *Clin Orthod Res.* mai 2000;3(2):67-77.
107. Chen C-M, Lai S, Chen K-K, Lee H-E. Correlation between the Pharyngeal Airway Space and Head Posture after Surgery for Mandibular Prognathism [Internet]. *BioMed Research International.* 2015 [cité 16 févr 2018]. Disponible sur: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/251021/>
108. Vig PS, Rink JF, Showfety KJ. Adaptation of head posture in response to relocating the center of mass: A pilot study. *Am J Orthod.* 1 févr 1983;83(2):138-42.
109. Solow B, Siersbæk-Nielsen S, Greve E. Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. *Am J Orthod.* 1 sept 1984;86(3):214-23.
110. Lin X, Liu Y, Edwards SP. Effect of mandibular advancement on the natural position of the head: a preliminary study of 3-dimensional cephalometric analysis. *Br J Oral Maxillofac Surg.* oct 2013;51(7):e178-182.
111. Aydemir H, Memikoğlu U, Karasu H. Pharyngeal airway space, hyoid bone position and head posture after orthognathic surgery in Class III patients. *Angle Orthod.* nov 2012;82(6):993-1000.
112. Wenzel A, Williams S, Ritzau M. Changes in head posture and nasopharyngeal airway following surgical correction of mandibular prognathism. *Eur J Orthod.* 1 févr 1989;11(1):37-42.
113. Marşan G, Oztaş E, Cura N, Kuvat SV, Emekli U. Changes in head posture and hyoid bone position in Turkish Class III patients after mandibular setback surgery. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg.* mars 2010;38(2):113-21.
114. Degerliyurt K, Ueki K, Hashiba Y, Marukawa K, Nakagawa K, Yamamoto E. A comparative CT evaluation of pharyngeal airway changes in class III patients receiving bimaxillary surgery or mandibular setback surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* avr 2008;105(4):495-502.
115. Hong J-S, Park Y-H, Kim Y-J, Hong S-M, Oh K-M. Three-dimensional changes in pharyngeal airway in skeletal class III patients undergoing orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* nov 2011;69(11):e401-408.
116. Marşan G, Cura N, Emekli U. Soft and hard tissue changes after bimaxillary surgery in Turkish female Class III patients. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg.* janv 2009;37(1):8-17.
117. Cho D, Choi D-S, Jang I, Cha B-K. Changes in natural head position after orthognathic

- surgery in skeletal Class III patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* juin 2015;147(6):747-54.
118. Guilleminault C, Riley R, Powell N. Sleep Apnea in Normal Subjects following Mandibular Osteotomy with Retrusion. *CHEST.* 1 nov 1985;88(5):776-8.
119. Ricketts RM. Forum on the tonsil and adenoid problem in orthodontics Respiratory obstruction syndrome. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 juill 1968;54(7):495-507.
120. Linder-Aronson S. Respiratory Function in Relation to Facial Morphology and the Dentition. *Br J Orthod.* 1 avr 1979;6(2):59-71.
121. Kulczynski FZ, de Oliveira Andriola F, Deon PH, da Silva Melo DA, Pagnoncelli RM. Postural assessment in class III patients before and after orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg.* juin 2018;22(2):143-50.
122. Hunt OT, Johnston CD, Hepper PG, Burden DJ. The psychosocial impact of orthognathic surgery: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* nov 2001;120(5):490-7.
123. Milani RS, De Perièrè DD, Lapeyre L, Pourreyron L. Relationship between dental occlusion and posture. *Cranio J Craniomandib Pract.* avr 2000;18(2):127-34.

**MACQUET Céline**- p.86 ; ill.27 ; réf.123

**Domaines** : Orthopédie-Dento-Faciale

**Mots-clés Rameau**: Syndrome dysfonctionnel de l'appareil manducateur ; Malocclusion dentaire-Thérapeutique ; Troubles de la posture

**Mots-clés FMeSH**: Troubles craniomandibulaires ; Malocclusion dentaire-thérapie ; Troubles de la posture

**Mots-clés libres** : Dymorphose sagittale ; représentation spatiale

Le syndrome de Dysfonction Cranio-Mandibulaire rassemble les algies cranio faciales, les troubles oro-faciaux et incluent des signes posturaux. La relation liant la posture générale et le développement cranio-facial est mise en évidence dans la littérature, faisant état d'une relation entre l'appareil manducateur et des pathologies de la colonne vertébrale.

Nous abordons ici les conséquences des dymorphoses maxillo-mandibulaires du sens sagittal ainsi que leurs traitements orthopédiques, orthodontiques et ortho-chirurgicaux sur la posture.

Après avoir défini la relation occluso-visuo-posturale, nous abordons l'influence de la dymorphose squelettique sagittale sur la posture et la perception de l'espace. Les traitements de ces dymorphoses sont ensuite étudiés ainsi que leur influence posturale.

**JURY** :

**Président : Monsieur le Professeur Guillaume PENEL**

**Assesseurs : Madame le Docteur Emmanuelle BOCQUET  
Madame le Docteur Mathilde SAVIGNAT  
Monsieur le Docteur Philippe DECOCQ**