

**ÉTUDE DE L'INFLUENCE DE L'AVANCEMENT DE LA MANDIBULE SUR LA POSTURE GÉNÉRALE,  
soutenu par Mr Cédric BAZERT en 2008 (Bordeaux)**

Résumé détaillé par le Dr Norbert TEISSEIRE-Rhumatologue ANGERS

La propulsion mandibulaire perturbant l'équilibre hyo-cranio-mandibulaire, doit induire une adaptation posturale globale (influence sur la posture générale des orthèses d'avancement mandibulaire)

Une propulsion progressive ou une propulsion d'emblée de grande amplitude semblent avoir une efficacité orthopédique similaire mais pourraient avoir un impact postural différent.

A l'aide d'une plateforme de stabilométrie, l'auteur a étudié le comportement du centre d'appui podal (CdP) qui renseigne sur les oscillations du centre de gravité du corps, auquel il est généralement assimilé, et sur les efforts exercés par l'individu, debout, pour conserver son équilibre.

## **CHAPITRE 1**

Revue de littérature sur l'influence de modifications des rapports inter-maxillaires sur la posture de la tête et sur la posture générale

### **I Introduction:**

Les dispositifs assurant une propulsion mandibulaire, représentent une situation très perturbante au niveau neuro-musculaire en raison :

- d'une modification des relations spatiales du plan d'occlusion par rapport à la sangle musculaire élévatrice,
- d'un allongement musculaire, augmentant la tension passive des muscles,
- et d'un changement des influx sensoriels et proprioceptifs muqueux et desmodontaux, musculaires et articulaires.

En tenant compte d'étroites liaisons anatomiques et fonctionnelles existant avec des structures frontières (muscles, aponévroses, vertèbres cervicales, oreille interne, trachée...)

## **II. Influence d'une modification des rapports inter-maxillaires sur la posture de la tête et la posture générale : revue de littérature.**

## II.1 Perturbations dans le plan frontal :

II-1.1 : sur le plan articulaire : Festa (1997) lors d'une expérimentation menée chez le rat, met en évidence une incidence sur la scoliose, avec un effet réversible. Attilio (2005) démontre qu'une interférence occlusale unilatérale entraîne une déviation frontale du rachis.

1/3 des patients scoliotiques présente des asymétries faciales et/ou dentaires contre environ 10 à 15 % dans une population non atteinte (Prager, Huggar, etc.... )

II-1.2 Sur le plan musculaire : un support occlusal de 4mm suffit à induire un déséquilibre de l'activité des muscles du cou, sterno-cléido-mastoïdiens droit et gauche ; sur les muscles masticateurs (le muscle temporal homolatéral apparaît le plus actif (Valentino 1991). Et de plus une répercussion se manifeste sur l'activité des muscles de la jambe (muscle long fibulaire homolatéral, gastrocnémien controlatéral), muscles jouant un rôle essentiel dans l'équilibre orthostatique.

Sakaguchi (2007) observe que l'interposition d'une semelle sous le pied droit entraîne une augmentation des forces occlusales sur le côté droit en comparaison à la situation sans semelle interposée.

II.1.3 Au niveau stabilométrique: une étude de Michelotti (2006) modère toutefois l'influence du trouble occlusal sur la symétrie posturale générale

## II.2. Perturbations verticales :

II.2.1 Au niveau articulaire: globalement la mise en place d'une orthèse intermaxillaire d'écartement, apporte des modifications du port de la tête que l'on peut résumer ainsi :

*Chez les sujets dont la mandibule est peu inclinée par rapport à la base du crâne), sont associées une flexion de la tête sur le rachis cervical, une flexion de la tête par rapport à la verticale, une augmentation de la lordose cervicale et une diminution de l'inclinaison antérieure du rachis cervical par rapport à l'horizontale.*

*Les sujets présentant une forte inclinaison de la mandibule par rapport à la base du crâne montrent des caractéristiques posturales inverses (Solow et Sandham , Solow et Tallgren , Ozbuk et Köklü)*

II.2.2 Au niveau musculaire et stabilométrique:

Les données sont dans l'ensemble très divergentes, voire opposées.

## II.3 Perturbations antéro-postérieures :

### II.3.1 Au niveau articulaire:

Lorsque cette avancée mandibulaire est chirurgicale Phillips (1991) note une flexion de la tête par rapport à la verticale et au rachis cervical et Valk (1992) observe une position plus antérieure de la tête initiée depuis la partie basse du rachis cervical

Wenzel fait le constat inverse lorsqu'elle réduit le prognathisme mandibulaire par chirurgie, confirmant cet impact vertébral des chirurgies mandibulaires sagittales (1989).

Lorsque l'avancement mandibulaire est plus progressif (utilisation d'un activateur de Frankel-2) il entraînerait plutôt une augmentation de la lordose cervicale

### II.3.2 Au niveau musculaire:

Une étude de Tecco (2006) observe au repos une plus grande activité EMG des muscles temporal antérieur, masseter, sterno-cléido-mastoïdiens et trapèze inférieur chez des individus présentant une lésion *des ligaments croisés du genou gauche*, comparés à un groupe témoin. Au serrage maximal les sujets atteints montrent une activité plus faible des temporaux antérieurs droits et des masseters ainsi qu'une augmentation de l'activité du trapèze inférieur comparé au groupe contrôle. Ceci traduit, pour cet auteur, l'influence d'un trouble postural sur l'activité des muscles masticateurs.

L'orthèse de repositionnement mandibulaire (MORA, Mandibular Occlusal Repositioning Appliance), qui guide la mandibule dans une position plus fonctionnelle tout en répartissant et en augmentant le nombre des contacts dentaires) provoque une capacité musculaire accrue tant au niveau des muscles masticateurs, des muscles *trapèzes*, que des muscles de l'épaule (*deltoïdes*) (Verban 1984)

*L'amélioration des capacités d'autres groupes musculaires* est aussi observée lors de tests *d'efforts* (saut vertical, test d'agrippement)

L'amélioration des performances musculaires se caractérise *aussi par une réduction du temps* de réponse musculaire ou par la *capacité à supporter des poids plus longtemps*

### II.3.3 Au niveau stabilométrique:

Les contacts occlusaux en position reculée de la mandibule augmentent expérimentalement l'activité et les spasmes des muscles *sterno-cléido-mastoïdiens et des muscles trapèzes* descendants (supérieurs), expliquant peut-être ainsi la fréquence des douleurs du dos chez ces sujets.

Les gouttières de libération occlusale améliorent dans environ 2/3 des cas le contrôle postural, en réduisant l'amplitude des oscillations du CdP

Elles diminuent aussi, l'activité EMG des muscles sterno-cléido-mastoïdiens, érecteurs du rachis lombaire et soléaire (jambe), signifiant l'effet bénéfique d'un tel dispositif (Bergamini 2008)

## III Intérêts de la stabilométrie:

### III.1 Justification de l'utilisation de la stabilométrie :

#### III.1.1 Statique naturelle :

La ligne de gravité en posture debout immobile passe sur le sujet vu de profil:

- - par le sommet du crâne, le vertex,
  - - par le conduit auditif externe,
  - - par la partie postérieure de l'apophyse odontoïde de la deuxième vertèbre cervicale,
  - - 30mm environ en avant de la neuvième vertèbre thoracique
  - - à l'arrière du rachis lombaire, (à 38mm environ du corps vertébral de la 3<sup>o</sup> vertèbre lombaire),
  - - légèrement à l'arrière des têtes fémorales.
- Elle se projette au sol au centre du quadrilatère de sustentation, à distances quasi-égales des deux pieds. (Duval-Beaupère et Legaye 2004)

Les segments corporels ne peuvent, en règle générale, se tenir en équilibre les uns par rapport aux autres sans l'intervention de forces d'origine musculo-tendineuse ou ligamentaire

#### III.1.2 Modification de la statique naturelle :

Lors du port d'une orthèse de propulsion, le déplacement en avant du centre de gravité de la mandibule et de l'appareil aéro-digestif auquel elle est reliée tend à modifier la position du centre de gravité du corps.

Le déséquilibre postural ainsi créé provoque des déplacements relatifs des centres de gravité des différents segments anatomiques et la recherche d'un nouvel équilibre. ***Ces déplacements génèrent des oscillations du corps et des oscillations de la projection au sol du centre de gravité.***

Pour Gagey, jusqu'à 0,6 Hz, l'amplitude des ***oscillations posturales*** est contrôlée par les capteurs d'entrée du système postural (vision, oreille interne, pression plantaire, proprioception musculaire et articulaire...), ***au delà de 0,6 Hz elles deviennent aléatoires.***

### III.2 Principaux paramètres stabilométriques :

#### III.2.7 Quotient de Romberg, QR :

$QR = (S_{Yf} / S_{Yo}) \times 100$  où Yf = yeux fermés, et Yo = yeux ouverts, et S surface

	Moyenne	Limite inférieure	Limite supérieure
QR	288	112	677

Normes AFP 1985 paramètre QR

#### III.2.9 La transformée de Fourier (FFT) :

Le stabilogramme est la somme d'oscillations, de fréquences et d'amplitudes différentes.

L'analyse de Fourier consiste à séparer et ranger ces différentes oscillations par ordre de fréquence en donnant pour chacune d'elle son amplitude. La transformée de Fourier range en abscisse les fréquences et en ordonnée l'amplitude des oscillations.

Globalement *dans la bande de fréquence 0 à 0,5 Hz* les oscillations du CDP représentent les oscillations du centre de gravité du sujet, *dans la bande de fréquence 0,5 à 1,5 Hz* elles reflètent les contractions musculaires de rattrapage de la position d'équilibre (Collins et De Lucas 1993)

## CHAPITRE 2

### ETUDE STABILOMETRIQUE

L'auteur essaie de déterminer les modifications dans le maintien de la posture orthostatique survenues lors du port successif de trois orthèses imposant une avancée de la mandibule plus ou moins importante. Les résultats observés sont comparés entre eux et avec ceux obtenus sans orthèse.

#### **I Protocole d'étude :**

##### **I.1 Echantillon principal:**

13 hommes et 12 femmes ont participé à cette étude.

Agés de 23 à 41 ans.

Ne présentant pas de trouble visuel, ni de l'équilibre (oreille interne), ni plantaire, ni algique, articulaire ou musculaire exprimés.

#### **II. Résultats :**

De très nombreuses courbes sont disponibles dans le travail original.

## CHAPITRE 3

### DISCUSSION DES RESULTATS STABILOMETRIQUES COMPLEMENTS ELECTROMYOGRAPHIQUES

#### I DISCUSSION DES RESULTATS STABILOMETRIQUES:

##### I.1 Augmentation de l'amplitude des oscillations. Position plus postérieure du CdP:

*3 orthèses générant différentes quantités de propulsion ont été étudiées :*

- Aucune propulsion : orthèse Sp0 (Splint 0 propulsion)
- Avancée mandibulaire correspondant à 45 % environ de la propulsion maximale : orthèse Sp45
- Avancée mandibulaire correspondant à 90 % environ de la propulsion maximale : orthèse Sp90.

Les trois orthèses testées provoquent une perturbation posturale qui se traduit essentiellement par une augmentation de l'amplitude des oscillations du CdP (cône de projection du centre de gravité) dont on admet à ces fréquences qu'elles représentent celles du centre de gravité du corps.

Les modifications posturales n'apparaissent qu'*à partir de 10 minutes de port* : augmentation des oscillations antéro- postérieures du CdP, de la Surface du statokinesigramme et une diminution du rapport LFS (rapport longueur/surface du graphe CdP).

La surface couverte par le CdP augmente :

- pour Sp0 significativement à t10 puis retrouve peu à peu ses valeurs initiales,
- pour Sp45 régulièrement mais cela n'est significatif qu'à t40,
- pour Sp90 brusquement à t10 (comme pour Sp0) et se stabilise au long du test autour de cette valeur.

Cela suggère :

- que le port de Sp0 provoque une perturbation posturale brusque, mesurable à t10, mais qui est compensée au cours du test;
- que le port de Sp45 entraîne une augmentation plus progressive, mais d'amplitude finale tout aussi importante, des paramètres posturaux essentiels qui ne devient significative qu'en fin de test;
- que le port de Sp90 engendre des modifications posturales fortes mesurables à t10 et qui perdurent tout au long du test suggérant que l'organisme n'a pas compensé à t40 cette perturbation occlusale. Ceci est renforcé par le fait que Sp90 est la seule orthèse qui provoque une augmentation des oscillations médio-latérales du CdP au cours du test. L'augmentation des oscillations médio-latérales est en effet un témoin d'un déséquilibre postural accentué

***Les variations d'épaisseur des orthèses n'ont pas influencé les résultats*** des variables posturales lorsqu'elles ne sont pas associées à une propulsion mandibulaire.

Lorsque les variations d'épaisseur sont associées à des variations de propulsion, on observe des modifications des valeurs des variables posturales.

Il est donc probable qu'il y ait une ***atténuation de la perturbation générée par l'avancement mandibulaire lorsque l'épaisseur de l'orthèse est accrue.***

## **I.2 Conclusions :**

Le paramètre LFS diminue avec le port des orthèses particulièrement pour Sp90 indiquant une diminution du trajet parcouru par unité de surface.

Pour un équilibre passif du corps tous les centres de gravité segmentaires, tous les axes de rotation des segments corporels doivent être situés sur la ligne de gravité. S'il n'en est pas ainsi, et c'est le cas lors de l'avancement de la mandibule et du tractus aéro-digestif qui lui est appendu, des moments de déséquilibre agissent aux deux extrémités de la chaîne des modules et ils doivent être compensés par les moments des forces musculaires.

Pour rechercher les groupes musculaires mis en jeu lors de la propulsion mandibulaire quelques volontaires ont subi des tests électromyographiques (EMG).

## **II COMPLEMENTS D'ETUDE / ELECTROMYOGRAPHIE:**

L'activité électrique (électromyographie) des principaux muscles impliqués dans les mouvements de flexion, extension, abduction, adduction, des modules les uns par rapports aux autres, est enregistrée.

### **II.1 Choix des muscles enregistrés :**

#### **II.1.1 Au niveau de la tête :**

***Deux muscles éleveurs*** le *masseter* et le *temporal antérieur* gauches. (fermeture buccale )

#### **II.1.2 Au niveau du cou :**

Région antéro-latérale: le *chef sternal droit du muscle sterno-cléido- mastoïdien.* ( flexion du cou et rotation controlatérale de la tête).

Région postérieure : le *trapèze descendant* (ou supérieur) (Droit et Gauche) (extension du rachis cervical et de la tête ; inflexion latérale du cou).

Région antérieure : *sus-hyoïdiens* droit et gauche (mylo-hyoïdien et ventre antérieur du digastrique confondus). Ces deux muscles sont difficilement dissociables sur le plan électromyographique de par leur faible dimension (abaissement et recul de la mandibule lorsqu'ils prennent appui sur l'os hyoïde. Ils sont étirés lors de l'avancement mandibulaire. Ils participent à la flexion de la tête sur le rachis lorsque la bouche est fermée).

### **II.1.3 Au niveau du membre supérieur :**

Le faisceau antérieur du muscle *deltoïde* (l'élévation du bras utilisée comme élément déclencheur dans l'évaluation des anticipations posturales déclenche une forte augmentation de son activité)

### **II.1.4 Au niveau du Tronc :**

Région postérieure inférieure : Les *érecteurs du rachis* qui rassemblent dans le plan superficiel essentiellement les muscles iliocostaux et les muscles spinaux (extension de la colonne vertébrale).

Région antérieure inférieure: Les *droits antérieurs de l'abdomen* et les *obliques externes*(droit de l'abdomen = fléchisseur antérieur du thorax sur le bassin. Il évite une bascule antérieure du bassin et l'accentuation d'une lordose lombaire. L'oblique externe est aussi fléchisseur du tronc et facilite une rétro-version du bassin)

### **II.1.5 Au niveau de la cuisse :**

Région postérieure : le *biceps fémoral*.( extension et rotation en dehors de la hanche, flexion et rotation en dehors du genou)

Région antérieure : le *droit antérieur (rectus femoris) de la cuisse*, partie du quadriceps (extension du genou et flexion de la hanche sur le bassin. Il est anté-verseur du bassin).

Région interne : le *sartorius* et le *long adducteur* (Le sartorius agit comme fléchisseur, rotateur en dehors, et abducteur de la hanche et comme fléchisseur et rotateur en dedans du genou. Il est aussi anté-verseur du bassin. Le Long adducteur est aussi fléchisseur de la hanche mais est antagoniste au sartorius en étant adducteur de la hanche).

### **II.1.6 Au niveau de la jambe :**

Région antérieure : le *tibial antérieur* (fléchisseur dorsal de la cheville, participation à la supination et à l'adduction du pied).

Région latérale : le muscle *long fibulaire* (pronation et abduction du pied, flexion plantaire de la cheville et abaissement de la tête du 1<sup>er</sup> métatarsien).

Région postérieure : le *soléaire* (flexion plantaire de la cheville )

## **II.2 : Matériel : Pocket EMG**

## **II.3 : Méthode :**

### II.3.1 Echantillon :

Cinq volontaires (3 hommes, 2 femmes) : représentatif . Ont été sélectionnés 16 paires de muscles soit 32 muscles (gauche et droit dans la mesure du possible)

Deux séries d'enregistrements électromyographiques (2 fois 16 muscles) ont été réalisées



L'ensemble d'une manipulation électromyographique dure environ 3h30.

Chaque sujet est testé sans orthèse portée, puis dans un ordre aléatoire avec Sp0 et Sp90;Sp0 pour évaluer l'influence de la désocclusion, Sp90 pour évaluer l'influence d'un grand avancement mandibulaire.

L'électromyogramme correspond à l'activité de nombreuses unités motrices et est donc qualifié d'EMG global ou de surface.

On observe, pour les deux paramètres étudiés, une augmentation importante de l'activité des muscles masseter et temporal antérieur avec le port des orthèses. Cette augmentation est la plus importante pour le masseter avec Sp90 portée (+59%, iEMG).

On observe une nette augmentation de l'activité des sus-hyoïdiens et des SCM, en particulier lorsque Sp90 est portée. L'avancement de la mandibule entraînant un étirement des muscles sus-hyoïdiens, il est normal d'observer une augmentation de l'activité électrique de ces muscles avec Sp90.

L'activité des trapèzes décroît peu avec Sp0 portée, et d'environ 4% avec le port de Sp90. Pour ce muscle, l'importance de la propulsion mandibulaire aurait donc peut-être plus d'influence que la part de désocclusion qui l'accompagne.

Avec le port des orthèses, on observe une augmentation de l'activité des muscles érecteurs du rachis (+5% environ) ; mais de très faibles variations des muscles abdominaux.

A la cuisse : très légère diminution de l'activité du biceps fémoral (- 4,3 %), nette augmentation de l'activité des muscles fléchisseurs de la hanche lorsqu'une orthèse est portée.

Peu d'action sur le genou

Les adducteurs (long adducteurs) et les abducteurs (sartorius) ont une activité EMG qui évolue de manière sensiblement identique. L'augmentation de leur activité explique sans doute l'augmentation des oscillations médio-latérales observées en stabilométrie lorsque Sp90 est portée.

La diminution de l'activité des soléaires signifie une diminution de la flexion plantaire de la cheville. Elle s'accompagne d'une augmentation des valeurs moyennes des muscles tibial antérieur et long fibulaire, particulièrement lorsque Sp90 est portée.

La hausse de l'activité du long fibulaire, plus pronateur et abducteur du pied que véritable fléchisseur plantaire de la cheville, est sans doute liée à l'augmentation des oscillations transversales du CdP.

Le muscle *deltoïde antérieur* montre une *augmentation de son activité* avec le port des orthèses. Il indique ainsi une participation du membre supérieur à l'équilibre postural, vraisemblablement en réponse à l'augmentation des oscillations antéro-postérieures du CdP.

Pas de différence apparente selon sujet droitier ou gaucher.

### **III SYNTHÈSE DES RESULTATS.**

#### **Hypothèse de mécanisme d'adaptation posturale :**

##### **III.1 Synthèses et essai d'interprétation des résultats :**

Ces résultats électromyographiques ne montrent que peu de différences de comportement musculaire suivant que Sp0 et Sp90 est portée.

L'étude stabilométrique a néanmoins montré le caractère perturbant de Sp90 sur le contrôle postural,

Les résultats EMG montrent eux aussi (comme dans la littérature), lors d'avancement de la mandibule (port de Sp90), une augmentation de l'activité des fléchisseurs de la tête (SCM, sus-hyoïdiens) et une diminution des extenseurs du rachis cervical (trapèzes descendants), favorisant une diminution de la lordose cervicale.

La flexion de la tête entraîne en outre pour Snijders (1998) une contraction des érecteurs du rachis ( $p < 0,001$ ) et une diminution de l'activité du biceps fémoral ( $p = 0,027$ ), variations également observée dans cette étude.

##### **A noter un schéma très pertinent P. 117**

Une émergence plus verticale du rachis cervical dans la région de C7 semble alors nécessaire pour le mettre en situation de résistance par rapport aux moments antérieurs de flexion. Ceci nécessite sans doute une diminution de la cyphose thoracique, en liaison avec la diminution de la lordose cervicale

Les résultats électromyographiques montrent ici une augmentation des muscles participant à la flexion de la hanche sur le bassin

Une étude radiologique est donc indispensable pour préciser l'existence et le sens d'une éventuelle version pelvienne et pour observer le comportement de la tête en C7 qui semble participer à l'équilibre postural céphalique (émergence verticale du rachis cervical, atténuation des courbures cervicales et thoraciques).

**A la lumière des données bibliographiques et expérimentales précédentes, l'hypothèse d'adaptation squelettique qui serait susceptible de survenir lors du port d'une orthèse de forte propulsion mandibulaire pourrait ainsi être :**

- **une inclinaison postérieure des membres inférieurs (contraction du tibial antérieur, CdP et CGv plus postérieurs)**
- **une anté-version compensatoire du bassin (contraction des fléchisseurs de la hanche)**
- **une augmentation de la lordose lombaire (contraction des Erecteurs du rachis)**
- **une atténuation de la cyphose thoracique**
- **une atténuation de la lordose cervicale (action dominante des fléchisseurs du rachis cervical)**
- **une flexion de la tête.**

### **III.2 Régulation du contrôle postural :**

L'oreille interne en est un des éléments fondamentaux. Si sa partie antérieure, la cochlée, est responsable de l'audition, sa partie postérieure, comprenant le vestibule et les trois canaux semi-circulaires, est responsable de l'équilibration.

Les canaux semi-circulaires interviennent dans le contrôle postural dynamique, mais pas dans le contrôle de la posture orthostatique (Fitzpatrick). Les accélérations des oscillations posturales sont alors inférieures au seuil de perception de ces capteurs : ***le système vestibulaire serait plus impliqué dans la régulation de l'amplitude de ces oscillations.***

***Les sollicitations de l'articulation temporo-mandibulaire, très importantes lors de la propulsion mandibulaire, peuvent-elles provoquer des troubles des régulateurs posturaux de l'oreille interne, très proches anatomiquement ?***

***Les informations visuelles*** sont données par la région de la fovéa (petite dépression centrale au sein de la rétine), qui permet de connaître la direction du regard par rapport à la position de la tête et du corps. Les régions plus périphériques donnent des informations sur l'orientation du sujet par rapport à son environnement, et des informations relatives au mouvement de l'environnement par rapport à la rétine (Baron in Gagey 1995)

***Les récepteurs proprioceptifs*** (sensibles à l'étirement) ***des muscles oculomoteurs***, qui mobilisent l'œil dans son orbite, interviennent dans le contrôle postural en fournissant l'information de position réciproque de la rétine et des épithéliums sensitifs du vestibule de l'oreille interne ***La flexion de la tête (cf §Ch3.II.4.2), et les modifications de posture rachidienne, peuvent être en relation avec ces capteurs céphaliques.***

Au niveau du pied, des exocapteurs constitués des barorécepteurs de la sole plantaire, sont capables de coder les différentes pressions qui lui sont appliquées, les organes tendineux de Golgi en seraient les capteurs de force

***Des endocapteurs formés par les fuseaux neuro-musculaires situés dans les muscles et par les tendons de la cheville***, fournissent des indications sur l'étirement et la vitesse de changement d'état du muscle (fonction proprioceptive). Au niveau du muscle soléaire ils seraient vraisemblablement la principale source d'information intervenant dans le maintien de l'équilibre orthostatique (seuil de perception proprioceptif de l'ordre de  $0,1^\circ$  et effet stabilisateur sur les oscillations posturales de 0,2 à 0,9 Hz)

**Meyer (1977)** introduit l'idée d'une participation de la mandibule dans l'équilibre orthostatique.

Il décrit des phénomènes oculomoteurs et posturaux sous l'effet d'une anesthésie ou d'une stimulation des nerfs dentaires. L'information du contact dentaire issus des récepteurs parodontaux transiterait par le ganglion du nerf trijumeau (Vème paire des nerfs crâniens) puis par **la formation réticulaire** (région du tronc cérébral), elle-même en connexion avec le *colliculus supérieur* (partie du toit du mésencéphale) dont les neurones sont *impliqués dans les mouvements des yeux* (Auroy in Dupas 2005)

Cette formation réticulaire *contrôle aussi le noyau spinal des nerfs crâniens* (nerf spinal), qui innerve les muscles Sterno-cléido-mastoïdiens et Trapèzes, et le faisceau réticulo-spinal qui innerve les muscles postérieurs du cou et les muscles axiaux para- vertébraux extenseurs du rachis (Hartmann, Wright in Dupas 2005)

Le noyau sensitif du V est aussi en relation avec les nerfs sous-occipitaux C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub> impliqués dans la régulation la posture cervicale.

*La participation de l'occlusion à l'équilibre général est aussi mise en évidence par les travaux de Hosoda (2007) ; la mise en position d'occlusion dentaire par rapport à la position de repos mandibulaire favorise le rétablissement de l'équilibre (évalué par stabilométrie) après l'application d'une perturbation extérieure et ce d'autant plus que la perturbation est forte.*

**Le rachis** – en particulier ses deux parties les plus mobiles, cervicale et lombaire – et les articulations des membres inférieurs, donnent la position de « *l'exocapteur plantaire* » par rapport aux « *exocapteurs céphaliques* ».

La traumatologie, la pathologie (myélopathie), l'expérimentation (mise en vibration des muscles du cou) ont mis en évidence l'importance, dans l'équilibre postural, de la proprioception cervicale, à la fois articulaire et musculaire.

**Kasai (2002)** ont aussi observé les réactions posturales induites par la *vibration des muscles du cou*. Au cours d'un mouvement de levée du bras, la mise en vibration des muscles du cou modifie la vitesse de mise en jeu des muscles posturaux des jambes. Ils concluent en *évoquant l'illusion posturale* et les modifications de la représentation des anticipations posturales induites par les vibrations des muscles du cou. Les sujets avaient la sensation de se pencher vers l'avant lors de la vibration des muscles postérieurs du cou de part et d'autre de la colonne vertébrale. Ces expérimentations soulignent aussi l'importance de la proprioception musculaire et cervicale dans l'équilibre postural.









