UNIVERSITÉ DE LORRAINE

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10
http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

ACADEMIE DE NANCY – METZ

UNIVERSITE HENRI POINCARE NANCY 1

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2010 N° 3169

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR
EN CHIRURGIE DENTAIRE

par

Frédéric PAULIN
Né le 9 Juin 1983 à NANCY (54)

LE ROLE DE L'APPAREIL MANDUCATEUR DANS LE MAINTIEN DE LA POSTURE

Présentée et soutenue publiquement le 8 janvier 2010

Examinateurs de la thèse :

M. J-P. LOUIS	Professeur des Universités	Président
M. C. WANG	Maître de conférences	Juge
M. J-M. MARTRETTE	Maître de conférences	Juge
M. P. GANGLOFF	Docteur en Chirurgie Dentaire	Juge

Nancy-Université
Université Henri Poincaré

Faculté d'Odontologie

Président : Professeur J.P. FINANCE *Doyen : Docteur Pierre BRAVETTI*

Vice-Doyens : Pr. Pascal AMBROSINI - Dr. Jean-Marc MARTRETTE

Membres Honoraires : Dr. L. BABEL - Pr. S. DURIVAUX - Pr. G. JACQUART - Pr. D. ROZENCWEIG - Pr. M. VIVIER

Doyen Honoraire : Pr. J. VADOT

Sous-section 56-01	Mme	**DROZ Dominique (Desprez)**		Maître de Conférences
Odontologie pédiatrique	M.	PREVOST Jacques		Maître de Conférences
	M.	BOCQUEL Julien		Assistant
	Mlle	PHULPIN Bérengère		Assistant
	M.	SABATIER Antoine		Assistant
Sous-section 56-02	Mme	**FILLEUL Marie Pierryle**		Professeur des Universités*
Orthopédie Dento-Faciale	M.	BOLENDER Yves		Maître de Conférences
	Mlle	PY Catherine		Assistant
	M.	REDON Nicolas		Assistant
Sous-section 56-03	M.	*Par intérim ARTIS Jean Paul*		Professeur 1er grade
Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie légale		Poste vacant		Assistant
	Mme	JANTZEN-OSSOLA Caroline		Assistant
Sous-section 57-01	M.	**AMBROSINI Pascal**		Professeur des Universités*
Parodontologie	Mme	BOUTELLIEZ Catherine (Bisson)		Maître de Conférences
	M.	MILLER Neal		Maître de Conférences
	M.	PENAUD Jacques		Maître de Conférences
	M.	GALLINA Sébastien		Assistant
	M.	JOSEPH David		Assistant
Sous-section 57-02	M.	**BRAVETTI Pierre**		Maître de Conférences
Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique	M.	ARTIS Jean-Paul		Professeur 1er grade
Anesthésiologie et Réanimation	M.	VIENNET Daniel		Maître de Conférences
	M.	WANG Christian		Maître de Conférences*
	M.	BALLY Julien		Assistant
	M.	CURIEN Rémi		Assistant
	Mlle	SOURDOT Alexandra		Assistante
Sous-section 57-03	M.	**WESTPHAL Alain**		Maître de Conférences*
Sciences Biologiques (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie,	M.	MARTRETTE Jean-Marc		Maître de Conférences*
Génétique, Anatomie pathologique, Bactériologie, Pharmacologie)	Mlle	ERBRECH Aude		Assistante Associée au 01/10/2007
Sous-section 58-01	M.	**ENGELS-DEUTSCH Marc**		Maître de Conférences
Odontologie Conservatrice,	M.	AMORY Christophe		Maître de Conférences
Endodontie	M.	MORTIER Eric		Maître de Conférences
	M.	CUNY Pierre		Assistant
	M.	HESS Stéphan		Assistant
Sous-section 58-02	M.	**SCHOUVER Jacques**		Maître de Conférences
Prothèses (Prothèse conjointe, Prothèse adjointe partielle,	M.	LOUIS Jean-Paul		Professeur des Universités*
Prothèse complète, Prothèse maxillo-faciale)	M.	ARCHIEN Claude		Maître de Conférences*
	M.	DE MARCH Pascal		Maître de Conférences
	M.	BARONE Serge		Assistant
	Mlle	BEMER Julie		Assistante
	Mlle	RIFFAULT Amélie		Assistante
	Mlle	MONDON Hélène		Assistant
	M.	SIMON Franck		Assistant
Sous-section 58-03	Mlle	**STRAZIELLE Catherine**		Professeur des Universités*
Sciences Anatomiques et Physiologiques	M.	RAPIN Christophe (mono-appartenant)		Professeur des Universités
Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie	Mme	MOBY Vanessa (Stutzmann)		Maître de Conférences*
	M.	SALOMON Jean-Pierre		Maître de Conférences
	Mme	JAVELOT Cécile (Jacquelin)		Assistante Associée au 01/01/2009

souligné : *responsable de la sous-section* *temps plein

Mis à jour le 01.12.2009

Par délibération en date du 11 décembre 1972,
la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que
les opinions émises dans les dissertations
qui lui seront présentées
doivent être considérées comme propres à
leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner
aucune approbation ni improbation.

A notre Président,

Monsieur le Professeur Jean-Paul LOUIS,

Officier des Palmes Académiques
Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur en Sciences Odontologiques
Docteur d'état en Odontologie
Professeur des Universités
Membre de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire
Sous-section : Prothèse

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter la Présidence de cette thèse.

Nous nous souviendrons de la qualité de l'enseignement que vous nous avez prodigué pendant nos années d'études.

Veuillez trouver ici l'expression de notre reconnaissance.

A notre Directeur,

Monsieur le Docteur Christian WANG,

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur en Sciences Odontologiques
Maître de Conférences des Universités
Sous-section : Chirurgie buccale, Pathologie et Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation

Vous nous avez fait l'honneur de bien vouloir diriger et participer à ce travail. Nous sommes profondément touchés par votre gentillesse et votre compréhension dans son élaboration.

Nous vous remercions de nous avoir fait partager l'étendue de vos connaissances durant nos études et nous veillerons à appliquer vos précieux conseils.

Veuillez trouver ici l'expression de notre respect et de nos profonds remerciements.

A notre juge,

Monsieur le Docteur Jean-Marc MARTRETTE,

Docteur en Chirurgie Dentaire
Vice doyen à la pédagogie
Docteur en Sciences Pharmacologiques
Maître de conférences des Universités
Sous-section : Sciences biologiques (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie, Génétique, Anatomie pathologique, Bactériologie, Pharmacologie).

Nous avons toujours apprécié la gentillesse et la disponibilité dont vous avez fait preuve à notre égard. Vos qualités de clinicien ainsi que vos qualités humaines resteront ancrées dans notre mémoire.

Avec toute notre gratitude et notre franche admiration.

A notre juge,

Monsieur le Docteur Pierre GANGLOFF,

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université Henri Poincaré - Nancy 1
Ancien interne en Odontologie
Ancien assistant hospitalo-universitaire
Praticien hospitalier

Vous avez spontanément accepté de participer à ce jury de thèse. Nous vous remercions de l'intérêt dont vous avez fait preuve tout au long de la rédaction de ce travail.

Durant nos années d'études, nous avons bénéficié de vos connaissances cliniques.

Puissiez-vous trouver ici l'expression de notre respectueuse gratitude.

A mes Parents,

A Carine, Nathalie et Julien,

A ma Sucrette,

A ma Famille,

A ma belle Famille,

A mes Amis, qui sont ma seconde famille,

A Vincent et Fanny Pelé, Isabelle et Laurence.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

I. L'appareil manducateur

1. LES MUSCLES MASTICATEURS

A. Élévateurs de la mandibule

I. Le muscle temporal

II. Le muscle masséter

III. Le muscle ptérygoïdien médial

IV. Le muscle ptérygoïdien latéral

B. Muscles abaisseurs de la mandibule

I. Muscles sus-hyoïdiens

a. Le muscle génio-hyoïdien

b. Le muscle mylo-hyoïdien

c. Le muscle digastrique

d. Le muscle stylo-hyoïdien

II. Muscles sous-hyoïdiens

a. Le muscle sterno-thyroïdien

b. Le muscle thyro-hyoïdien

c. Le muscle sterno-cléïdo-hyoïdien

d. Le muscle omo-hyoïdien

2. L'ARTICULATION TEMPORO-MANDIBULAIRE

A. Description

I. Les surfaces en présence

a. Le condyle temporal

b. Le condyle mandibulaire

II. Les moyens d'union

a. Le ménisque temporo-mandibulaire

b. L’appareil ménisco-capsulo-musculaire

c. Les ligaments propres

d. Les ligaments accessoires

III. La synoviale

IV. Vaisseaux et nerfs

a. Les artères

b. Les veines

c. Les vaisseaux lymphatiques

d. Innervation

B. Physiologie

I. Au repos mandibulaire

II. En occlusion centrée

III. Ouverture buccale

IV. Diduction droite

V. Conclusion

3. LES TISSUS DE SOUTIEN DE LA DENT

A. Le desmodonte ou ligament dento-alvéolaire

I. Structure

II. Physiologie

B. L'os alvéolaire

I. Structure

II. Physiologie

II. L’occlusion dentaire

1. INTRODUCTION

2. DEFINITIONS

A. L’occlusion

B. L’organe dentaire

I. La morphologie occlusale

Les cuspides

Les sillons

II. Support radiculaire

III. Les arcades dentaires

3. LES RAPPORTS D’OCCLUSION

A. L'occlusion d'intercuspidation maximale : OIM

I. Définition

II. Caractéristiques

III. Description de l'OIM

a. Sens vestibulo-Lingual

b. Sens vertical

c. Sens mésio-distal

IV. Rôle de stabilisation de l'OIM

B. La relation centrée

4. LES CLASSES D’ANGLE

A. La classe I

B. La classe II

C. La classe III

5. LES FONCTIONS OCCLUSALES

A. Fonction de centrage

B. Fonction de calage

I. Stabilité dentaire ou stabilité de l'occlusion

II. Stabilité mandibulaire

C. Fonction de guidage

I. Entonnoir d'accès à l'OIM

II. Guidage antérieur

a. Guidage antérieur en propulsion

b. Guidage en latéralité

6. ANOMALIES DE L'OCCLUSION

A. Anomalies de centrage

I. Différentiel ORC-OIM

II. Anomalie de centrage sagittal

Antéposition excessive

Rétroposition

III. Anomalie de centrage transversal : déviation mandibulaire

IV. Anomalie de centrage vertical : troubles de la DVO

B. Anomalies de calage

I. Instabilité de l'occlusion : anomalie de stabilité des arcades

II. Instabilité mandibulaire

Anomalie de calage occlusal postérieur

Anomalie de calage occlusal antérieur

C. Anomalies de guidage

I. Interférences postérieures

II. Interférences antérieures

D. Conclusion

III. La posture corporelle

1. LES CAPTEURS

A. Classification générale et propriétés des récepteurs

B. Le capteur oculaire

C. Le système vestibulaire

I. Utricule et saccule

II. Les canaux semi-circulaires

D. Les récepteurs tactiles

E. Les propriocepteurs

2. LES CENTRES INTEGRATEURS

A. Les noyaux vestibulaires

I. Le noyau vestibulaire latéral (noyau de Deiters)

II. Le noyau vestibulaire inférieur

III. Les noyaux vestibulaires médian et supérieur

B. Le cervelet

I. Organisation générale

II. Le cervelet spinal

Les afférences spinales

Les efférences du cervelet spinal

III. Le cervelet vestibulaire

3. LES EFFECTEURS

A. Les voies de communications

B. Les muscles

I. Groupe postérieur

II. Groupe antérieur

III. Groupe latéral

4. CONCLUSION

IV. La proprioception cranio-faciale

I. IMPORTANCE DE LA SOMESTHESIE BUCCALE

2. TERRITOIRES D'INNERVATION

3. LES RECEPTEURS DE LA PROPRIOCEPTION

A. Les fuseaux neuromusculaires

B. Les organes de Golgi

C. Les autres récepteurs musculaires

D. Les récepteurs parodontaux

E. Les récepteurs de l'A.T.M.

4. COMPLEXE SENSITIF DU V

A. Le nerf trijumeau

B. Ganglion de Gasser

C. Les noyaux du complexe sensitif du V

I. Noyau spinal

<u>Sous-noyau caudal</u>

<u>Sous-noyau interpolaire</u>

<u>Sous-noyau oral</u>

II. Noyau principal

III. Noyau mésencéphalique

D. Projections du complexe sensitif du trijumeau

V. Relation entre occlusion dentaire et posture

1. INTRODUCTION

2. LES RELATIONS ANATOMIQUES

   A. Afférences trigéminales et centres de régulation de la posture

   B. Les efférences vestibulaires au niveau trigéminal

3. INFLUENCE DE L'OCCLUSION SUR LA POSTURE CEPHALIQUE

   A. Influence de la Dimension Verticale d'Occlusion (DVO)

   B. Influence de la classe d'Angle

   C. Relation occlusion-colonne cervicale

   D. Relation occlusion-muscles cervicaux

   E. Relations fonctionnelles entre les muscles masticateurs et les muscles du cou

4. INFLUENCE DES DESORDRES TEMPORO-MANDIBULAIRES SUR LA POSTURE CEPHALIQUE

5. INFLUENCE DE L'OCCLUSION SUR LA POSTURE

6. CONCLUSION

CONCLUSION

INTRODUCTION

Parmi les disciplines odontologiques qui se sont le plus développées durant ces dernières décennies, l'occlusodontologie est certainement celle dont les conséquences sont les plus notables pour la compréhension de l'ensemble des phénomènes fonctionnels, pathologiques et thérapeutiques de l'appareil manducateur.

Très rapidement d'ailleurs, cette compréhension s'est heurtée à une approche restrictive des fonctions de l'appareil manducateur, sa physiologie étant considérée à tort comme essentiellement composée de déterminants régionaux. Or depuis plusieurs années, des interrelations se sont établies entre des disciplines apparemment très différentes, visant à corréler des modalités fonctionnelles qui semblaient éloignées les unes des autres. Parmi ces disciplines se retrouve la posturologie.

Le maintien de la posture est le résultat de la coordination sensori-motrice des afférences sensitives (issues de capteurs tels que l'œil, l'oreille interne, la plante des pieds) et proprioceptives (capteurs musculaires et articulaires), des centres d'intégrations du système nerveux central ainsi que des effecteurs qui ont pour fonctions :

– La lutte contre la gravité et le maintien d'une station érigée

– L'opposition aux forces extérieures

– Le maintien de l'équilibre pendant le mouvement.

Ce système tonique postural est sollicité en permanence pour maintenir une attitude mais aussi pour effectuer tout acte moteur dynamique.

L'appareil manducateur, composé des muscles masticateurs, des articulations temporo-mandibulaires, du parodonte et de l'ensemble des organes dentaires organisés en arcades et dont les informations sensitives et proprioceptives sont véhiculées jusqu'au système nerveux central par l'intermédiaire du nerf trijumeau participe, pour de nombreux auteurs, au maintien de la posture. Le but de ce travail est de déterminer son rôle sur le maintien de la posture.

Tout d'abord nous étudierons l'anatomie de l'appareil manducateur, puis l'occlusion dentaire. Ensuite nous nous intéresseront aux mécanismes du maintien de la posture, ainsi

qu’à la proprioception cranio-faciale. Enfin, les relations de l’occlusion sur la posture seront abordées.

I. L’appareil manducateur

1. LES MUSCLES MASTICATEURS (Couly, 1989 ; Laison et Gaudy, 1993 ; Netter, 1997)

Les muscles masticateurs sont divisés en deux groupes : les muscles élévateurs de la mandibule et les muscles abaisseurs de la mandibule.

A. Élévateurs de la mandibule

Les muscles élévateurs sont au nombre de quatre : le muscle temporal, le muscle masséter, les muscles ptérygoïdiens interne et externe. Ce sont des muscles pairs, tous innervés par le nerf mandibulaire.

I. Le muscle temporal (Fig 1)

Forme, situation, trajet.

Aplati en forme d'éventail, le muscle temporal occupe la fosse temporale d'où ses faisceaux convergent vers l'apophyse coronoïde de la mandibule.

Insertion, description.

Il naît :

– De toute l'étendue de la fosse temporale, excepté la gouttière rétro-malaire où le bord antérieur du muscle est séparé de la paroi osseuse par du tissu graisseux.

– De la ligne courbe temporale inférieure et de la crête sphéno-temporale;

– De la moitié ou des deux tiers supérieurs de la face profonde de l'aponévrose temporale.

Ses insertions se font par des fibres charnues et par des faisceaux tendineux unis à ceux du ptérygoïdien latéral sur la crête sphéno-temporale.

De leurs origines les fibres convergent vers l'apophyse coronoïde ; les antérieures verticales, les moyennes obliques en bas et en avant, les postérieures glissent sur le segment basal de l'apophyse zygomatique, se réfléchissent à l'extrémité antérieure de ce segment et gagnent le bord postérieur du coroné par un trajet oblique en bas et en avant.

Les fibres charnues se terminent sur les deux faces d'une lame tendineuse d'insertion qui s'étend haut dans l'épaisseur du muscle.

Les fibres qui proviennent de la fosse temporale se jettent sur toute la face profonde de cette lame ; les fibres, peu nombreuses, qui proviennent de l'aponévrose temporale recouvrent la partie supérieure de la face superficielle de l'aponévrose d'insertion. Cette lame tendineuse s'étale ainsi à la face superficielle du muscle, se rétrécit et s'épaissit vers le bas pour former un épais tendon terminal fixé sur le coroné.

En avant, l'insertion occupe toute la longueur du bord antérieur du coroné et se poursuit sur les deux lèvres du bord antérieur du ramus jusqu'à la crête buccinatrice de la mandibule (crête de Henlé).

En arrière l'insertion occupe tout le bord postérieur du coroné.

En dedans elle recouvre toute la face interne.

En dehors elle n'occupe que la partie supérieure de la face externe, au-dessus de l'insertion du faisceau profond du masséter.

Innervation.

Le muscle temporal est innervé par les branches du tronc terminal antérieur du nerf mandibulaire, 3e branche du trijumeau.

Pour la partie antérieure du muscle, le nerf temporal profond antérieur, branche terminale du nerf temporo-buccal.

Pour la partie moyenne du muscle, le nerf temporal profond moyen.

Pour la partie postérieure, le nerf temporal profond postérieur, branche terminale du nerf temporo-massétérin.

Ces trois nerfs, qui abordent le muscle par sa face profonde, sont anastomosés entre eux.

Action.

Le muscle temporal est élévateur de la mandibule, ses faisceaux postérieurs contribuant pour une large part à ramener le condyle en arrière quand la mandibule a été abaissée.

Le temporal est aussi rétropulseur.

II. Le muscle masséter (Fig 1)

Forme, situation, trajet.

Il est court, épais, rectangulaire, allongé de haut en bas entre l'arcade zygomatique et la face externe de la mandibule.

Insertions, description.

Le masséter comprend trois faisceaux :

Faisceau superficiel : Il s'insère en haut par une lame tendineuse sur le bord inférieur de l'arcade zygomatique dans ses trois-quarts antérieurs, sur le bord postéro-inférieur du malaire et la partie voisine de la pyramide du maxillaire supérieur.

Les fibres charnues se détachent de la face profonde de cette lame, se dirigent en bas et en arrière et se terminent sur l'angle, le bord inférieur et la partie inférieure de la face externe du ramus. Ces fibres s'insèrent directement ou par l'intermédiaire de faisceaux tendineux sur les crêtes obliques de la face externe de l'angle de la mandibule.

Les fibres de ce faisceau échangent au niveau de l'angle des fibres avec le ptérygoïdien médial.

Faisceau moyen : Il s'insère sur toute l'étendue du bord inférieur de l'arcade zygomatique. Les fibres descendent verticalement, recouvertes, sauf en arrière, par celles du faisceau superficiel et se terminent directement par des fibres tendineuses sur la face externe du ramus, au-dessus du faisceau superficiel. Les deux faisceaux superficiel et moyen sont séparés par un interstice celluleux sauf au niveau de leur attache supérieure et du bord antérieur du muscle, où ils sont confondus.

Faisceau profond ou faisceau de Winslow : Mince, recouvert par les faisceaux précédents, le faisceau profond s'insère à la face interne de l'arcade zygomatique et à la face profonde de l'aponévrose temporale attenante. De là les fibres se dirigent en bas et en dedans distinctes du tendon du temporal, et se terminent sur la face externe du coroné, au-dessus du faisceau moyen et au-dessous du temporal.

Le faisceau profond est séparé, en arrière, du faisceau moyen par un petit interstice où s'engage un filet du nerf massétérin.

Innervation.

Le masséter est innervé par le nerf massétérin, branche terminale du nerf temporo-massétérin, qui est une des branches de division du tronc terminal antérieur du nerf mandibulaire, troisième branche du trijumeau.

Action.

Le masséter est élévateur de la mandibule, ramenant le condyle en arrière après l'ouverture de la bouche.

Il est en outre propulseur, plaçant l'arcade dentaire inférieure en avant de l'arcade supérieure.

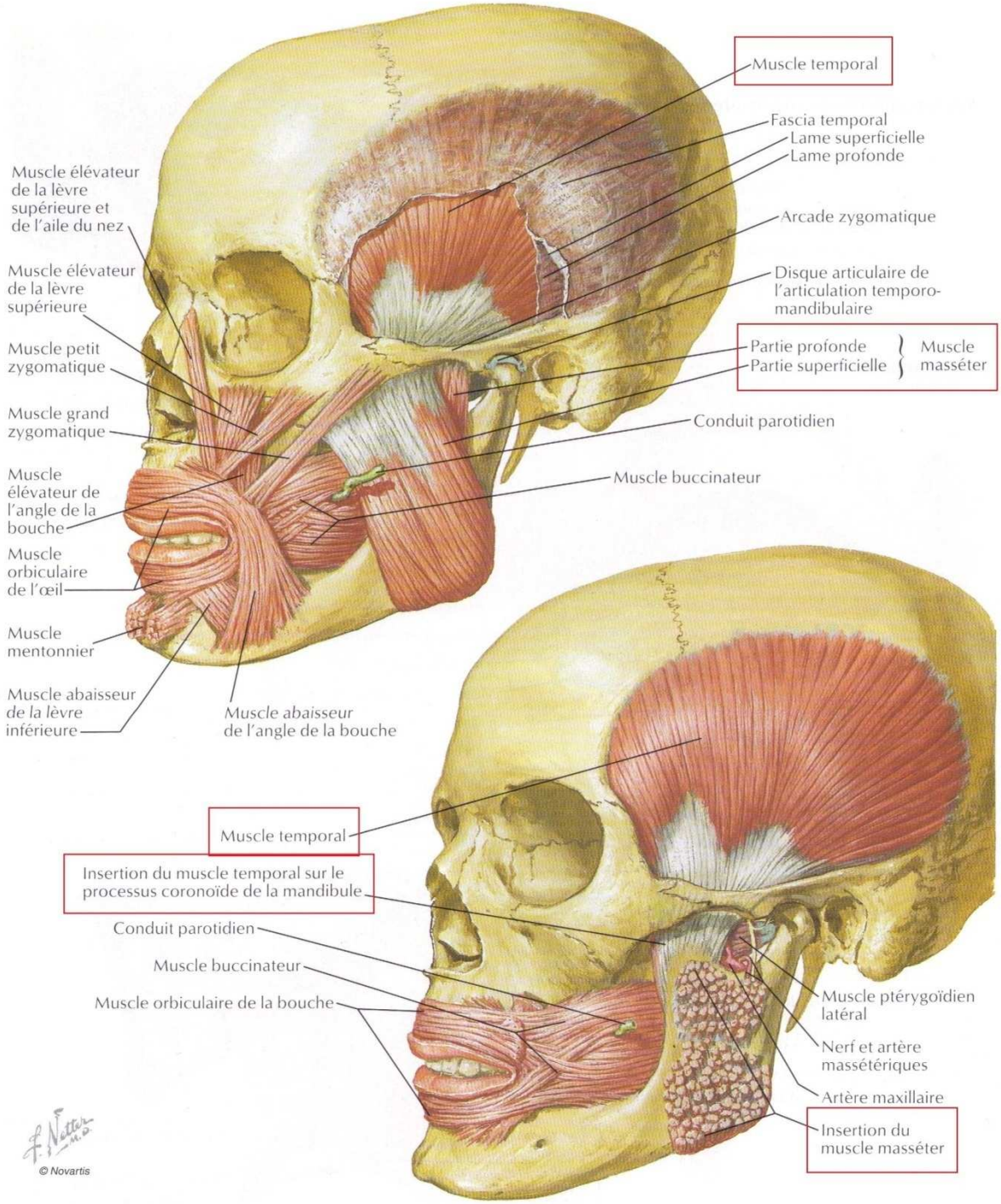


Fig 1. Muscles Temporal et Masseter. (Netter, 1997)

III. Le muscle ptérygoïdien médial (Fig 2)

Forme, situation, trajet.

Quadrangulaire, le ptérygoïdien médial est situé dans la région ptérygomaxillaire, tendu de la fosse ptérygoïde à la face interne de l'angle de la mandibule.

Insertion, description.

Il naît :

– De la face interne de l'aile latérale de l'apophyse ptérygoïde ;

– De la partie antérieure de l'aile médiale ;

– Du fond de la fosse ptérygoïde, excepté la fossette scaphoïde, et de la face postérieure de l'apophyse pyramidale du palatin ;

– De la face externe de cette apophyse et de la partie attenante de la tubérosité du maxillaire supérieur, par un faisceau aberrant qui croise le bord inférieur et la face externe du ptérygoïdien latéral près de ses origines ptérygoïdiennes.

Le corps charnu, oblique en bas en dehors et en arrière, se termine à la face interne de l'angle de la mandibule et sur le ramus attenant. L'insertion se fait par des fibres charnues et par des fibres tendineuses sur les crêtes obliques de la face interne de l'angle.

Au niveau de son insertion angulaire, le ptérygoïdien médial échange des fibres avec le faisceau superficiel du masséter.

Innervation.

Se fait par le nerf du ptérygoïdien médial, branche du tronc commun du ptérygoïdien médial, péristaphylin externe et muscle du marteau, nerf qui se détache du tronc terminal postérieur du nerf mandibulaire, troisième branche du trijumeau.

Action.

Le ptérygoïdien médial est élévateur de la mandibule : iI ramène le condyle en haut et en arrière après ouverture de la bouche.

IV. Le muscle ptérygoïdien latéral (Fig 2)

Forme, situation, trajet.

Court, épais, aplati transversalement, le ptérygoïdien latéral est situé dans la région ptérygo-maxillaire, tendu de l'apophyse ptérygoïde au col du condyle.

Insertion, description.

Le ptérygoïdien latéral s'insère en avant par deux chefs, sphénoïdal en haut, ptérygoïdien en bas.

Le faisceau sphénoïdal naît :

– De la partie horizontale de la grande aile du sphénoïde comprise entre l'aile latérale de l'apophyse ptérygoïde et la crête sphéno-temporale;

– De la crête sphéno-temporale;

– De la partie supérieure de la face externe de l'aile latérale de l'apophyse ptérygoïde.

Le faisceau ptérygoïdien naît :

– Des trois-quarts ou des deux tiers inférieurs de la face externe de l'aile latérale de l'apophyse ptérygoïde;

– De la face externe de l'apophyse pyramidale du palatin comprise entre l'aile latérale de l'apophyse ptérygoïde et la tubérosité du maxillaire supérieur;

– De la partie adjacente de cette tubérosité.

L'insertion se fait par des fibres charnues et des fibres tendineuses surtout au niveau de la crête sphéno-temporale et particulièrement du tubercule du sphénoïde.

Les deux faisceaux convergent en arrière et en dehors vers l'articulation temporo-maxillaire, le faisceau sphénoïdal horizontalement, le faisceau ptérygoïdien oblique en haut, en arrière et en dehors.

Ils sont d'abord séparés par un interstice celluleux dans lequel passe l'artère maxillaire interne dans sa variété profonde puis se confondent et se terminent par des fibres charnues et tendineuses sur :

– Le bord antérieur du fibrocartilage articulaire;

– La fossette de la partie antéro-interne du col du condyle débordant surtout en bas les limites de cette dépression.

Innervation.

Les deux faisceaux du ptérygoïdien latéral sont innervés par le nerf du ptérygoïdien latéral qui naît du nerf temporo-buccal au moment où ce nerf traverse l'interstice des deux faisceaux.

Le nerf temporo-buccal est une branche terminale du tronc terminal antérieur du nerf mandibulaire, troisième branche du trijumeau.

Action.

Le faisceau ptérygoïdien possède une activité en synergie avec les muscles abaisseurs de la mandibule ; le faisceau sphénoïdal possède trois zones fonctionnelles : une zone médiale ayant la même activité que le faisceau ptérygoïdien, elle est donc assimilée à un muscle abaisseur de la mandibule (ouverture, propulsion), une zone latérale active en fermeture et rétropulsion comme un muscle élévateur de la mandibule, et une zone intermédiaire avec une activité mixte (Murray et coll, 2004).

La contraction d'un seul ptérygoïdien latéral provoque la diduction, mouvement où l'un des condyles pivote tandis que l'autre se porte en avant.

Quand les deux ptérygoïdiens latéraux agissent ensemble, ils sont propulseurs, plaçant l'arcade dentaire inférieure en avant de l'arcade supérieure.

Quand ils agissent en synergie avec les muscles sous hyoïdiens, ils sont abaisseurs.

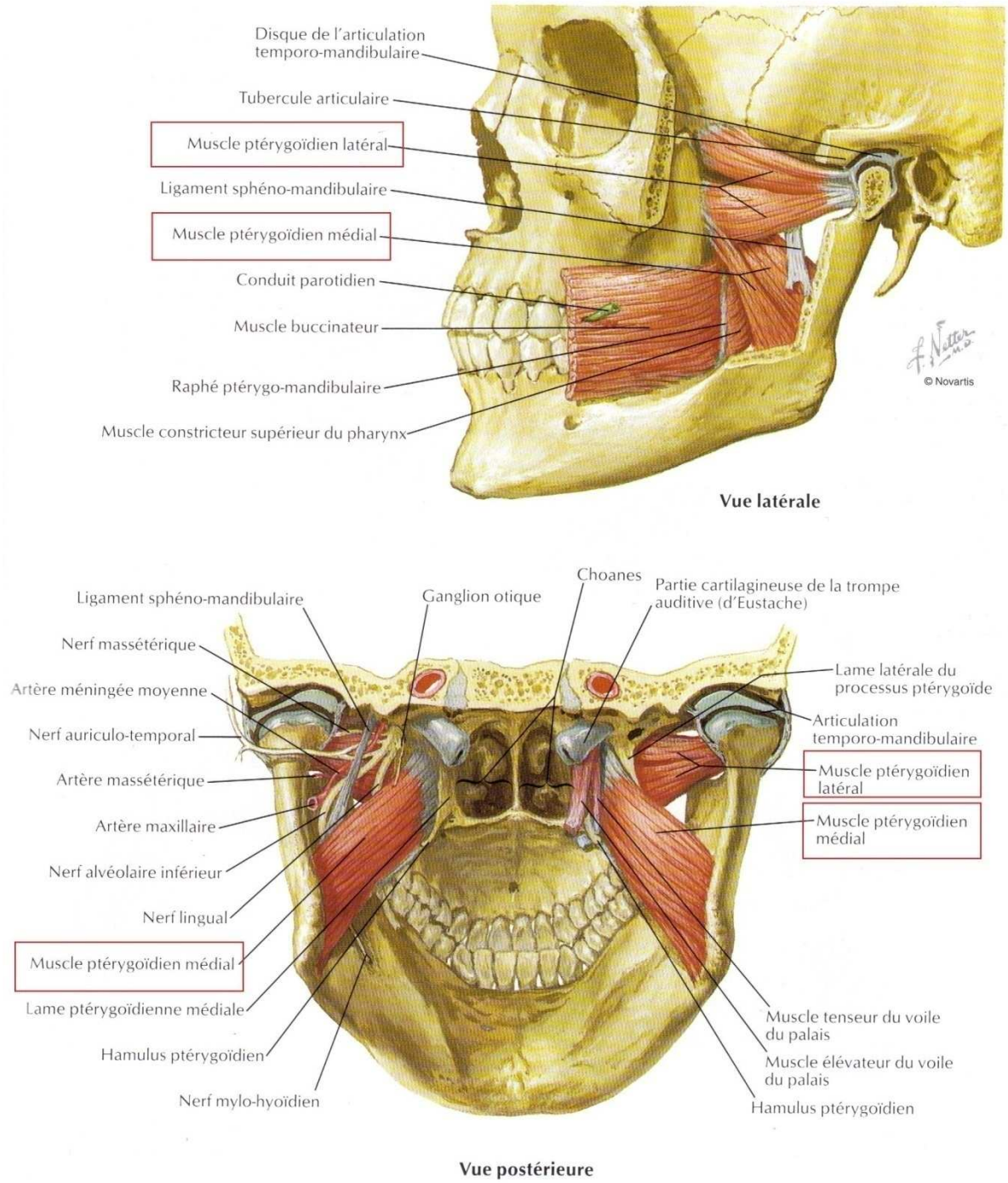


Fig 2. Muscles Ptérygoïdiens médial et latéral. (Netter, 1997)

B. Muscles abaisseurs de la mandibule (Fig 3 et 4)

Les muscles abaisseurs de la mandibule sont divisés en deux groupes selon leur position par rapport à l'os hyoïde : les muscles sus-hyoïdiens (ou supra-hyoïdiens) et les muscles sous-hyoïdiens (ou infra-hyoïdiens).

I. Muscles sus-hyoïdiens

Ce sont quatre muscles pairs qui sont également élévateurs de l'os hyoïde.

a. Le muscle génio-hyoïdien

Forme, situation, trajet.

Court, épais, juxta-médian, il s'étend de la partie médiane de la mandibule à l'os hyoïde.

Insertion, description.

Le muscle s'insère en avant par de courtes fibres tendineuses sur l'apophyse géni homolatérale, à la face postérieure du corps de la mandibule. Le muscle se dirige, accolé à celui du côté opposé et en s'élargissant d'avant en arrière et un peu de haut en bas. Il se termine sur la face antérieure du corps de l'os hyoïde par une surface d'insertion en fer à cheval dont la concavité externe reçoit le bord antérieur du muscle hyoglosse.

Innervation.

Par le nerf du génio-hyoïdien, branche collatérale du grand hypoglosse.

Action.

Il abaisse la mandibule quand l'os hyoïde est fixé, et élève l'os hyoïde quand le point fixe est mandibulaire.

b. Le muscle mylo-hyoïdien

Forme, situation, trajet.

Aplati, large, il est tendu transversalement de la face interne du corps de la mandibule à l'os hyoïde et au raphé médian.

Insertion, description.

En haut, le muscle s'insère sur toute la longueur de la ligne oblique interne (ou ligne mylo-hyoïdienne).

Le muscle se porte en bas et en dedans vers l'os hyoïde et le raphé médian maxillo-hyoïdien, les fibres antérieures étant courtes et horizontales les autres devenant de plus en plus longues et obliques en bas et en dedans vers l'arrière. Les fibres antérieures et moyennes se terminent sur le raphé maxillo-hyoïdien, les fibres postérieures se terminent sur la face antérieure du corps de l'os hyoïde au-dessous du génio-hyoïdien.

Les deux mylo-hyoïdiens, réunis sur le raphé médian depuis la symphyse du menton jusqu'à l'os hyoïde forment une sangle sur laquelle repose l'étage sus-mylo-hyoïdien du plancher buccal.

Innervation.

Par le nerf du mylo-hyoïdien, branche du nerf mandibulaire, 3e branche du trijumeau.

Action.

Ils abaissent la mâchoire quand le point fixe est hyoïdien, élèvent l'os hyoïde quand le point fixe est mandibulaire.

c. Le muscle digastrique

Forme, situation, trajet.

Situé à la partie supérieure et latérale du cou, formé d'un ventre antérieur et d'un ventre postérieur réunis par un tendon intermédiaire, le muscle s'étend du temporal à la mandibule en s'incurvant au-dessus de l'os hyoïde.

Insertion, description.

Le digastrique naît en haut d'une rainure creusée à la partie supérieure de la face interne de la mastoïde et bordée en dedans par l'éminence juxta-mastoïdienne. L'insertion se fait par des fibres charnues et des fibres tendineuses. De cette insertion naît le ventre postérieur du muscle qui se dirige obliquement en bas, en avant et en dedans en se rétrécissant progressivement. Il se termine un peu au-dessus de l'os hyoïde par un tendon cylindrique, le tendon intermédiaire.

Ce tendon traverse presque toujours le muscle stylo-hyoïdien, ou bien passe en dedans ou en dehors de lui, avant de s'engager dans une coulisse fibreuse formée par l'attache hyoïdienne de l'aponévrose cervicale superficielle. Le tendon intermédiaire s'infléchit au niveau de l'os hyoïde du fait de nombreuses attaches tendineuses. En effet, les fibres les plus postérieures du ventre postérieur prolonge sa direction au lieu de se jeter dans le tendon intermédiaire et s'insèrent pour une part sur l'os hyoïde tandis que d'autres s'unissent sur la ligne médiane avec celles du côté opposé se confondant au-dessus de l'os hyoïde avec l'aponévrose cervicale superficielle qu'elles renforcent.

Le tendon intermédiaire se continue avec le ventre antérieur du muscle, oblique en haut, en avant et en dedans, qui reçoit quelques fibres tendineuses de l'os hyoïde et qui chemine, plus grêle que le ventre postérieur, à la face inférieure du mylo-hyoïdien.

Le ventre antérieur s'attache par des fibres charnues et des fibres tendineuses dans la fossette digastrique du bord inférieur de la mandibule.

Les deux ventres antérieurs appliqués sous le mylo-hyoïdien délimitent la loge sous-mentale, triangulaire à base postérieure. Dans cette loge se trouvent les ganglions sous-mentaux, les dernières ramifications de l'artère sous-mentale, branche de la faciale et les veines d'origine des jugulaires antérieures.

Action.

Le ventre postérieur du digastrique est élévateur de l'os hyoïde, le ventre antérieur abaisse la mandibule ou élève l'os hyoïde suivant que son point d'appui est sur l'un ou l'autre de ces os.

Innervation.

Le ventre postérieur est innervé par le rameau du stylo-hyoïdien et du ventre postérieur du digastrique, collatérale extra-pétreuse du nerf facial. Le rameau du digastrique est parfois anastomosé avec le glosso-pharyngien. Le ventre antérieur est innervé par le nerf mylo-hyoïdien, branche du nerf mandibulaire, 3e branche du trijumeau.

d. Le muscle stylo-hyoïdien

Forme, situation, trajet.

Mince et grêle, situé en avant et en dedans du ventre postérieur du digastrique, il descend obliquement de l'apophyse styloïde à l'os hyoïde.

Insertion, description.

Le muscle s'insère sur la partie postéro-externe de l'apophyse styloïde, près de la base de l'apophyse. Au tendon d'origine, fait suite le corps musculaire oblique en bas, en avant et en dedans, accompagnant le ventre postérieur du digastrique d'abord en dedans puis en avant de lui.

Arrivé au niveau du tendon intermédiaire du digastrique, un peu au-dessus de l'os hyoïde le muscle se dédouble, pour livrer passage à ce tendon. Plus rarement, le muscle passe en totalité en dedans ou en dehors du tendon. Le muscle se termine par une lame tendineuse à la face antérieure du corps de l'os hyoïde.

Action.

Il est élévateur de l'os hyoïde.

Innervation.

Par le nerf du stylo-hyoïdien et du ventre postérieur du digastrique, collatérale du nerf facial.

II. Muscles sous-hyoïdiens

Ce sont quatre muscles pairs qui abaissent l'os hyoïde et donc indirectement la mandibule.

a. Le muscle sterno-thyroïdien

Forme, situation, trajet.

Long et aplati, le muscle sterno-thyroïdien s'étend en avant du larynx et du corps thyroïde, depuis le sternum jusqu'au cartilage thyroïde.

Insertion, description.

Il s'insère en bas par des fibres charnues suivant une ligne oblique en bas et en dehors à la face postérieure du manubrium sternal et du premier cartilage costal. Cette ligne d'insertion rejoint en dedans celle du muscle opposé.

Le muscle monte obliquement en haut et en dehors en avant du corps thyroïde qu'il recouvre. Il se rétrécit vers le haut et se termine par des fibres tendineuses et charnues sur les tubercules de la face externe du cartilage thyroïde et sur la crête, ou le cordon fibreux, qui les réunit. Cette insertion se confond avec celle du thyro-hyoïdien.

Innervation.

Par des rameaux issus de l'anse anastomotique entre la branche descendante du grand hypoglosse et la branche descendante du plexus cervical profond.

Action.

Le sterno-thyroïdien abaisse le larynx et fixe l'insertion du thyro-hyoïdien qui abaisse directement l'os hyoïde, fixant l'insertion inférieure des muscles sus-hyoïdiens et contribuant ainsi à l'abaissement de la mandibule.

b. Le muscle thyro-hyoïdien

Forme, situation, trajet.

Aplati, mince, il est tendu du cartilage thyroïde à l'os hyoïde, continuant le trajet du sterno-thyroïdien.

Insertion et description.

Le thyro-hyoïdien naît, par des courtes fibres aponévrotiques des tubercules de la face externe du cartilage thyroïde et de la crête ou du cordon fibreux qui les réunit. Les insertions thyroïdiennes du muscle sont confondues avec celles du sterno-thyroïdien. Les fibres montent en avant de la membrane thyro-hyoïdienne et s'attachent : au tiers externe

du bord inférieur de la face postérieure de l'os hyoïde, et à la moitié interne de la face inférieure de la grande corne.

Innervation.

Par le nerf thyro-hyoïdien, branche du grand hypoglosse.

Action.

Abaisse l'os hyoïde, et secondairement la mandibule. Il est respirateur accessoire et éleveur du larynx quand os hyoïde et mandibule sont fixés.

c. Le muscle sterno-cléïdo-hyoïdien

Forme, situation, trajet.

Mince et rubané, il s'étend en avant du sterno-thyroïdien et du thyro-hyoïdien.

Insertion, description.

Il s'insère en bas, par des fibres charnues :

— Sur la face postérieure de l'extrémité interne de la clavicule;

— Sur le ligament sterno-claviculaire postérieur ;

— Sur la partie attenante du manubrium sternal.

De là, les fibres montent obliquement en haut et en dedans et se fixent par des fibres tendineuses au bord inférieur de l'os hyoïde, près de la ligne médiane.

Innervation.

Par des rameaux issus de l'anse anastomotique entre la branche descendante du grand hypoglosse et la branche descendante du plexus cervical profond.

Action.

Il abaisse directement l'os hyoïde, et, secondairement, la mandibule.

d. Le muscle omo-hyoïdien

Forme, situation, trajet.

Muscle digastrique, il est tendu obliquement à la face latérale du cou, de l'omoplate à l'os hyoïde.

Insertion, description.

Il est formé de deux ventres, postérieur et antérieur, réunis par un tendon intermédiaire.

Le ventre postérieur s'insère par des fibres tendineuses au bord supérieur de l'omoplate entre l'échancrure coracoïde et l'insertion de l'angulaire. De là, les fibres montent obliquement en haut, en avant et en dedans, passent en arrière de la clavicule, en avant des scalènes. Puis, recouvert par le sterno-cléido-mastoïdien il surcroise le paquet vasculo-nerveux jugulo-carotidien, avec au niveau de ce croisement les ganglions lymphatiques moyens du groupe antérieur de la chaîne jugulaire interne (Ganglion de Cunéo et Poirrier). Au moment où le muscle croise la face antérieure de la jugulaire interne, il présente son tendon intermédiaire et change de direction pour former un angle obtus ouvert en dehors et en haut.

Le ventre antérieur qui fait suite au tendon intermédiaire monte en haut et en dedans le long du bord externe du sterno-cléïdo-hyoïdien, recouvrant les sterno-thyroïdien et thyro-hyoïdien. Il s'attache au bord inférieur du corps de l'os hyoïde en dehors du sterno-cléïdo-hyoïdien.

Innervation.

Par des rameaux de l'anse anastomotique entre la branche descendante du grand hypoglosse et la branche descendante du plexus cervical profond.

Action.

Abaisse directement l'os hyoïde, et, secondairement, la mandibule.

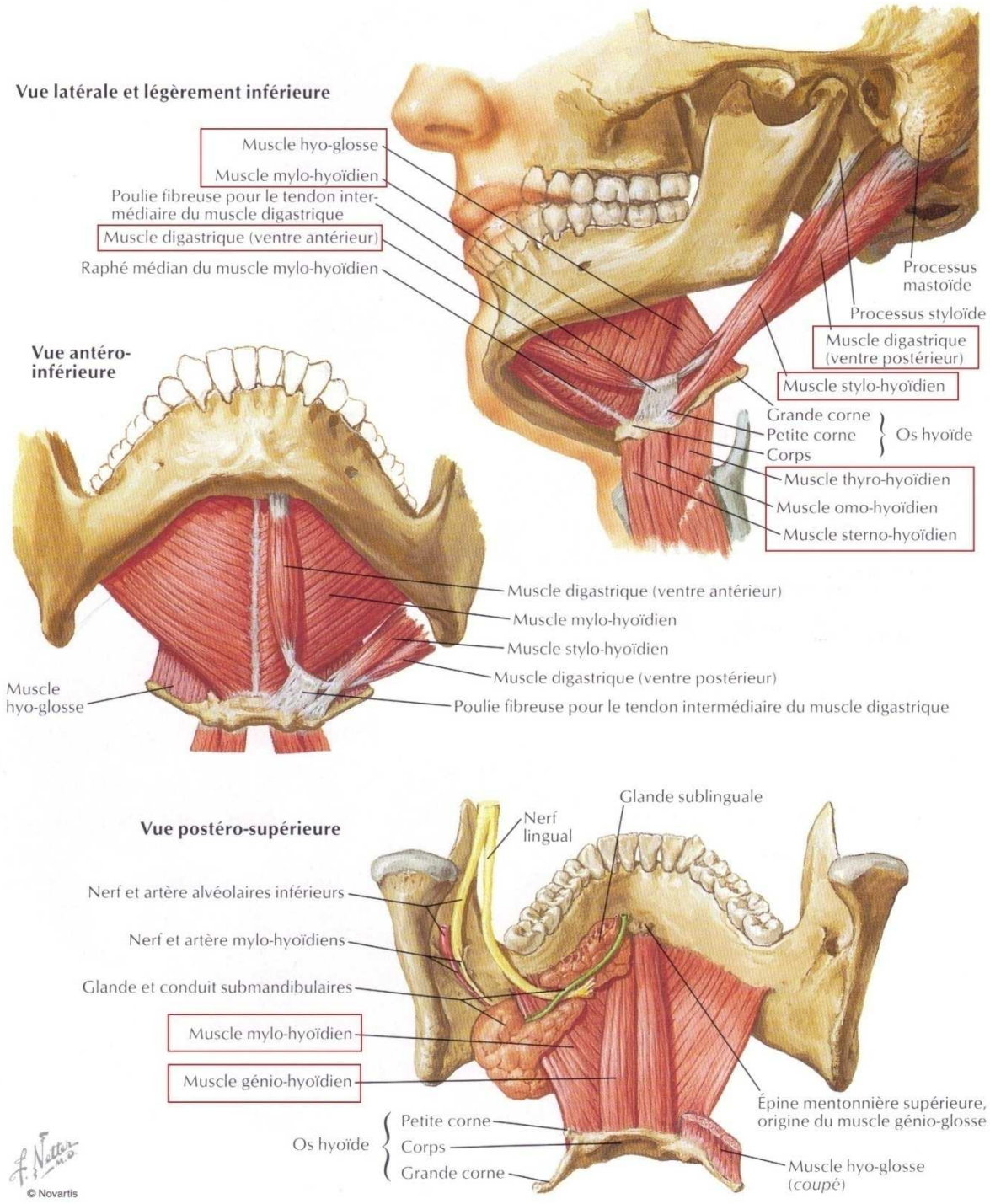


Fig 3. Les muscles abaisseurs de la mandibule. (Netter, 1997)

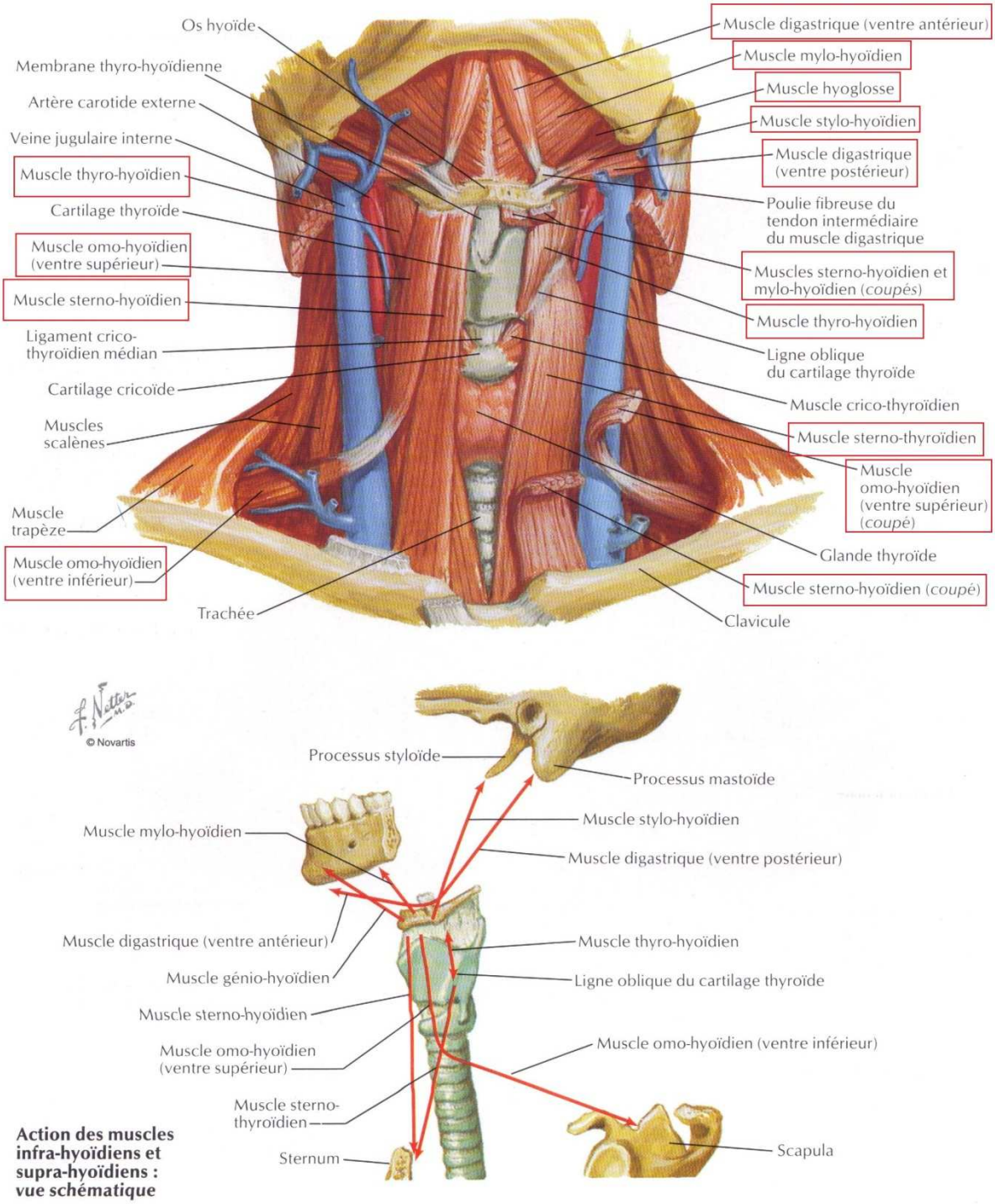


Fig 4. Les muscles abaisseurs de la mandibule et leur action. (Netter, 1997)

2. L'ARTICULATION TEMPORO-MANDIBULAIRE (Couly, 1989 ; Kamina, 1994 ; Netter, 1997 ; Rosencweig, 1994)

L'articulation temporo-mandibulaire ou ATM est une diarthrose qui unit la fosse mandibulaire de l'os temporal avec le condyle de la mandibule par l'intermédiaire d'un ménisque ou disque fibro-cartilagineux et fermée par une capsule articulaire. Il existe deux articulations qui fonctionnent en synergie et permettent les mouvements de la mandibule par rapport au crâne.

A. Description

I. Les surfaces en présence (Fig 5 et 6)

a. Le condyle temporal

C'est la surface articulaire principale, recouverte de fibrocartilage avasculaire. Racine transversale de l'apophyse zygomatique, c'est une saillie transversale, convexe d'avant en arrière, concave de dedans en dehors, qui regarde en bas et en dehors.

Il est limité :

– En dehors : par le tubercule zygomatique antérieur.

– En avant : par le plan sous-temporal de la grande aile du sphénoïde.

– En dedans : par la suture pétro-sphénoïdale.

– En arrière : par la cavité glénoïde non articulaire.

Profonde, la cavité glénoïde est limitée :

– En dehors : par la racine longitudinale du zygoma qui présente le gros tubercule zygomatique postérieur ou heurtoir de Farabeuf.

– En avant : par le condyle temporal articulaire.

– En arrière : par l'apophyse vaginale du tympanal.

– En dedans : par l'épine du sphénoïde.

Le fond de la cavité glénoïde est parcouru par la scissure de Glaser qui la divise en deux champs.

b. Le condyle mandibulaire

Situé à l'angle postéro-supérieur du ramus, c'est une saillie osseuse, oblongue, à grand axe oblique, en dedans et en arrière, horizontale.

Il est en surplomb par rapport au bord postérieur de la mandibule, et déborde ce dernier plus en dedans qu'en dehors.

Le dôme supérieur du condyle présente deux versants dont la réunion réalise une arête mousse de direction transversale.

Le condyle est uni à la mandibule par le col, portion osseuse rétrécie, aplatie d'avant en arrière.

Sa portion antéro-interne est déprimée par une fossette irrégulière où s'insèrent :

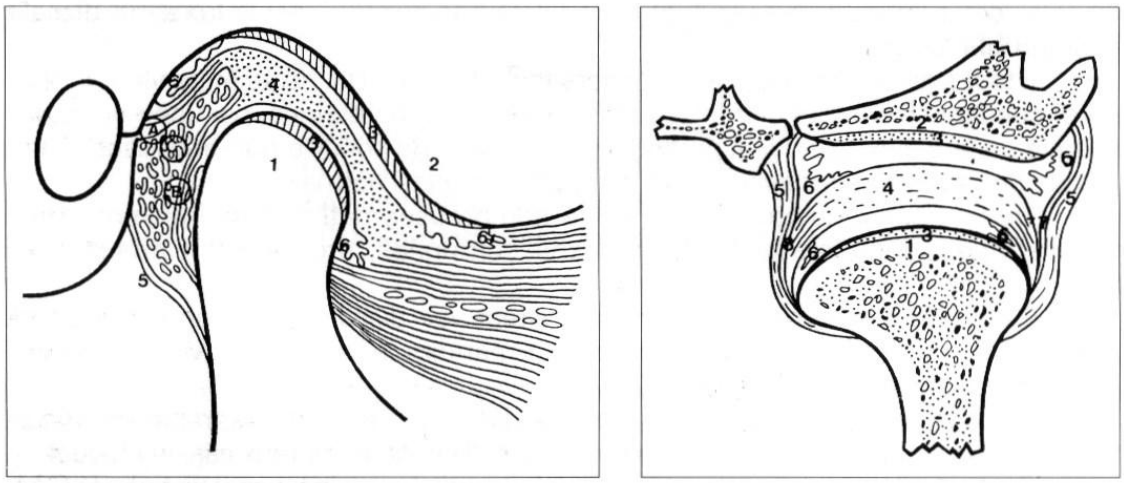
– le muscle ptérygoïdien latéral;

– l'aponévrose ptérygo-temporo-maxillaire.

Sa face externe porte un tubercule osseux où s'insère le ligament latéral externe de l'articulation.

Sa face interne porte le tubercule d'insertion du ligament latéral interne.

A la jonction condyle-col s'insère la capsule articulaire.



Coupe sagittale de l'A.T.M.
1 : Processus condylien ; *2* : Tubercule articulaire ; *3* : Fibrocartilage ; *4* : Disque articulaire ; *5* : Capsule ; *6* : Synoviale (*A* : Lame supérieure rétrodiscale, *B* : Région interlaminaire, *C* : Lame inférieure rétrodiscale).

Coupe frontale de l'A.T.M.
1 : Processus condylien ; *2* : Tubercule articulaire ; *3* : Fibrocartilage ; *4* : Disque articulaire ; *5* : Capsule ; *6* : Synoviale ; *7* : Ligament latéral externe ; *8* : Ligament latéral interne.

Fig 5. Coupes de l'Articulation temporo-mandibulaire. (Rozencweig, 1994)

II. Les moyens d'union

a. Le ménisque temporo-mandibulaire

Interposé entre le condyle temporal et le condyle mandibulaire, le ménisque temporo-mandibulaire est un organe structurellement lié à l'appareil ménisco-capsulo-musculaire. Les deux ménisques sont les médiateurs fonctionnels de la mandibule, vis-à-vis de la base du crâne. Organe exclusivement fibreux, le ménisque est blanc nacré, translucide,

rectangulaire aux angles arrondis. Il présente un bourrelet postérieur transversal et un bourrelet antérieur de même direction. Plan concave supérieur quand il est tendu, il est biconcave au repos en coupe. Son bourrelet antérieur se continue par une lame tendineuse ou frein antérieur, sans transition histologique avec l'ensemble du ménisque ; ce bourrelet antérieur reçoit des faisceaux musculaires spécifiques du ptérygoïdien latéral, du masseter, du temporal et du ptérygoïdien médial. Le bourrelet postérieur se continue en arrière par une lame fibreuse ou frein postérieur qui se jette dans la suture tympano-squameuse. Le ménisque, ses freins, la capsule articulaire et les surfaces articulaires temporale et mandibulaire proviennent d'un même tissu conjonctif embryonnaire, tissu qui présente tout au long de la vie les mêmes caractéristiques histologiques.

b. L'appareil ménisco-capsulo-musculaire

C'est un manchon tronconique fibreux disposé tout autour de l'articulation, plus épais en arrière qu'en avant.

Il présente :

– Une circonférence d'insertion supérieure sur le temporal :

sur le bord antérieur de la racine transverse du zygoma en avant ;

sur la base de l'épine du sphénoïde en dedans ;

sur a lèvre antérieur de la scissure de Glaser en arrière ;

sur le bord inférieur de la racine longitudinale du zygoma en dehors.

– Une circonférence d'insertion inférieure mandibulaire se fixant à la jonction col-condyle.

La capsule articulaire est constituée de fibres exclusivement verticales, de plusieurs types :

– les unes, longues et superficielles, sont basicranio-mandibulaires ;

– les autres, courtes et profondes, tapissent la face profonde de la capsule. Ce sont :

Des fibres temporo-méniscales plus résistantes en avant et en arrière où sont réalisés de véritables freins méniscaux :

Le frein temporo-méniscal postérieur de Sappey très épais.

Le frein temporo-méniscal antérieur de Pétrequin, plus faible.

Des fibres ménisco-mandibulaires.

Ces fibres courtes divisent l'articulation en deux étages :

– supérieur sus-méniscal

– inferieur sous-méniscal.

La capsule donne encore insertion en avant à quelques fibres musculaires du ptérygoïdien latéral.

c. Les ligaments propres

– Le ligament latéral externe

Il est épais, oblique en bas et en arrière, triangulaire à base supérieure.

Il s'insère :

En haut : sur la racine longitudinale et le tubercule antérieur du zygoma

En bas : sur le tubercule externe du col

– Le ligament latéral interne

Il est plus mince que le précédent.

Il s'insère :

En haut : sur la base de la face externe de l'épine du sphénoïde

En bas : sur le tubercule interne du col.

d. Les ligaments accessoires

– Le ligament sphéno-mandibulaire

C'est une bandelette fibreuse tendue de l'épine du sphénoïde à l'épine de Spix.

Elle présente un renforcement postérieur : le ligament tympano-maxillaire qui se jette sur le sommet et la base de l'antilingula.

Les deux insertions fibreuses mandibulaires délimitent le trou mylo-hyoïdien par où passe le paquet mylo-hyoïdien.

Le ligament sphéno-maxillaire est le bord postérieur de l'aponévrose interptérygoïdienne.

– Le ligament stylo-mandibulaire :

Il est tendu du sommet de l'apophyse styloïde au 1/3 inférieur du bord postérieur de la mandibule.

– Le ligament ptérygo-mandibulaire :

Il est tendu entre le crochet ptérygoïdien et l'extrémité postérieure du bord alvéolaire de la mandibule en arrière de la dent de sagesse.

Les muscles masticateurs assument le rôle de ligaments actifs.

III. La synoviale

Elle tapisse la face profonde de la capsule.

Il existe deux synoviales, qui correspondent aux étages sus et sous-méniscaux de l'articulation.

– La synoviale supérieure sus-méniscale :

Lâche, elle tapisse l'étage ménisco-temporal de l'articulation. Elle suit en haut les attaches de la capsule ; en bas, elle s'attache au pourtour du ménisque. Elle respecte le cartilage et forme des culs-de-sac entre l'insertion méniscale et l'insertion osseuse à la limite du cartilage.

– La synoviale sous-méniscale :

Elle s'attache en bas sur le pourtour du col du condyle, en haut à la périphérie du ménisque sur sa face mandibulaire.

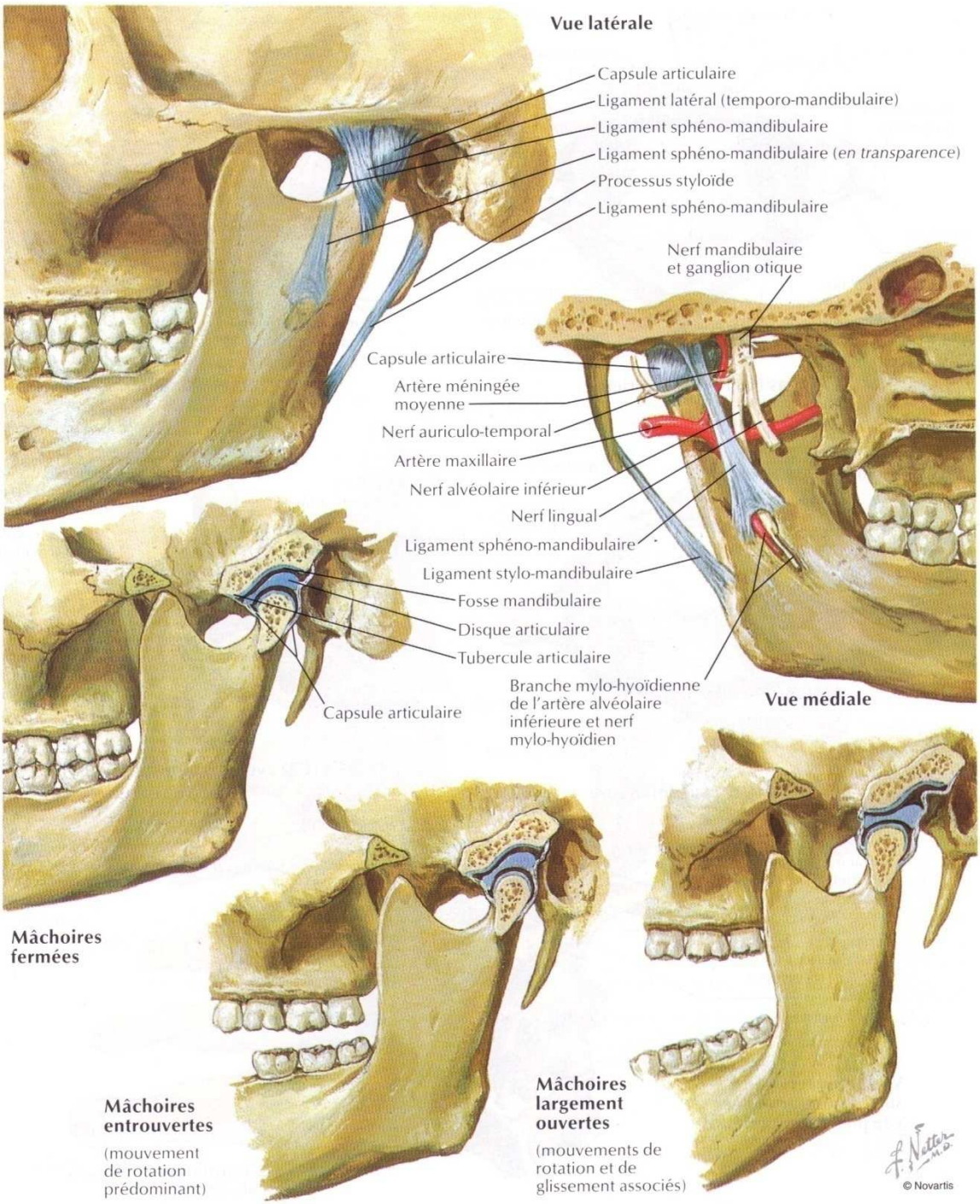


Fig 6. L'Articulation temporo-mandibulaire. (Netter, 1997)

IV. Vaisseaux et nerfs

a. Les artères

Les artères temporale superficielle, temporale profonde postérieure, maxillaire interne, les artères auriculaire postérieure et pharyngienne ascendante, par leurs branches, irriguent l'articulation temporo-mandibulaire.

b. Les veines

Elles forment autour du condyle un manchon veineux plexiforme péricondylien, qui se drainent vers les veines parotidiennes.

c. Les vaisseaux lymphatiques

Ils se drainent dans les ganglions prétragiens et parotidiens.

d. Innervation

Par l'intermédiaire du nerf auriculo-temporal qui reçoit des fibres de la sensibilité profonde de la capsule ; les nerfs temporaux profonds postérieurs et massétérins innervent la partie antérieure de la capsule.

B. Physiologie

Les articulations temporo-mandibulaires font partie des articulations les plus sollicitées avec environ 10 000 mouvements par 24 heures. Elles participent à deux fonctions essentielles, l'ouverture de la bouche et la mastication. Elles fonctionnent simultanément et présentent globalement trois degrés de liberté. Chaque articulation est double du point de vue fonctionnel :

_ dans l'articulation ménisco-temporale s'effectuent des mouvements de translation ;

_ dans l'articulation ménisco-mandibulaire siègent des mouvements de rotation.

I. Au repos mandibulaire

Le condyle mandibulaire est situé dans la partie antérieure de la cavité glénoïde (partie haute du versant postérieur du condyle temporal).

II. En occlusion centrée

Le condyle est plus en arrière que dans la position de repos. En relation centrée mandibulo-crânienne les condyles occupent la position la plus haute qui soit possible dans la cavité glénoïde.

III. Ouverture buccale

Jusqu'à une ouverture de 2cm, le condyle opère un mouvement de rotation pure sans translation du ménisque.

Au-delà, le ménisque présente un mouvement de translation sagittale en bas et en avant accompagné du condyle (Fig 7).

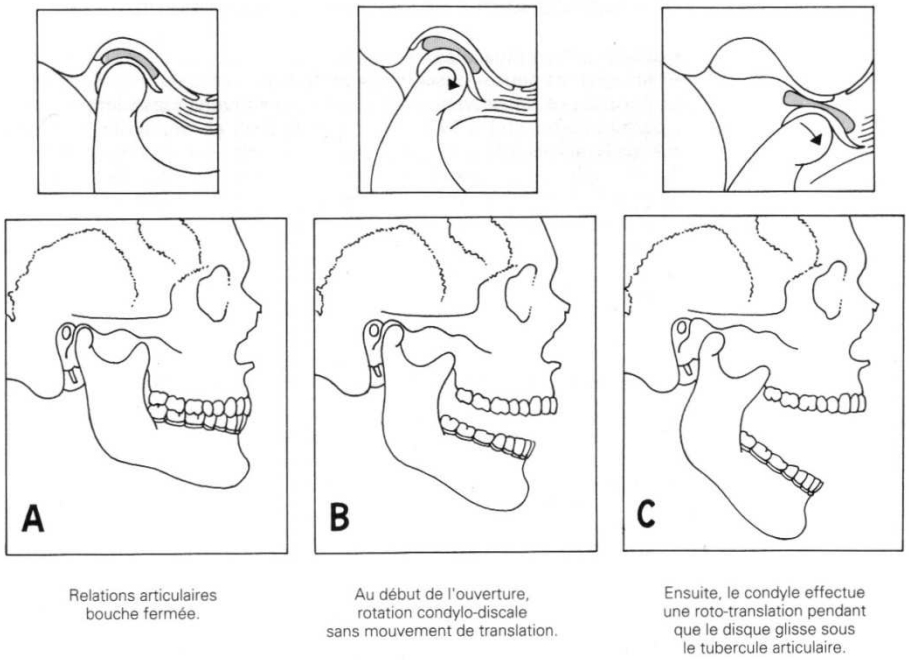


Fig 7. (Rozencweig, 1994)

IV. Diduction droite

Le condyle gauche se déplace en bas en avant et en dedans, et entraîne son ménisque dans ce déplacement.

Le condyle droit glisse légèrement en dehors (en avant ou en arrière légèrement).

V. Conclusion

La fonction de l'ATM, étroitement liée au système dentaire, est primordiale pour la mastication mais aussi pour la phonation, la respiration et la déglutition.

3. LES TISSUS DE SOUTIEN DE LA DENT (Bercy et Tenenbaum, 1996 ; Netter, 1997)

A. Le desmodonte ou ligament dento-alvéolaire

Le ligament alvéolo-dentaire (Fig 8), que l'on appelle aussi desmodonte, est une lame de tissu conjonctif fibreux qui entoure la racine et qui, par l'intermédiaire des fibres de Sharpey, attache la dent à l'alvéole osseuse.

I. Structure

II s'agit d'un tissu conjonctif fibreux comprenant des fibroblastes, de la substance fondamentale et des fibres en très grand nombre.

Parmi les éléments fibrillaires, on compte surtout du collagène (90 %). Les fibres de conjonctif du ligament sont organisées en faisceaux. Ceux-ci sont horizontaux dans la partie coronaire, obliques dans la partie moyenne, et verticaux dans la partie apicale et dans les espaces interradiculaires.

Les éléments cellulaires les plus nombreux sont les fibroblastes qui ont pour fonction la synthèse du collagène, mais il existe aussi une phagocytose du collagène par les fibroblastes, ce qui permet un remaniement perpétuel du collagène du desmodonte. Dans le ligament, du côté osseux, des ostéoblastes et des ostéoclastes participent au remaniement de l'os. Du côté cémentaire, apparaissent des cémentoblastes et des cémentoclastes. Des cellules épithéliales sont comprises dans le ligament, elles constituent les débris de Malassez.

La vascularisation du ligament provient de trois sources d'artérioles. Un groupe péri-apical tout d'abord, il s'agit d'un tronc vasculaire qui se détache de l'artère dentaire. Une

source gingivale d'autre part et enfin, une vascularisation via la lame cribriforme, donc à partir de l'os alvéolaire. Le système veineux et l'innervation suivent des voies parallèles.

II. Physiologie

Le ligament alvéolo-dentaire garantit la fixation de la dent dans l'alvéole. Il est constitué d'un plexus fibreux terminé du côté alvéolaire par une implantation de fibres calcifiées dans la trame collagénique osseuse. On remarque le même genre de fixation du côté du cément, ce qui explique l'ancrage de la dent dans l'alvéole.

Il existe également, dans la structure de ce ligament, des cellules indifférenciées qui se transformeront en ostéoblastes et en cémentoblastes, ce qui permet les remaniements osseux et les réparations des résorptions cémentaires localisées.

L'innervation du ligament alvéolo-dentaire présente une importance capitale, car elle constitue une protection pour le parodonte au moyen des mécanorécepteurs. En effet, des réflexes d'ouverture se produisent dès que se manifeste une pression occlusale importante. Cela empêche des fractures dentaires ou alvéolaires.

Le ligament joue un rôle amortisseur des forces occlusales. Deux hypothèses se confrontent : une fonction de suspenseur grâce aux fibres conjonctives ou une suspension due au contenu hydraulique de l'espace desmodontal (vaisseaux et substance fondamentale) agissant comme une chambre remplie de fluide dont une paroi est poreuse (lame criblée). Ces deux mécanismes pourraient coexister.

B. L'os alvéolaire

L'os alvéolaire (Fig 8) est la partie de l'os maxillaire et de l'os mandibulaire qui contient les alvéoles dentaires.

I. Structure

L'os alvéolaire comprend une corticale externe, un os spongieux médian et une corticale alvéolaire que l'on appelle aussi lame cribriforme ou lamina dura. L'os alvéolaire, comme tout tissu osseux, est un tissu conjonctif calcifié.

Le périoste recouvre seulement la corticale externe.

La partie des fibres ligamentaires ancrée dans la corticale interne s'appelle fibres de Sharpey.

L'os alvéolaire est en perpétuel remaniement sous l'influence de l'éruption, de l'occlusion et des traitements d'orthopédie dento-faciale éventuels.

La corticale interne qu'on appelle aussi lame cribriforme dispose de nombreux pertuis par lesquels la vascularisation du ligament est assurée. Ces pertuis présentent aussi un intérêt lorsque la dent est soumise aux forces masticatoires.

II. Physiologie

L'os alvéolaire obéit aux lois de la physiologie osseuse. Il est sensible à l'influence de la vitamine D, de la calcitonine et de la parathormone. Cet os alvéolaire est un os comparable à tous les autres, c'est-à-dire que l'influence exercée sur lui par ces différents paramètres est semblable à celle qu'ils montrent autre part dans l'organisme. Par sa trame

collagénique calcifiée, l'os alvéolaire apporte une certaine rigidité à l'ensemble, ce qui permet le calage de la dent. Il assure aussi la fixation des fibres ligamentaires et constitue un soutien pour le tissu gingival.

Des remaniements morphologiques s'effectuent au niveau de l'os alvéolaire. Ils s'avèrent importants pendant l'éruption, pendant les premiers contacts occlusaux et au point de vue thérapeutique, lors d'un traitement orthodontique.

Un rôle particulier est à observer concernant la lamina dura. Cette corticale interne comprend de nombreux pertuis à travers lesquels s'opère la vascularisation du ligament. De plus, ils autorisent le reflux des liquides desmodontaux vers l'os alvéolaire, ce qui permet au ligament de jouer un rôle amortisseur lors des contacts occlusaux ou masticatoires.

Il joue aussi un rôle très important d'amortisseur et de détecteur des contraintes. Il absorbe préférentiellement les pressions occlusales dirigées selon le grand axe de résistance de la dent.

Ces fonctions sont principalement remplies par le desmodonte, mais aussi par l'os alvéolaire dont la fonction n'est pas seulement de fournir un support à la dent mais aussi de résister en absorbant les forces transmises par l'occlusion. Cet os est extrêmement sensible à tout changement d'amplitude et de direction des forces appliquées.

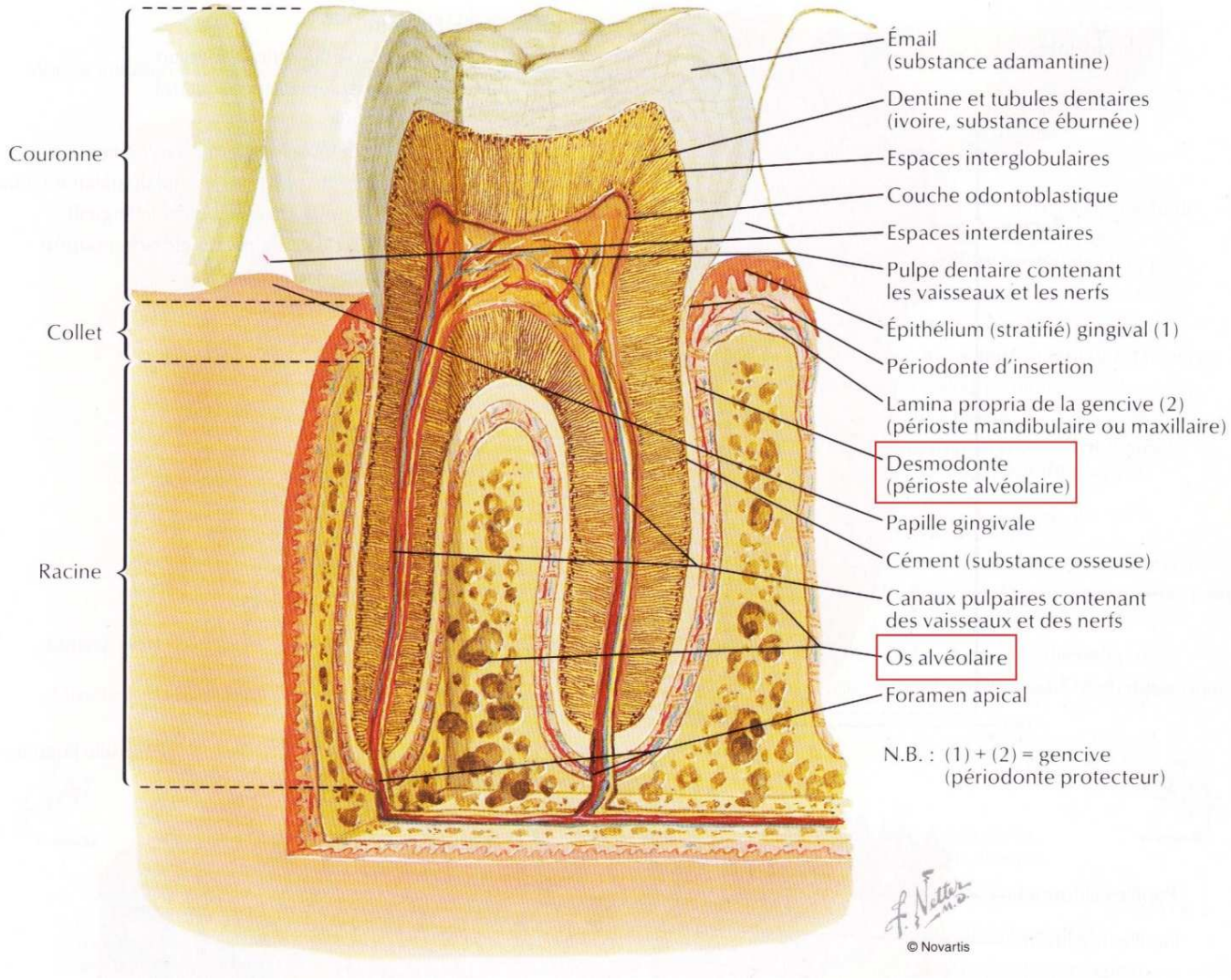


Fig 8. Tissus de soutien de la dent. (Netter, 1997)

II. L’occlusion dentaire

(Orthlieb, 2000 ; Hüe, 1992)

1. INTRODUCTION

L'occlusion, dans ses aspects statiques et dynamiques, est organisée pour optimiser essentiellement la fonction de nutrition, même si parallèlement, l'appareil manducateur humain a développé d'autres capacités fonctionnelles. La fonction de nutrition avec ses phases de préhension-section, déchirement, trituration, déglutition est convenablement assurée par :

– l'anatomie occlusale spécifique des différents secteurs d'arcades (incisif, canin, pluricuspidé) permettant l'efficacité de la section, du déchirement et de la trituration alimentaire ;

– l'organisation curviligne des arcades dentaires dans les trois plans de l'espace ;

– la stabilité et la précision de l'occlusion d'intercuspidation maximale (OIM) facilitant le travail musculaire et optimisant la phase de déglutition ;

– l'affrontement correct de deux arcades dentaires qui dépend de leur bonne coordination ; il est lié à l'absence d'un décalage squelettique maxillo-mandibulaire ;

– un guidage dentaire non abrupt, créant, en diduction, un rapprochement homogène des dents cuspidées sur tout le coté travaillant, ce qui accentue l'efficacité masticatoire. Il en résulte une diminution notable de l'intensité et du temps d'application des forces masticatoires.

2. DEFINITIONS

A. L'occlusion

L'occlusion dentaire représente l'état, à un instant donné, du rapport inter-arcades défini par au moins un point de contact. Par extension, l'occlusion correspond à toute situation de contact inter-arcades et correspond aussi à ce que l'on appelle « les contacts occlusaux » (Fig 9).

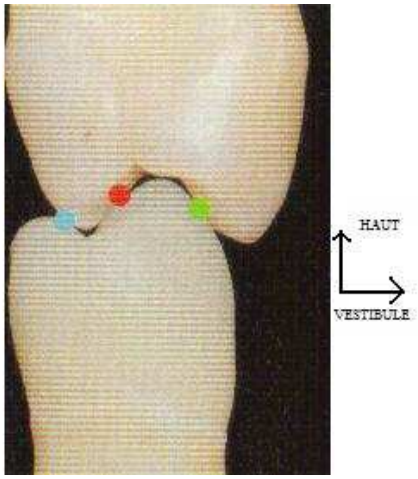


Fig 9 : Exemple de contacts occlusaux entre deux prémolaires. (Orthlieb, 2000)

Les contacts occlusaux conditionnent la fonction occlusale. Des lois biomécaniques, c'est-à-dire des principes mécaniques appliqués au domaine biologique, auxquelles sont associés des contrôles neurologiques dirigent l'établissement des fonctions et des protections organisées de manière hiérarchisées : organe dentaire, système d'arcade, appareil manducateur.

B. L'organe dentaire

I. La morphologie occlusale

La fonction occlusale fait appel aux organes dentaires dont les surfaces occlusales (Fig 10), par leur morphologie, constituent la partie active de la dent qui a pour but biologique de favoriser la fonction de nutrition. Le reste de l'organe dentaire, c'est-à-dire les faces axiales corono-radiculaires, en constitue le support.

A l'échelle de l'organe dentaire, c'est donc la morphologie occlusale qui conditionne la fonction occlusale. Ainsi, les différentes classes de dents (incisives, canines, prémolaires et molaires) représentent la réponse morphologique à un double impératif fonctionnel : mastication et stabilisation. L'anatomie occlusale est ainsi constituée de formes convexes : les cuspides pour les dents cuspidées (canines, prémolaires et molaires) ou le bord libre pour les incisives, et de formes concaves : sillons, fosses et fossettes.

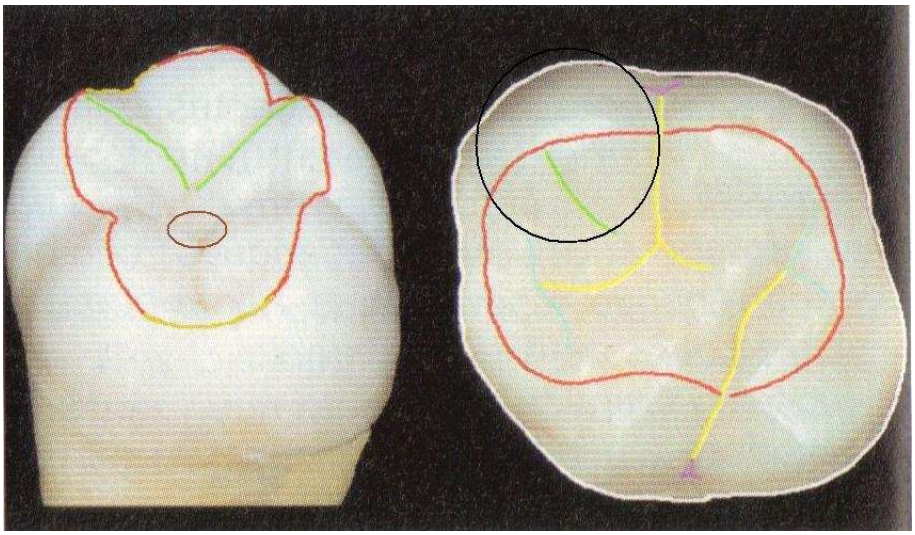


Fig 10 : Anatomie occlusale. Crête occlusale (rouge) ; crête marginale (orange) ; arrête interne (vert) ; sillon principal (jaune) ; sillon marginal (bleu) ; sillon périphérique (rose) ; cuspide (noir) ; fosse centrale (marron) ; face occlusale délimitée par la ligne de plus grand contour (blanc) ; table occlusale délimitée par la ligne de crête (rouge)

(Orthlieb, 2000)

Les cuspides

– Les impératifs physiologiques

Les protubérances hémisphériques que sont les cuspides constituent la réponse ergonomique aux impératifs physiologiques suivants:

- faciliter l'éruption ;
- favoriser la prophylaxie ;
- réduire la tendance à la fracture ;
- réduire le travail musculaire ;
- réduire les forces appliquées sur le tissu de soutien ;
- éviter la morsure de la joue et de la langue.

– Les types de cuspides

Au niveau des dents pluricuspidées, on distingue deux types de cuspides :

Les cuspides d'appui, qui sont normalement les cuspides vestibulaires à la mandibule et les cuspides palatines au maxillaire ; elles entretiennent des contacts antagonistes par leurs deux versants :

– Elles sont centrées dans la fosse antagoniste (l'axe de la cuspide correspond au grand axe de la dent antagoniste) ;

– Elles maintiennent la dimension verticale d'occlusion : ce sont des butées verticales ;

– Elles broient les aliments en jouant le rôle d’un pilon.

Les cuspides guides, qui sont normalement les cuspides vestibulaires au maxillaire et les cuspides linguales à la mandibule, elles entretiennent des contacts antagonistes par leur seul versant interne :

– Elles protègent les joues et la langue de la morsure en les maintenant à l'écart des cuspides porteuses ;

– Hauteur et pente cuspidienne.

Les morphologies occlusales sont variées suivant les sujets (Fig 11). Elles présentent naturellement un relief occlusal parfois très marqué, parfois très adouci.

La hauteur cuspidienne, mesurée de la pointe de la cuspide à un plan de référence horizontal passant par le sillon principal, permet l'évaluation du relief occlusal caractéristique d'un sujet donné. Cette morphologie cuspidienne est plus précisément évaluée par l'inclinaison du versant cuspidien. Cet angle définit la pente cuspidienne. Plus le relief occlusal est marqué par une forte pente cuspidienne, meilleures sont la fonction masticatoire et la stabilisation occlusale en OIM, mais plus les risques d'interférences occlusales sont importants. La notion d'équilibre occlusal se situe dans le meilleur compromis entre deux caractères opposés : relief occlusal marqué et absence d'interférences.

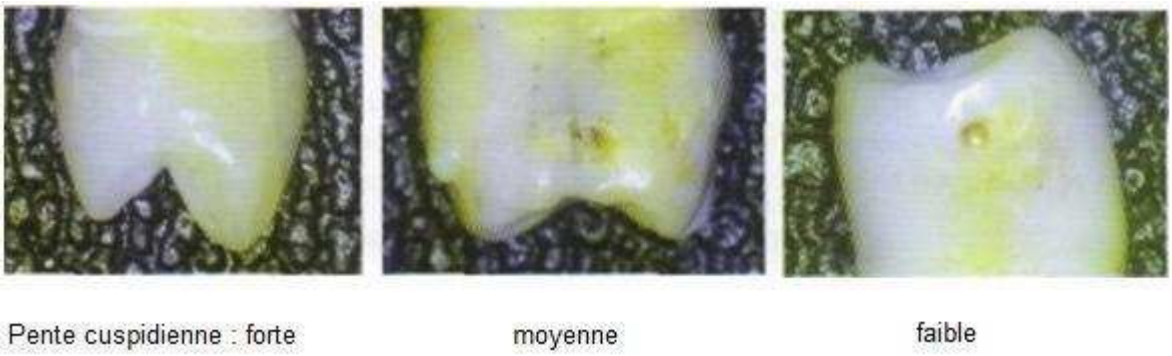


Fig 11 : Pente cuspidienne. (Orthlieb, 2000)

– Contacts punctiformes et tripodisme.

Du fait de la forme convexe des cuspides, les contacts inter-occlusaux provoqués par l'affrontement de deux dents antagonistes déterminent des surfaces de contacts réduites, dites punctiformes (Fig 12).

Cette caractéristique varie avec le temps puisque les dents subissent une usure physiologique qui augmente la surface de contact, mais de manière plus marquée lors de la présence de bruxisme qui abouti à la formation de facettes d'abrasion. Or, plus les surfaces de contact sont grandes plus elles sont génératrices d'instabilité, d'usure et d'inefficacité, mais aussi de nocivité des forces qui sont transmises à travers elles.

Contacts ponctiformes et tripodisme permettent une multiplicité de petits points de contacts occlusaux, qui assurent:

– la transmission axiale des forces ;

– le calage et la stabilisation de la dent ;

– la réduction des surfaces en contact favorisant l'échappement et diminuant l'usure ;

– l'obtention d'une efficacité maximale pour un travail musculaire minimum. Selon Hüe (1997), le comportement des muscles masticateurs est totalement lié au nombre et à la position des contacts occlusaux.

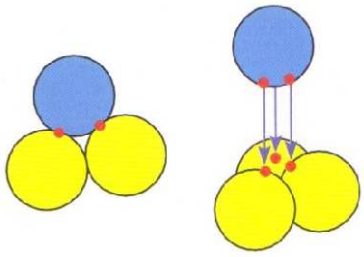


Fig 12 : Tripodisme. Une surface convexe en contact avec deux surfaces convexes crée deux points de contact (rapport une dent sur deux dents : cuspide sur crêtes marginales antagonistes, le contact est dipodique). Une surface convexe en contact avec trois surfaces antagonistes crée trois points de contact (une cuspide entretient trois contacts avec la fosse antagoniste, le contact est tripodique).

(Orthlieb, 2000)

Les sillons

Ils correspondent aux reliefs concaves de l'aire occlusale, formés par l'intersection des différents reliefs convexes. Un sillon est dit principal lorsqu'il sépare deux cuspides : il rejoint les fosses, nées de la rencontre de trois éléments arrondis et se termine en fossette. De ces sillons principaux partent des ramifications, dénommées sillons secondaires, qui creusent les bombés cuspidiens et améliorent l'efficacité masticatoire. Mise à part l'augmentation considérable du rendement masticatoire, les sillons constituent des voies d'échappement pour le bol alimentaire et pour les cuspides antagonistes en mouvement, évitent les interférences occlusales.

II. Support radiculaire

Par sa morphologie, son orientation dans l'espace et l'organisation tissulaire du parodonte, le support radiculaire absorbe les contraintes appliquées sur la face occlusale. Il comprend la partie radiculaire de la dent.

La résistance de l'organe dentaire est liée au nombre et à la morphologie des racines, c'est-à-dire de la surface radiculaire s'opposant aux contraintes.

Les molaires mandibulaires s'inscrivent dans un triangle à base occlusale alors que les molaires maxillaires le font généralement dans un triangle à base apicale. Ces dernières présentent un triangle de sustentation beaucoup plus large.

III. Les arcades dentaires

Au niveau du système d'arcades, l'organisation des différents organes dentaires en arcade parabolique continue aboutit à un équilibre optimal, répartissant et dirigeant les pressions pour assurer la conservation de l'ensemble des pièces constitutives. On parle aussi de courbe de compensation. La compréhension de la forme des arcades dentaires n'a de sens que dans la mise en relation des deux arcades antagonistes (maxillaire et mandibulaire) observées d'un point de vue dynamique (statique et cinétique).

Les arcades dentaires humaines sont curvilignes dans les trois plans de l'espace :

– dans le plan horizontal, la forme parabolique et l'arc continu (sans diastème) maintient une bonne stabilité des dents et assurent une répartition des contraintes ;

– dans le plan sagittal, elle s'organise selon la courbe de Spee (Fig 13);

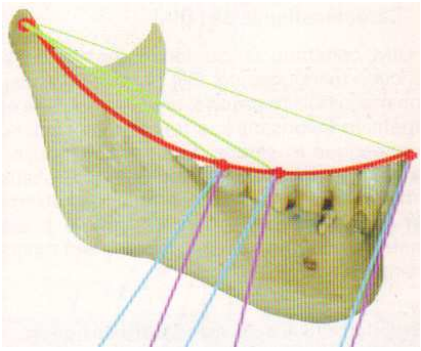


Fig 13 : Courbe de Spee. (Orthlieb, 2000)

– dans le plan frontal, elle s'organise selon la courbe de Wilson.

L'ensemble constitue le plan d'occlusion. Seule une organisation curviligne du plan d'affrontement des arcades permet d'obtenir la stabilisation dentaire et mandibulaire ainsi que l'efficacité masticatoire.

3. LES RAPPORTS D'OCCLUSION

A. L'occlusion d'intercuspidation maximale : OIM

I. Définition

II s'agit de la position d'occlusion où le rapport d'engrènement dentaire se caractérise par le plus grand nombre de contacts inter-arcades. Ce rapport est indépendant de la situation des condyles dans les fosses temporales.

II. Caractéristiques

L'OIM constitue la clé fondamentale de la fonction manducatrice. Elle permet une position mandibulaire précise, unique, médiane et répétitive permettant une fonction musculaire facilitée : automatique et simple (facilitation neuro-musculaire). Elle est caractérisée par la multiplicité des contacts occlusaux simultanés, assurant la répartition des efforts sur l'ensemble de la denture, même si les dents antérieures sont très légèrement moins chargées.

III. Description de l'OIM

a. Sens vestibulo-Lingual

L'arcade maxillaire circonscrit l'arcade mandibulaire dans le sens vestibulo-lingual, définissant ainsi le surplomb (Fig 14) (projection dans le plan horizontal de la distance entre les sommets cuspidiens ou les bords libres mandibulaires et maxillaires).

b. Sens vertical

Le recouvrement (Fig 14) correspond à la projection dans le plan vertical de la distance entre les bords libres ou les cuspides vestibulaires maxillaires et les bords libres ou les cuspides vestibulaires mandibulaires en OIM. Ce recouvrement diminue de mésial en distal.

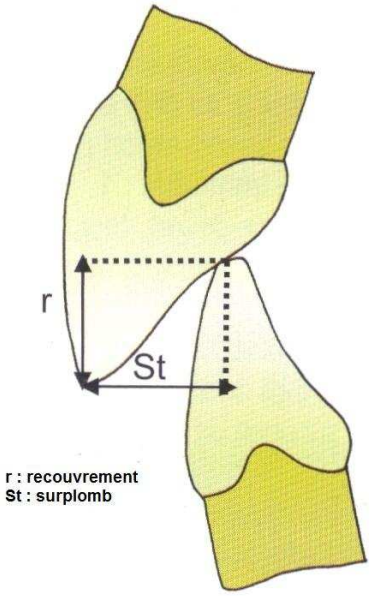


Fig 14 : Recouvrement et surplomb. (Abjean, 2002)

c. Sens mésio-distal

Seul le modèle d'occlusion 1 dent / 2 dents est retenu comme modèle de référence, même si l'école gnathologique a critiqué cette relation occlusale, en raison du risque de bourrage au cours de la mastication. En effet, elle est d'une part représentée chez 85 % des sujets à denture naturelle et d'autre part la pression mésiale assurant la continuité de l'arcade empêche l'ouverture des contacts proximaux et donc le risque de bourrage. Le rapport d'occlusion dent sur dent crée un faible engrènement et constitue par là une source d'instabilité mandibulaire (Fig 15)

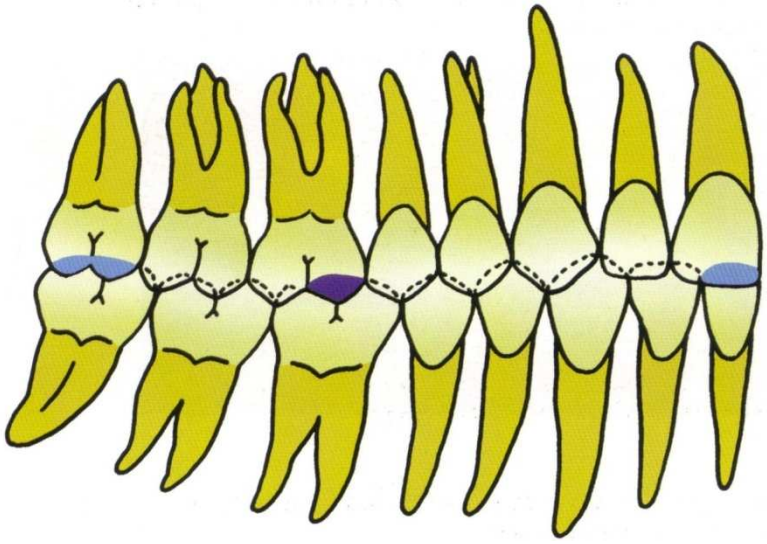


Fig 15. La cuspide mésiovestibulaire de la première molaire supérieure correspond au sillon vestibulaire intercuspidien de la première molaire inférieure, idem pour les deuxièmes molaires. Dans ces conditions, les dents d'une arcade entrent en contact occlusal avec les surfaces de deux dents de l'arcade antagoniste, à l'exception des incisives centrales mandibulaires et des troisièmes molaires maxillaires. (Abjean, 2002)

IV. Rôle de stabilisation de l'OIM

L'OIM permet une stabilité mandibulaire et assure une nécessaire stabilité dentaire définie comme l'égalisation des contacts occlusaux prévenant les migrations dentaires lors de l'élévation mandibulaire.

La stabilisation mésio-distale est acquise par la continuité de l'arcade assurée par les contacts proximaux et par l'orientation du plan d'affrontement des arcades (plan d'occlusion). La stabilisation vestibulo-linguale est liée à la présence de contacts occlusaux en opposition et à l'équilibre des pressions musculaires (lèvres, joues, langue). La stabilisation verticale est réalisée par les contacts occlusaux.

La stabilité et la symétrie mandibulaire apportées par l'occlusion d'intercuspidation maximale permettent d'optimiser la phase de déglutition. L'OIM correspond en effet à l'équilibre statique de déglutition.

B. La relation centrée

Une définition a été proposée par le Collège National d'Occlusodontologie : « La relation centrée est la situation condylienne de référence la plus haute, réalisant une coaptation bilatérale condylo-disco-temporale, simultanée et transversalement stabilisée, suggérée et obtenue par contrôle non forcé, réitérative dans un temps donné et pour une posture corporelle donnée et enregistrable à partir d'un mouvement de rotation mandibulaire sans contact dentaire ».

Quelques points de cette définition méritent d'être commentés pour expliquer le concept actuel de la relation centrée.

La plus haute : il s'agit de la position la plus haute et non la plus reculée, comme pour la plupart des auteurs. En effet, un recul condylien entraîne d'une part un abaissement du condyle qui s'éloigne ainsi du territoire fonctionnel de la fosse mandibulaire qu'est le tubercule temporal et provoque d'autre part un étirement des structures ligamentaires et capsulaires. Cette position condylienne plus rétruse n'est donc pas considérée comme physiologique. De même, une avancée du condyle contre les versants postérieurs des tubercules temporaux entraîne un abaissement du condyle.

Coaptation : une situation fonctionnelle saine se caractérise par l'interposition et le calage du disque entre les deux condyles. La définition de la relation centrée à partir du disque constitue l'élément essentiel de modernisation du concept.

Simultanée : la situation anatomique est comparable à droite et à gauche.

Transversalement stabilisée: le calage du mouvement de rotation est assuré par les pôles médiaux des condyles et les disques articulaires qui assurent la stabilité transversale de la mandibule.

Suggérée : c'est-à-dire non imposée par un guidage forcé mais «apprise au patient» par une succession de mouvements d'ouverture fermeture en rotation.

Obtenue par contrôle non forcé : le praticien contrôle délicatement par un simple contact plutôt que par pression l'obtention d'un mouvement reproductible de rotation mandibulaire.

Réitérative : la stabilité des structures articulaires assure une reproductibilité de la position mandibulaire dans une posture donnée. Cette position peut varier légèrement en fonction de la posture et du temps puisque les structures articulaires soumises aux pressions fonctionnelles s'adaptent par un remodelage tissulaire pour créer, selon l'expression, « un espace de tolérance autour de la relation centrée ».

Enregistrable : la possibilité de l'enregistrement de cette coaptation constitue son intérêt diagnostique et thérapeutique.

Sans contact dentaire : aucun contact occlusal ne doit influencer cette position condylienne qui reste stable lors de la totalité du mouvement axial terminal. C'est une référence qui se situe en dehors des arcades dentaires.

La relation centrée est une position limite physiologique de la mandibule :

– physiologique, car elle est compatible avec la fonction ;

– limite, car elle est reproductible et utilisable comme position de référence.

4. LES CLASSES D'ANGLE (Fig 16)

La classification d'Angle est fondée sur le rapport première molaire mandibulaire/première molaire maxillaire dans le sens sagittal. Actuellement, et par extension, elle s'applique aussi aux canines.

A. La classe I

Dans la classe I, la première molaire mandibulaire est mésialée d'une demi-cuspide par rapport à la première molaire maxillaire. La cuspide mésio-vestibulaire de la première molaire maxillaire est en rapport avec le sillon mésio-vestibulaire de la première molaire mandibulaire. La pointe cuspidienne de la canine mandibulaire est en rapport avec l'embrasure formée par la face distale de l'incisive latérale et la face mésiale de la canine maxillaire.

B. La classe II

Dans la classe II, on observe une mésiocclusion de la première molaire maxillaire par rapport à la molaire mandibulaire et de la canine maxillaire par rapport à la canine mandibulaire, avec une précision possible quant au rapport des incisives maxillaires et mandibulaires :

– classe II.1 : classe II qui présente un surplomb important;

– classe II.2 : classe II qui présente un recouvrement incisif important.

C. La classe III

Dans la classe III, on observe une distocclusion de la première molaire maxillaire par rapport à la première molaire mandibulaire et de la canine maxillaire par rapport à la canine mandibulaire.

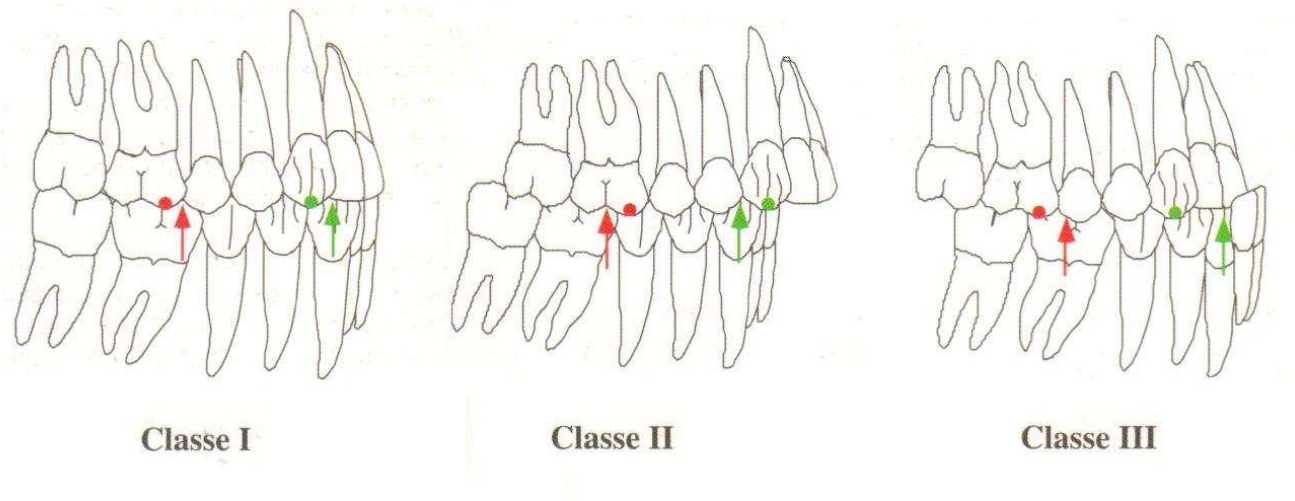


Fig 16 : Les classes d'Angle. (Orthlieb, 2000)

5. LES FONCTIONS OCCLUSALES

Les conditions d'affrontement des arcades antagonistes, au sein de l'appareil manducateur dont elles font partie, sont décrites sous le terme de fonctions occlusales. Elles sont organisées pour optimiser les fonctions de l'appareil manducateur, en particulier pour assurer la fonction de nutrition. Elles définissent donc les conditions physiologiques d'intégration du système dentaire dans l'ensemble des fonctions manducatrices (mastication, action de la salive et déglutition), et non seulement masticatrices. On distingue les fonctions de centrage, de calage et de guidage.

A. Fonction de centrage

Le centrage concerne la situation de la position mandibulaire en OIM.

L'OIM impose la position de la mandibule dans laquelle sont généralement appliquées les contraintes les plus importantes. Pour diminuer les contraintes musculo-articulaires, cette position spatiale doit être « centrée », c'est-à-dire répondre aux critères suivants :

– dans le sens transversal, une situation mandibulaire symétrique avec coaptation condylo-disco-temporale des deux côtés, ce qui correspond à un centrage strict dans le plan frontal. Une asymétrie de position mandibulaire dans le plan frontal se caractérise par une déviation mandibulaire ;

– dans le sens sagittal, une antéposition physiologique de l'OIM par rapport à l'occlusion en relation centrée (ORC) ; ce très faible décalage strictement sagittal est inférieur à 1 mm par rapport à l'ORC ;

– dans le sens vertical, on parle de centrage vertical. La position mandibulaire en OIM définit la hauteur de l'étage inférieur de la face, aussi appelée dimension verticale d'occlusion (DVO). Elle doit être en harmonie avec les éléments ostéo-musculo-articulaires, c'est-à-dire

et en particulier, qu'elle doit permettre le maintien de l'espace libre d'inocclusion (ELI), garant de la possibilité pour la mandibule d'être en position de repos ou d'équilibre postural, caractérisé par l'absence de contacts interdentaires, une activité des muscles élévateurs et abaisseurs en équilibre avec les forces de gravité, et une position neutre des condyles sans aucunes contraintes anatomiques des structures articulaires.

B. Fonction de calage

Le calage concerne la stabilisation de la position mandibulaire en OIM.

Cette fonction aboutit à la stabilité intra-arcade, c'est-à-dire de chaque dent à l'intérieur même de son arcade, mais aussi inter-arcade, c'est-à-dire une stabilité de la mandibule, mobile, en occlusion avec le maxillaire.

I. Stabilité dentaire ou stabilité de l'occlusion

La stabilité de la dent sur sa base osseuse, dans son arcade, signifie l'absence de migration dentaire. Pour chaque dent, le gage de cette stabilité est la répartition de contacts punctiformes sur des versants cuspidiens opposés. Le respect de ces impératifs est obtenu par la répartition de contacts occlusaux multiples distribués harmonieusement sur toute l'arcade. De plus, la répartition des contraintes diminue l'effort subi par chaque organe dentaire et permet une pérennisation de sa conservation sur l'arcade.

II. Stabilité mandibulaire

II ne peut y avoir une stabilité de la posture mandibulaire en OIM que si la stabilité des dents, et donc des arcades, est assurée dans le temps, ceci mis à part les phénomènes d'usure et de migration dentaires physiologiques. La stabilisation mandibulaire qui en résulte facilite, par la précision et la reproductibilité de la position, le travail musculaire.

Ainsi, le maintien de cette posture mandibulaire est réalisé avec un faible recrutement musculaire, ce qui diminue encore les contraintes appliquées. De même, le maintien de la posture de repos et les mouvements d'élévation mandibulaire vers l'OIM (en particulier lors de la déglutition) sont facilités.

C. Fonction de guidage

Le guidage concerne les trajectoires d'accès à la position mandibulaire en OIM (Fig 18).

I. Entonnoir d'accès à l'OIM

Les possibilités de contacts occlusaux inter-arcade lors des différents mouvements mandibulaires incursifs (contacts de retour vers l'OIM ou trajectoire d'intercuspidation), sont imposées par l'anatomie occlusale. Cette composante architecturale va déterminer les surfaces de contact entre les arcades et donc les zones de guidage de la mandibule, et détermine ainsi les trajectoires mandibulaires fonctionnelles.

Ces surfaces dentaires constituent de véritables rampes tridimensionnelles de guidage dont l'ensemble forme un cône à base ellipsoïdale dont le sommet représente l'OIM: l'entonnoir d'accès à l'OIM.

Les pentes de l'entonnoir doivent être symétriques, ouvertes vers l'avant, ni trop marquées afin de générer un espace fonctionnel suffisant, ni trop faibles pour assurer un guidage mandibulaire efficace.

II. Guidage antérieur (Orthlieb et coll 2000, Orthlieb et coll 2004 ; Rosencweig et coll, 1994)

Le guidage antérieur correspond à la relation dynamique entre les dents antérieures mandibulaires et maxillaires, lors des mouvements fonctionnels.

Les surfaces de guidage constituant les pentes de l'entonnoir d'accès à l'OIM sont préférentiellement antérieures du fait du gradient de sensibilité buccale (Johnsen et coll, 2007) et de l'éloignement des effecteurs musculaires (principe du levier). Le guide antérieur protège ainsi les structures anatomiques (dents, muscles, ATM).

a. Guidage antérieur en propulsion

Les mouvements de propulsion et de rétropulsion entre l'OIM et le bout à bout incisif, sont assurés par le guidage incisif.

Il est défini par la pente incisive, déterminée par le surplomb et le recouvrement incisif.

Il est sagittal et préférentiellement situé sur les arêtes proximales des incisives maxillaires.

Pour être fonctionnel, ce guidage doit présenter une symétrie des surfaces de guidage par rapport au plan sagittal médian afin d'assurer la continuité de la prise en charge du mouvement de part et d'autre du plan sagittal médian. La position mandibulaire en bout à bout doit ainsi être équilibrée simultanément sur les deux incisives centrales.

Le glissement des incisives et canines mandibulaires en propulsion se fait sur l'ensemble des concavités palatines des incisives maxillaires mais aussi des canines, ce qui détermine une fonction de groupe.

C'est la combinaison du surplomb, du recouvrement et de l'inclinaison des dents qui détermine la réalité du guidage antérieur. Celui-ci, en conjuguant son effet à celui de la pente condylienne, assure la désocclusion des dents postérieures (Fig 17). Williamson et Lundquist (1983) ont montré qu'un guidage antérieur approprié conduisant à la désocclusion postérieure permet de réduire l'activité des muscles masseter et temporal.

Le rôle du guidage antérieur en propulsion est d'abaisser la mandibule en même temps qu'elle avance. Si le recouvrement et le surplomb qui définissent la pente incisive sont corrects le désenclavement condylien s'effectue spontanément.

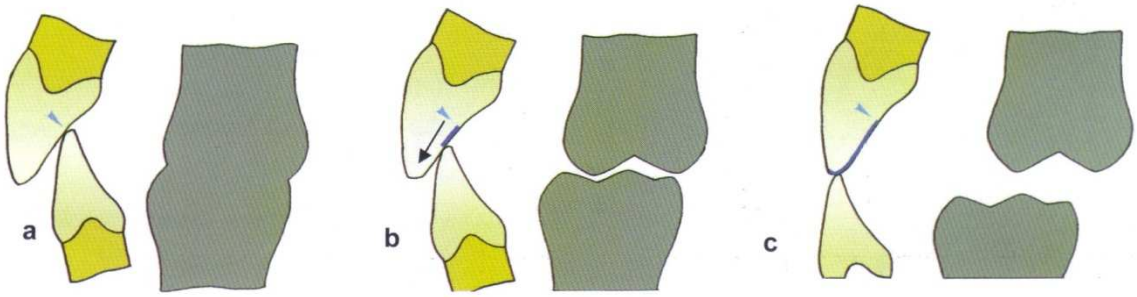


Fig 17 : Guidage antérieur. (Abjean, 2002)

b. Guidage en latéralité

II est transversal et oriente les mouvements de diduction. Les guidages latéraux droit et gauche doivent être symétriques pour favoriser une mastication unilatérale alternée.

Les canines jouent un rôle prédominant dans l'occlusion dynamique en latéralité. Chez le sujet denté, deux cas de figures sont observés :

– Fonction canine ou protection canine :

En latéralité pure, seule la canine assure la prise en charge du mouvement.

– <u>Fonction de groupe :</u>

Elle correspond à la participation au guidage d'autres dents adjacentes en même temps que la canine. Ce type de guidage de groupe est très fréquent, d'autant plus que le système dentaire vieillit. Il est peu économe de structures (frottement des surfaces) et demande un recrutement musculaire assez important.

Dans tous les cas (fonction canine ou fonction de groupe), il ne doit exister aucun contact cuspidien du côté non travaillant.

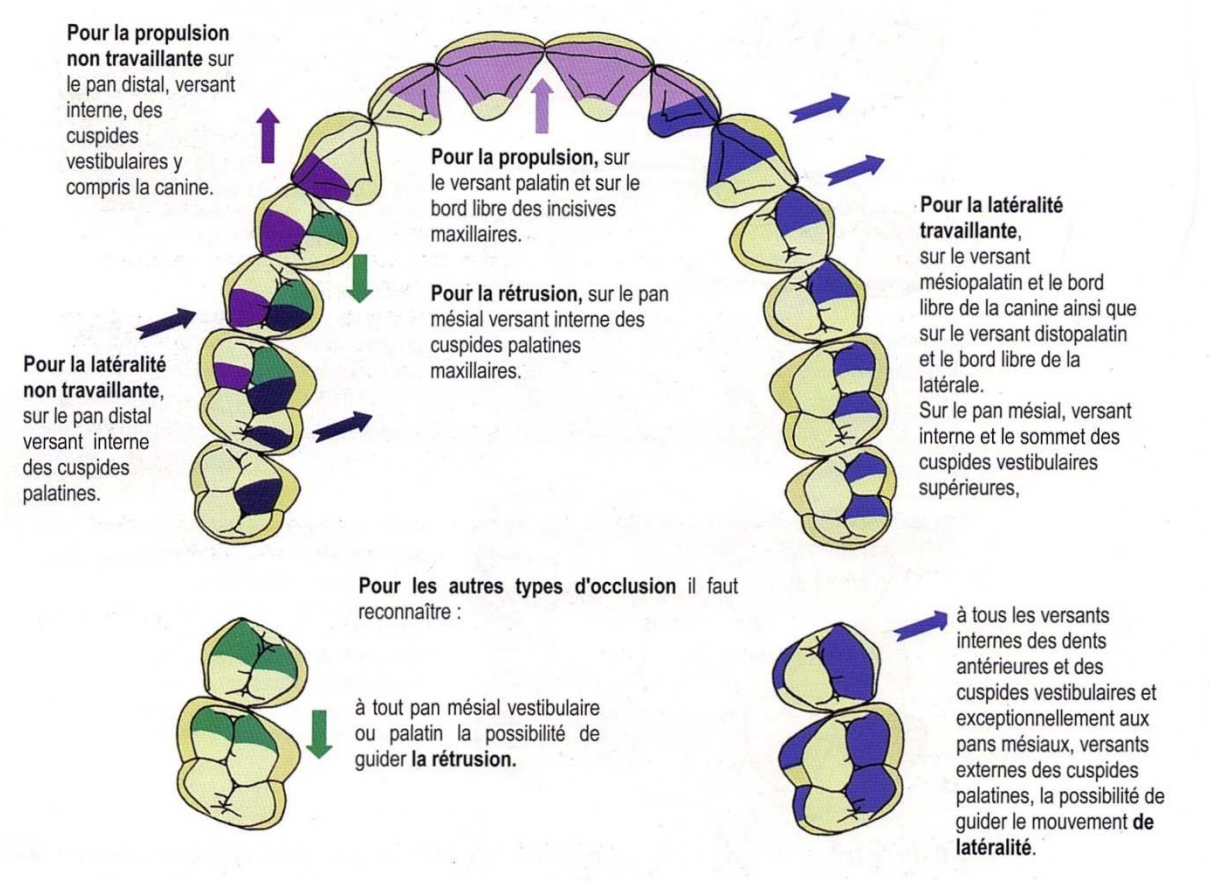


Fig 18. Schéma des pentes de guidage. (Abjean, 2002)

6. ANOMALIES DE L'OCCLUSION

Les différentes écoles se fondent sur la définition de relations occlusales dites physiologiques ou fonctionnelles, ce qui n'est pas forcément synonyme d'occlusion parfaite ou idéale. En effet, tant que les possibilités d'adaptation de l'appareil manducateur les tolèrent, des anomalies morphologiques des arcades dentaires, parfois importantes, n'entraînent pas systématiquement de dysfonctionnement symptomatique. Les phénomènes d'adaptation sont d'autant plus efficaces que les anomalies occlusales sont d'installation précoce et progressive (mise en place progressive d'une malocclusion ou détérioration lente).

Ces anomalies de l'occlusion sont caractérisées par un affrontement conflictuel des arcades dentaires favorisant :

– des altérations structurelles des éléments constitutifs de l'appareil manducateur (non-respect du principe d'économie de structure) ;

– des troubles fonctionnels avec comportement adaptatif perturbant la gestion ergonomique de l'appareil (non-respect du principe d'économie d'énergie).

Ces anomalies peuvent instituer d'éventuels facteurs de déclenchement, de prédisposition et/ou d'entretien des dysfonctionnements de l'appareil manducateur (DAM) (Ferrario et coll (1996)). Une classification des dysfonctions de l'occlusion est proposée : elle distingue anomalies de centrage, anomalies de calage et anomalies de guidage. Les premières concernent la position mandibulaire en OIM, les deuxièmes la stabilisation mandibulaire en OIM et les troisièmes sont en relation avec les trajectoires d'accès à la position mandibulaire en OIM.

A. Anomalies de centrage

Lors de l'élévation mandibulaire, l'OIM impose une position mandibulaire parfois «décentrée». On distingue les anomalies de centrage mandibulaire dans le plan frontal et le plan sagittal, qui induisent une contrainte au niveau des ATM (anomalies du différentiel OIM-ORC), des anomalies verticales de centrage mandibulaire n'induisant pas de contraintes au niveau des ATM (excès ou insuffisance de la DVO).

I. Différentiel ORC-OIM

La différence de position mandibulaire entre ORC et OIM est répercutée dans la même direction à l'ensemble du corps mandibulaire puisqu'il s'agit essentiellement d'une translation. Pour des ATM saines, le différentiel OIM-ORC correspond à l'antéposition physiologique si l'OIM est strictement en avant de l'ORC d'environ 0,3 à 0,5 mm sans déplacement transversal, mesure faite sur une projection strictement horizontale. Ce différentiel est d'autant plus pathogène qu'il est asymétrique (déviation) et supérieur à 1 mm de décalage horizontal (antéposition excessive) (Seligman et Pullinger, 1991).

II. Anomalie de centrage sagittal

Par rapport à une antéposition physiologique, on distingue antéposition excessive et rétroposition.

Antéposition excessive

Si le différentiel ORC-OIM est supérieur à 1mm, mesure faite sur une projection strictement horizontale, on considère, dans des conditions physiologiques des ATM, que l'OIM est en antéposition excessive par rapport à l'ORC.

Rétroposition

II n'existe pratiquement aucun différentiel ORC-OIM. Cette situation est souvent obtenue après restauration prothétique étendue. Celenza (1985) a montré qu'un différentiel ORC-OIM se recrée alors spontanément au bout de quelques années. En présence de signes cliniques de dérangement interne de l'ATM, s'il n'existe aucun différentiel sagittal ORC-OIM, on peut considérer que l'OIM correspond à une rétroposition mandibulaire à potentialité pathogène.

III. Anomalie de centrage transversal : déviation mandibulaire

Lorsque le différentiel entre ORC et OIM présente une composante latérale, l'OIM impose une translation transversale de l'ensemble du corps mandibulaire appelée déviation mandibulaire (Fig 19). Elle provoque un décentrage condylien en OIM susceptible de provoquer des troubles musculo-articulaires, les structures articulaires ne présentant que de faibles capacités d'adaptation.

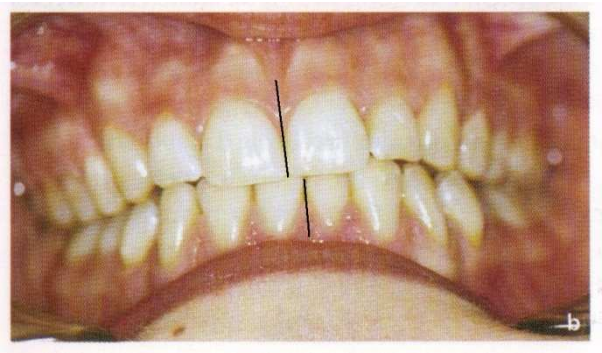


Fig 19 : Déviation mandibulaire. (Dupas, 2004)

IV. Anomalie de centrage vertical : troubles de la DVO

Les variations de la DVO sont réalisées au prix d'une rotation mandibulaire autour de l'axe charnière bi-condylien. Sachant que 1 mm de variation interincisive ne correspond sensiblement qu'à 1° de rotation condylienne, une variation de la DVO de quelques millimètres ne peut induire directement des contraintes articulaires, la rotation étant un mouvement parfaitement physiologique pour cette articulation. Bien qu'il semble exister d'importantes capacités adaptatives aux variations de la DVO, il y a certainement des limites à ces variations. Une importante variation de la DVO, changeant l'homéostasie de l'appareil manducateur, est susceptible de provoquer des troubles musculaires ou des modifications de l'interface tendineuse, d'autant plus que cette variation est brutale et importante (Seligman et Pullinger, 1991).

Remarque : une perte de calage postérieur est souvent confondue avec une perte de dimension verticale d'occlusion alors qu'elle correspond à une analyse biomécanique très différente.

B. Anomalies de calage

Parmi les anomalies de calage, on distingue les instabilités de l'OIM (ou anomalies de stabilité des arcades par migrations dentaires), des instabilités mandibulaires par anomalies de calage postérieur et antérieur.

Remarque : en cas de sous-occlusion, les délabrements coronaires par usure, fracture ou carie, les dents absentes non remplacées, les coiffes prothétiques en sous-occlusion, les agénésies, les surplombs excessifs et les béances (ou infraclusion) diminuent le calage occlusal et favorisent la migration des dents restantes. Les systèmes articulaire et musculaire doivent alors compenser cette instabilité.

A l'opposé, une coiffe en surocclusion correspond à une surépaisseur ponctuelle iatrogénique. Elle empêche l'établissement de l'OIM habituelle, incite à des postures mandibulaires de compensation et favorise des migrations dentaires.

I. Instabilité de l'occlusion : anomalie de stabilité des arcades

Une surcharge ponctuelle (surocclusion), un manque de contacts en opposition stabilisant l'organe dentaire dans les trois plans de l'espace (sous-occlusion) ou une perte de la continuité de l'arcade par absence de contact proximal (diastème) provoquent des migrations dentaires adaptatives. Ces modifications de l'organisation des arcades favorisent l'instabilité mandibulaire ou la déviation mandibulaire.

OIM imprécise

Si le relief des cuspides guides ou le recouvrement antérieur sont insuffisants, ou si le surplomb est excessif, l'entonnoir d'accès à l'OIM joue mal son rôle. Il n'existe pas une position mais un espace d'occlusion horizontal plus ou moins étendu. La position mandibulaire en OIM est alors imprécise, faiblement reproductible, accentuant le travail musculaire à la recherche d'une stabilisation. Ceci est souvent le résultat des équilibrations occlusales réalisées par simple meulage.

II. Instabilité mandibulaire

Une insuffisance de calage en OIM favorise une instabilité de la posture mandibulaire en induisant compression articulaire et/ou tensions musculaires compensatrices. Le principe d'économie d'énergie n'est pas respecté. Ferrario et coll (2002) ont significativement rapproché le nombre de contacts occlusaux et la fonction musculaire masticatoire.

Anomalie de calage occlusal postérieur

Si l'insuffisance de contact occlusal en OIM concerne les dents pluricuspidées (prémolaires et molaires), elle est appelée «perte de calage postérieur». Elle provoque une rotation mandibulaire autour des appuis occlusaux résiduels. En présence de fréquentes crispations musculaires (bruxisme), la perte de calage postérieur peut provoquer une élévation condylienne (compression) à direction postérieure (pathogène), surtout si les surfaces de guidage antirétraction n'empêchent pas le recul mandibulaire. A l'inverse, une modification de la DVO correspondant à une rotation mandibulaire autour des ATM ne provoque pas de contrainte articulaire. Contrairement aux pertes de DVO, la perte de calage postérieur est fréquemment citée comme étant un facteur pathogène, déclenchant ou favorisant les dysfonctions de l'appareil manducateur (DAM). (Seligman et Pullinger, 1991).

Anomalie de calage occlusal antérieur

Le surplomb antérieur excessif et la béance antérieure sont responsables d'une absence de contact occlusal antérieur en OIM. Cette absence entraîne une instabilité mandibulaire généralement compensée par une adaptation des schémas de fonctionnement de la langue pouvant provoquer eux-mêmes des migrations dentaires.

C. Anomalies de guidage

On distingue l'interférence occlusale, définie comme un obstacle dentaire limitant ou déviant la translation mandibulaire (propulsion ou diduction), de la prématurité occlusale (Fig 20), définie comme un contact dentaire déviant le chemin de fermeture (élévation).

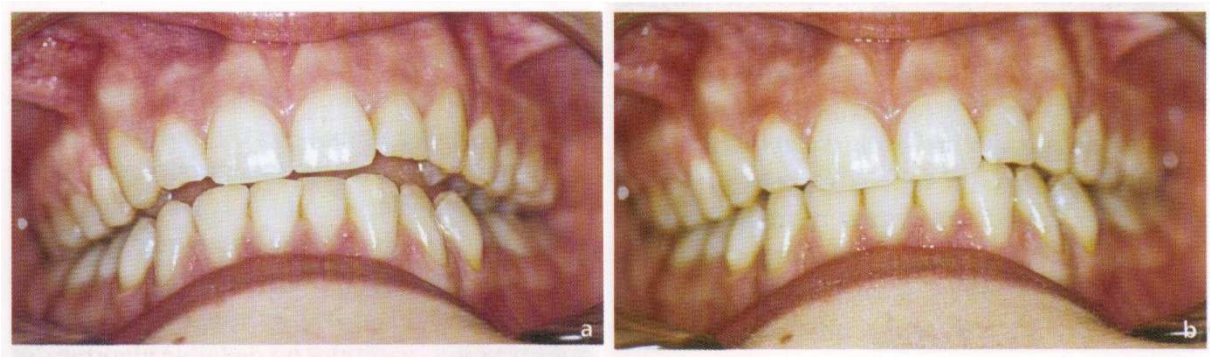


Fig 20 : Exemple de prématurité, déviant la mandibule sur le chemin de fermeture.
(Dupas, 2004)

Interférences occlusales et prématurités sont considérées comme nocives pour :

– les contraintes mécaniques qu'elles impliquent et qui provoquent des atteintes structurelles (abrasion, surcharge parodontale) ou des migrations dentaires ;

– les mouvements mandibulaires d'évitement qu'elles peuvent induire et qui entraînent des contraintes neuro-musculaires ou articulaires ;

– les réactions d'hyperactivité de certains faisceaux musculaires qu'elles peuvent favoriser.

Funakoshi et coll (1975) ont étudié la corrélation existant entre l'activité musculaire et les interférences occlusales. L'étude a montré qu'une interférence occlusale pourrait provoquer une activité asymétrique des muscles masticateurs, car l'activité électromyographique des muscles des participants ayant une occlusion normale est devenue asymétrique après avoir crée artificiellement un contact prématuré, et est redevenu asymétrique après l'avoir retiré. De plus, l'asymétrie des réponses électromyographiques des participants présentant des interférences occlusales a disparu après ajustage occlusal.

Les interférences occlusales peuvent être antérieures ou postérieures.

I. Interférences postérieures

Lors d'un mouvement de translation (propulsion ou diduction), un contact occlusal postérieur est appelé interférence lorsqu'il n'y a pas de contact occlusal antérieur simultané.

On distingue l'interférence occlusale du côté travaillant de celle du côté non travaillant. Ces relations occlusales conflictuelles sont d'autant plus traumatiques pour la dent elle-même que le contact est :

- isolé, c'est-à-dire limité à un couple de dents ;
- proche de la position en OIM ;
- situé sur une dent postérieure ;
- situé du côté non travaillant (vitesse linéaire importante) (Valentin et coll, 1982)

– Contacts occlusaux postérieurs et dynamique fonctionnelle

Dans les conditions de contraction des muscles élévateurs, lors de la diduction, on retrouve naturellement, le plus souvent, des contacts occlusaux postérieurs du côté travaillant et du côté non travaillant. Ces contacts ne sont pas qualifiés d'interférences s'il existe des contacts antérieurs simultanés.

Interférences occlusales du côté travaillant. Situées proches du condyle pivotant, elles ne sont pas considérées comme nocives si elles sont réparties simultanément sur plusieurs dents contigües définissant ainsi une "fonction groupe" par opposition à la "fonction canine". Un contact simultané en latéralité de l'ensemble du côté travaillant (de la canine à la dernière molaire) est appelé "fonction unilatéralement équilibrée".

Interférences occlusales du côté non-travaillant. Il existe des contacts non-travaillants dits équilibrés quand le contact non travaillant se produit simultanément aux contacts travaillants. On parlera d'interférence non-travaillante quand ce contact du côté non-travaillant désengrène tout contact travaillant.

– Béance antérieure

Une béance antérieure (Fig 21) se caractérise par des interférences postérieures. Dans les formes sévères, l'impossibilité d'obtenir des contacts en bout à bout incisif ou canin signe l'absence totale d'information occlusale antérieure. La mandibule, telle l'aveugle apeuré par le vide rencontré par sa canne blanche, ne réalisera pas de mouvement de translation. La béance antérieure se caractérise par une rétroposition et une rétrofonction mandibulaire. Cette absence de translation condylienne peut avoir des conséquences sur la croissance du processus condylien, de même que sur les indispensables échanges métaboliques intra-articulaires.

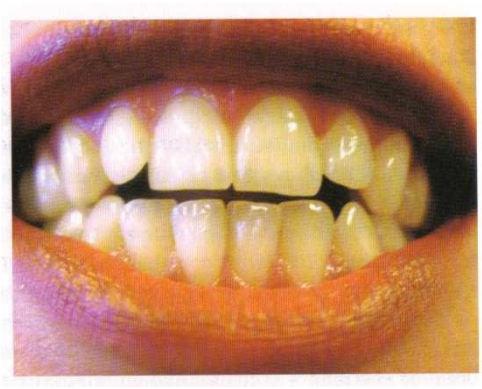


Fig 21 : Béance antérieur. (Dupas, 2004)

II. Interférences antérieures

La fonction masticatoire ou phonatoire exige des déplacements antéro-postérieurs de la mandibule. L'entonnoir d'accès à l'OIM doit être ouvert vers l'avant. Dans un mouvement de propulsion physiologique, les bords libres des incisives mandibulaires

doivent se déplacer selon des trajectoires linéaires sur les surfaces de guidage maxillaires pour éviter l'usure des éléments antagonistes. L'interférence antérieure, résultant d'une pente incisive trop forte, est matérialisée par la présence de surfaces de contact inversées : linéaires sur la face vestibulaire des incisives mandibulaires et ponctuelles sur les incisives maxillaires. Une pente incisive trop abrupte induit une fermeture de l'espace fonctionnel. Ce type de relations antérieures provoque :

– une usure des éléments antagonistes ;

– des réactions d'évitement perturbant le système neuro-musculaire et générant des distensions ligamentaires.

D. Conclusion

Les règles biomécaniques qui régissent l'organisation des arcades dentaires humaines n'échappent pas aux lois élémentaires de la biologie caractérisées par l'économie des structures et de l'énergie. Anomalies de centrage, de calage et de guidage constituent différentes catégories de troubles de l'occlusion susceptibles d'être reconnues comme facteurs de prédisposition, de déclenchement ou d'entretien des dysfonctions de l'appareil manducateur. La plupart du temps, ces différentes anomalies se combinent pour altérer les fonctions de l'appareil manducateur.

III. La posture corporelle

Une posture est une position particulière et stable du corps dans l'espace. Le maintien d'une posture est un phénomène actif qui fait appel à une activité motrice dite «posturale» placée sous le contrôle du système nerveux. Le contrôle de la posture constitue un exemple de coordination d'activités réflexes multiples s'intégrant dans un schéma comportemental. L'activité motrice posturale a trois fonctions essentielles :

- lutter contre les effets de la gravité. Le poids a tendance à provoquer un affaissement du corps qui se traduit, notamment, par le fléchissement des membres ;

- assurer l'équilibre du corps immobile lorsqu'une force externe s'ajoute aux effets de la gravité (force centrifuge, poussée latérale, accélérations verticales d'un ascenseur, etc.)

- coordonner le maintien de l'équilibre du corps avec l'exécution d'un mouvement ou d'un déplacement.

Le maintien de la posture suppose des ajustements permanents qui sont d'autant plus nécessaires lorsque le sujet est en mouvement et qui constituent l'équilibration. Elle dépend d'une organisation sensori-motrice puisqu'elle nécessite la présence de capteurs spécialisés et de centres d'intégration des informations prélevées : c'est la partie sensitivo-sensorielle. Les centres de commande et effecteurs chargés de réaliser les corrections éventuelles constituent la partie motrice (Fig 22). Des boucles de rétroaction informent les centres sensitifs et sensoriels des corrections effectuées. L'équilibration suppose le couplage des deux organisations précédentes dont les centres d'intégration se trouvent dans le tronc cérébral et le cervelet.

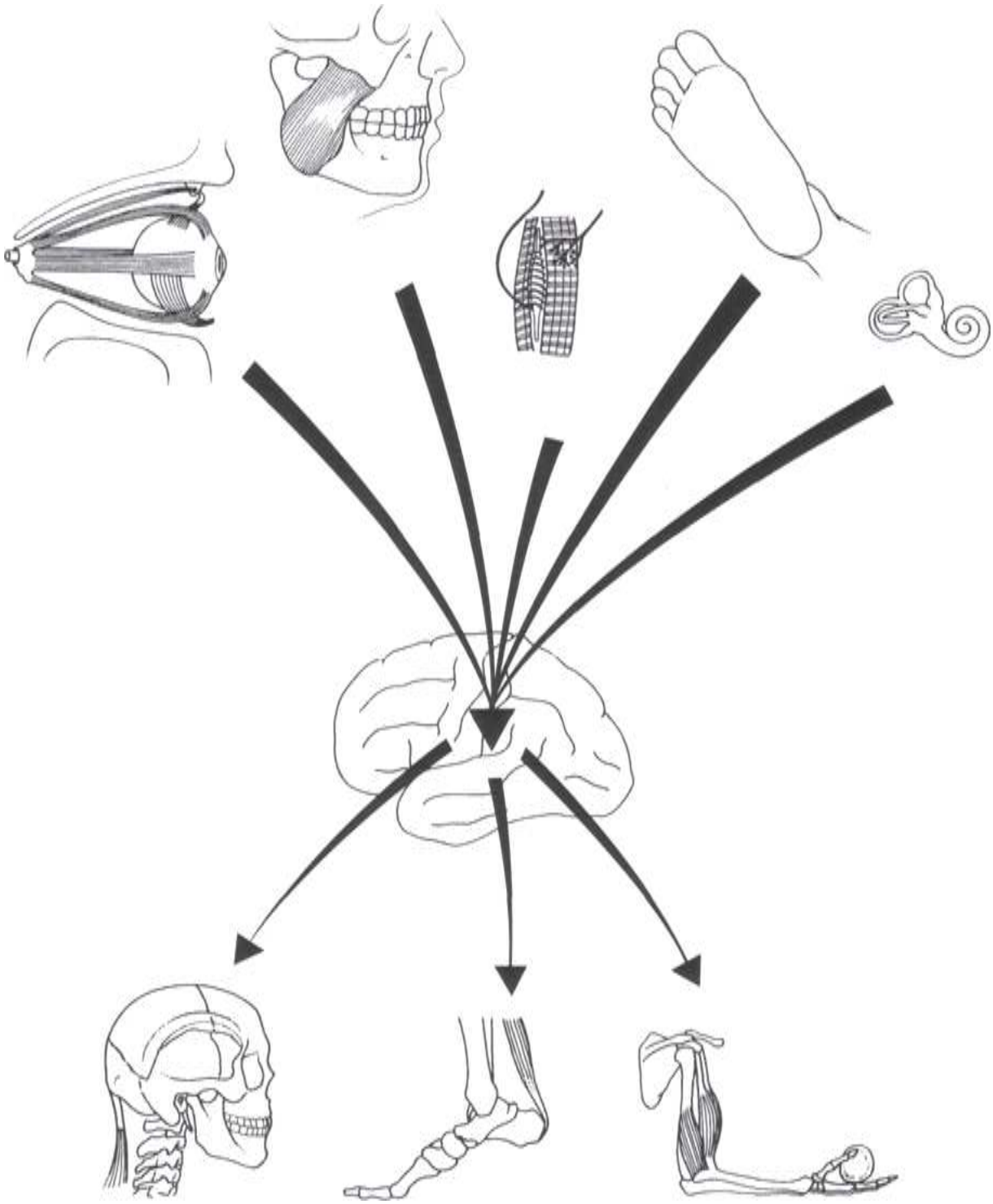


Fig 22 : schéma de la posture corporelle. (Willem, 2004)

1. LES CAPTEURS

A. Classification générale et propriétés des récepteurs (Latash, 2002)

Les récepteurs sont des cellules ou des structures subcellulaires spécialisées qui modifient leurs propriétés, en réponse à des stimuli (sources d'énergie) de type ou de modalité particuliers. Ainsi, ces différents types de récepteurs permettent de distinguer les différentes sources d'énergie (lumière, son, et énergie mécanique) absorbées par le corps. Les récepteurs sont classiquement spécifiques à un type de stimulation, c'est-à-dire qu'ils ne répondent pas à des stimulations étrangères. Malgré tout, une stimulation électrique ou une forte stimulation mécanique peut induire une réponse.

La fonction évidente des récepteurs est d'enregistrer et de transmettre l'information, à d'autres neurones du système nerveux central, en réponse à des stimuli spécifiques. Une partie de cette information est relative à l'environnement (extéroception), alors qu'une autre partie est relative à l'état du corps lui-même (interoception). Il y a trois grands groupes de récepteurs :

– Les interorécepteurs traduisent l'information provenant de l'intérieur du corps.

– Les exterorécepteurs traduisent l'information provenant de l'environnement.

– Les propriocepteurs traduisent l'information provenant de la configuration relative des segments du corps.

Les récepteurs, au sein de chaque groupe, peuvent être sensibles à des stimuli de différentes modalités ; d'un autre côté les récepteurs appartenant à des groupes différents peuvent réagir au même type d'énergie.

B. Le capteur oculaire (Willem, 2004)

L'œil joue le rôle d'un gyroscope, c'est-à-dire d'un appareil dont l'axe de rotation définit une direction fixe dans l'espace. Sa position frontale permet la vision en relief.

L'œil est mobilisé par sept muscles striés (Fig 23) qui assurent la stabilité des globes, le maintien des axes visuels sur l'objet fixé grâce à des récepteurs et des neurones toniques, le déplacement des axes visuels vers l'objet fixé grâce à un système phasique rapide. Au niveau du cortex occipital se réalise la fusion des informations liées à ce système binoculaire.

Les muscles moteurs de l'œil réalisent une perception proprioceptive. Ce sont des muscles striés, précis, rapides, très résistants à la fatigue. Les fibres qui les composent sont parmi les plus fines de l'organisme. Elles sont enserrées dans un tissu conjonctif élastique dense. 80 % de ces fibres sont mono-innervées, gage de mouvements précis. On isole des fibres phasiques rapides à structure fibrillaire qui commandent les saccades et des fibres toniques plus lentes à structure fasciculaire qui gouverne le maintien des positions et, en particulier, la position primaire. Dans ces fibres, les organes de Golgi sont remplacés par des terminaisons spécifiques musculo-tendineuses, les palissades de Dogiel.

Les fuseaux neuromusculaires travaillent en parallèle avec les muscles ; leur allongement excite les motoneurones des muscles étirés et inhibe les motoneurones des muscles antagonistes réalisant le réflexe myotatique classique de Sherrington.

Ces éléments propriocepteurs renseignent en permanence notre cortex sur la situation du corps et de ses parties dans l'espace. Tout dysfonctionnement de ces muscles génère des troubles oculomoteurs avec retentissement postural.

L'œil possède un système de perception sensorielle lié aux cônes et aux bâtonnets qui se comportent comme des véritables cellules neuro-épithéliales très analogues aux corpuscules tactiles. On y individualise une fonction proprioceptive liée à la rétine périphérique qui est tapissée de nombreux bâtonnets. Son rôle de détection des mouvements et de la vitesse des objets se déplaçant de façon linéaire ou angulaire est capital.

La rétine possède une fonction extéroceptive : cette fonction est liée à la rétine maculaire riche en cônes, en particulier au niveau de la fovéa. Son rôle comprend l'évaluation des distances, des dimensions, des angles et l'identification des formes, des couleurs et des textures. Toute anomalie rétinienne est susceptible de donner des troubles de la réfraction.

Ce capteur oculaire se trouve confronté à des effets visuels illusoires liés aux mouvements du corps, et en particulier de la tête et des yeux. Les informations rétiniennes d'une part, et proprioceptives musculaires d'autre part, sont comparées par le cerveau en vue de positionner l'œil dans l'orbite.

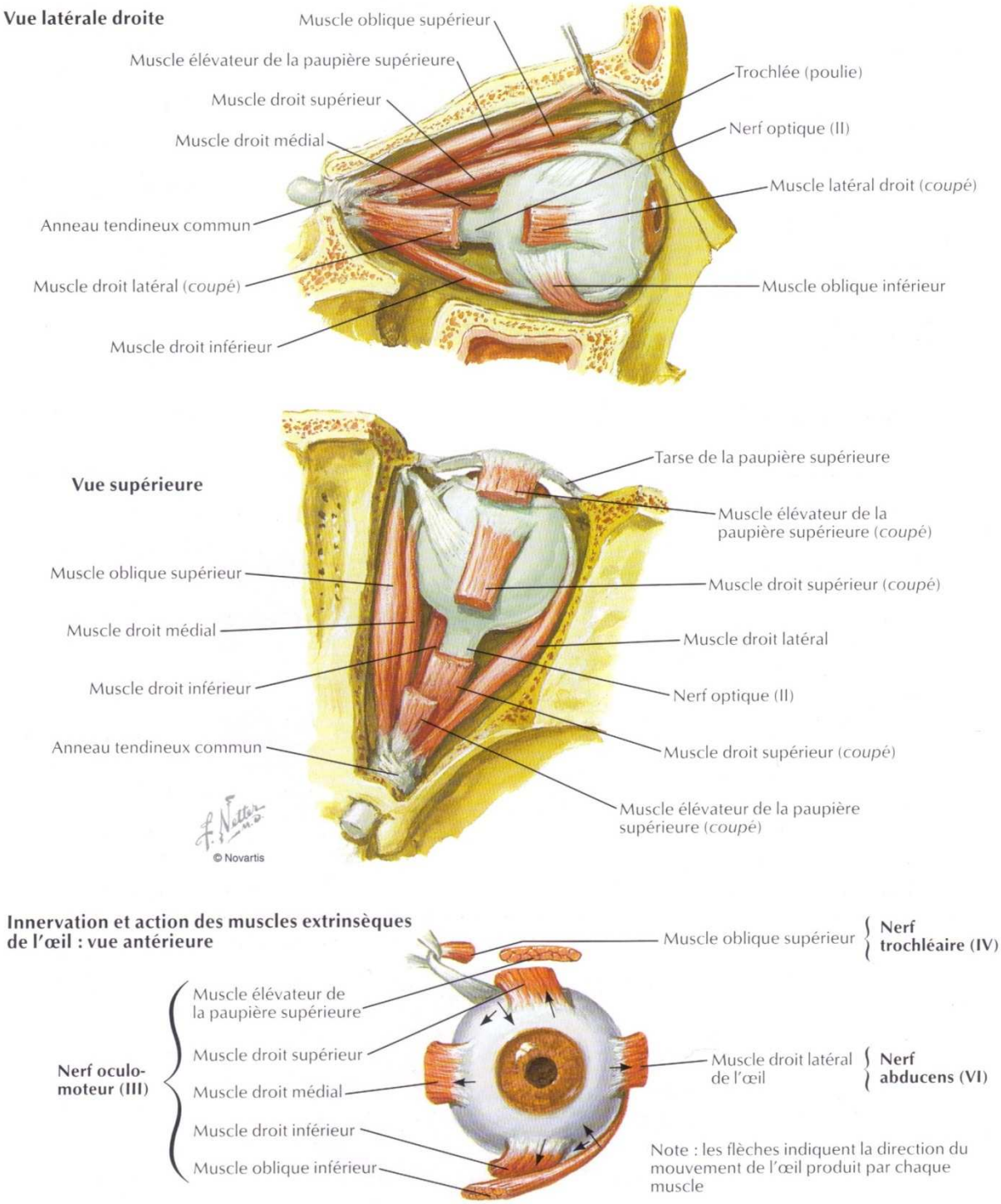


Fig 23 : Le capteur oculaire. (Netter, 1997)

C. Le système vestibulaire (Richard et Orsal 2007)

L'organe vestibulaire (Fig 24), situé dans l'oreille interne, est constitué de deux sacs, l'utricule et le saccule, et de trois canaux refermés sur eux-mêmes : les canaux semi-circulaires. Au sein de ces structures, les récepteurs sont regroupés en ensembles constituant les macula du saccule et de l'utricule ou les crêtes ampullaires des canaux semi-circulaires. Le labyrinthe est rempli d'endolymphe, synthétisé par l'épithélium non sensoriel du labyrinthe.

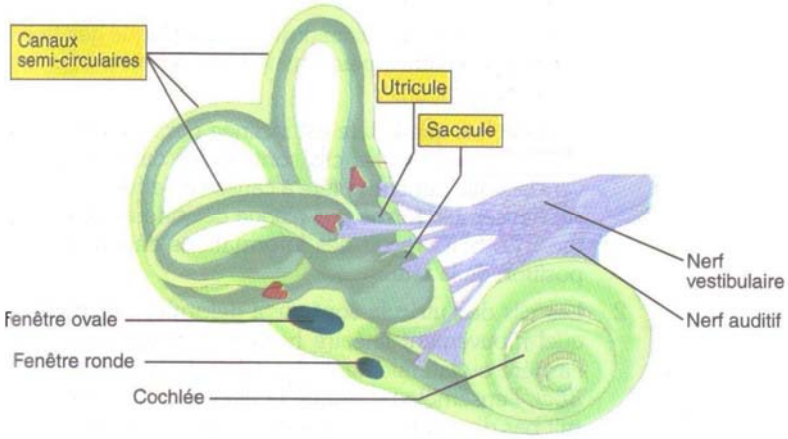


Fig 24 : Anatomie macroscopique de l'appareil vestibulaire. (Sherwood, 2000)

I. Utricule et saccule

Dans le saccule et l'utricule (fig 25), les cils des cellules réceptrices de la macula sont englobés dans une substance gélatineuse qui contient de petites concrétions de densité élevée, les otolithes. Ce système inertiel constitue un accéléromètre linéaire. Une accélération linéaire typique est, par exemple, celle qui résulte de l'attraction terrestre. Lors d'une inclinaison de la tête, les otolithes, par leur poids, entraînent un déplacement de la substance gélatineuse. Il s'ensuit une inclinaison des cils des cellules réceptrices qui sont alors stimulées ou inhibées selon le sens du mouvement.

Les cellules réceptrices possèdent des cils alignés dans un plan ; si l'inclinaison a lieu des stéréocils vers le kinocil il se produit une dépolarisation du récepteur. Dans le cas d'une inclinaison en sens inverse, le récepteur est hyperpolarisé. Une inclinaison perpendiculaire au plan de disposition des cils est sans effet.

Il existe des macula dans chacun des saccules droit et gauche, ainsi que dans les utricules. Les macula des utricules sont disposées horizontalement, tandis que celles des saccules sont verticales.

Les cellules réceptrices de la macula possèdent un axe de polarité correspondant à la disposition anatomique du kinocil par rapport aux stéréocils, eux-mêmes disposés en ordre de taille décroissante du kinocil jusqu'à l'autre extrémité de la cellule, ce qui confère aux cellules réceptrices une sensibilité à la direction du stimulus.

Dans la macula de l'utricule, l'axe de polarité des cellules réceptrices présente toutes les directions possibles. Ainsi, quel que soit le sens d'inclinaison de la tête, des récepteurs des maculas seront stimulés.

Ces récepteurs sont des détecteurs d'inclinaison de la tête ; la grandeur physique qui provoque la stimulation est donc la gravité, c'est-à-dire une accélération. De la même façon, lors d'un mouvement de translation horizontale, ces récepteurs peuvent être mis en jeu par un mouvement de la masse gélatineuse qui recouvre la macula et qui code alors l'accélération horizontale de la tête. C'est ce qui se produit lors de l'accélération ou du freinage d'un véhicule.

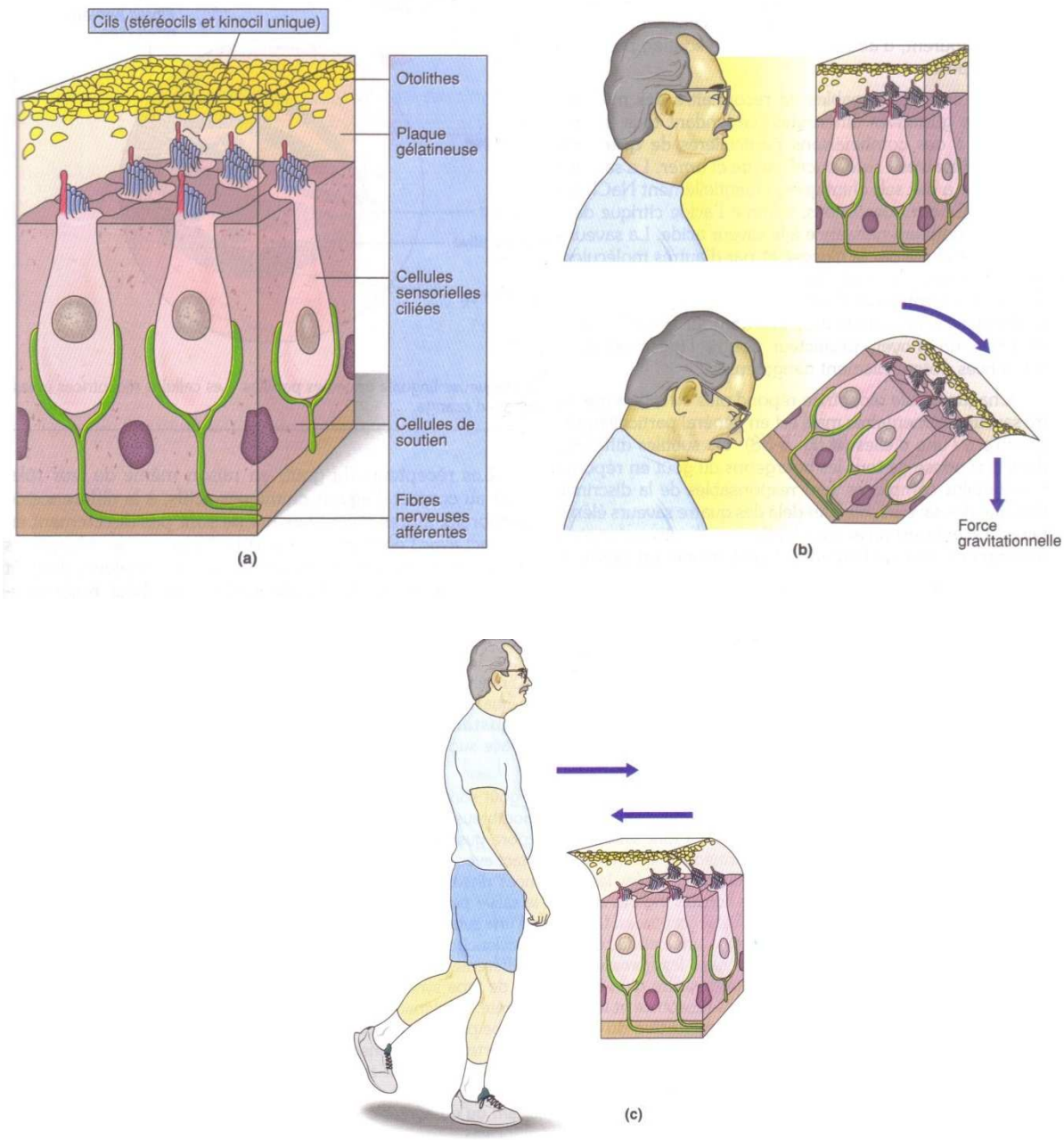


Fig 25 : a) Récepteur sensoriel de l'utricule.

b) Activation des récepteurs de l'utricule par les changements de position de la tête.

c) Activation des récepteurs de l'utricule par l'accélération linéaire horizontale.

(Sherwood, 2000)

II. Les canaux semi-circulaires

Les canaux semi-circulaires sont constitués de structures qui débouchent dans les utricules. Ils sont disposés selon les trois plans de l'espace. Ils forment de chaque côté de la tête un canal semi-circulaire horizontal et deux canaux verticaux. Chacun de ces canaux possède un renflement, l'ampoule, partiellement obstrué par la crête ampullaire. Cette dernière est constituée d'un regroupement de cellules sensorielles dont les cils sont englobés dans une substance gélatineuse de même densité que l'endolymphe et qui constitue la cupule (Fig 26).

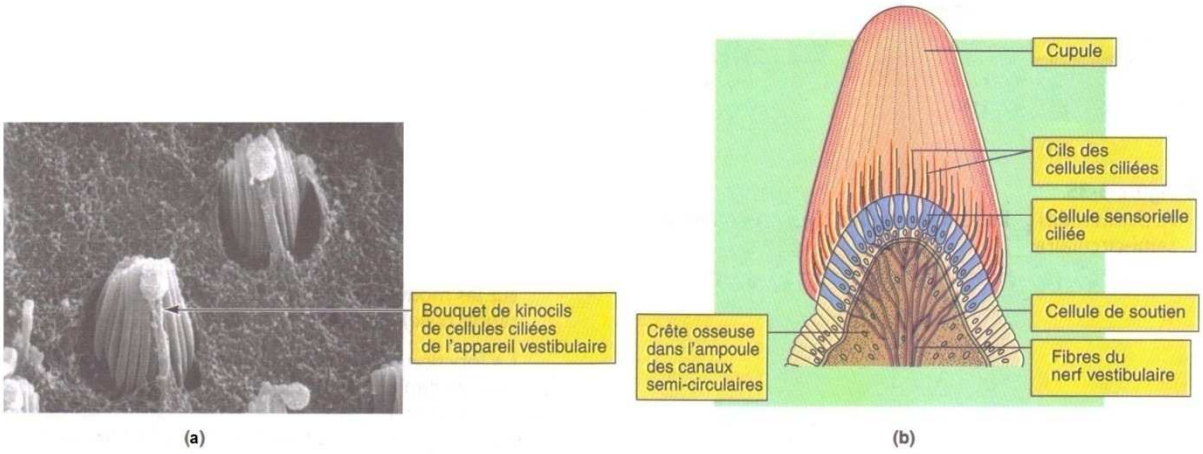


Fig 26 : a) Vue au microscope électronique à balayage des cils de l'appareil vestibulaire.
b) Arrangement des cellules réceptrices dans un canal semi-circulaire (crête ampullaire).

(Sherwood, 2000)

La cupule se déplace sous l'effet d'une accélération angulaire, grâce à un mouvement inertiel de l'endolymphe. Ainsi, si l'on tourne la tête dans un sens, par exemple, l'endolymphe se déplace, tout d'abord, par inertie, dans le sens contraire. Puis, les frottements le long de la paroi entraînent l'endolymphe, qui se déplace alors à la même vitesse que la tête. Enfin, lorsque la rotation de la tête s'arrête, pendant un court instant, l'endolymphe continue son mouvement par inertie (Fig 27). Ces mouvements relatifs de l'endolymphe dans la crête ampullaire entraînent la cupule gélatineuse et les cils qu'elle agglutine.

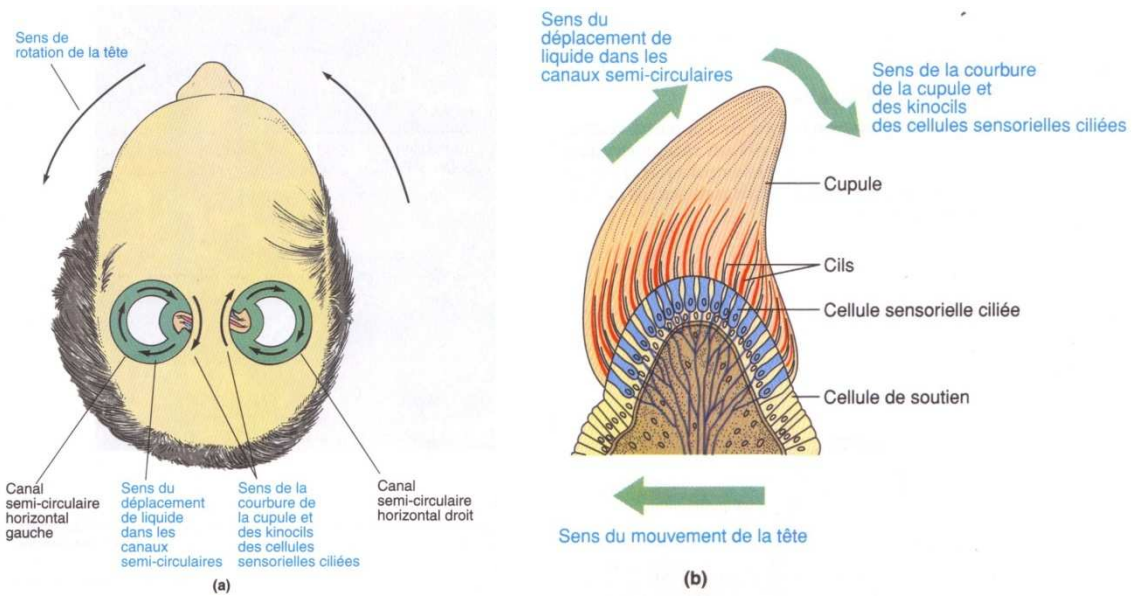


Fig 27 : Activation des cellules sensorielles ciliées des canaux semi-circulaires.

(Sherwood, 2000)

Les cellules réceptrices de la crête ampullaire ont également un axe de polarité. Cette polarité est telle que des mouvements de la cupule vers l'utricule provoquent une excitation de ces cellules et qu'un mouvement inverse provoque une inhibition. L'excitation a lieu dans le canal horizontal gauche, lorsque l'on tourne la tête vers la gauche ; la même rotation vers la gauche provoque une inhibition dans le canal droit.

La présence, de chaque côté de la tête, de trois canaux semi-circulaires orientés selon les trois plans de l'espace, permet ainsi de détecter des mouvements de rotation de la tête dans tous les plans. Ce système de codage est très sensible : un déplacement de la cupule de 10 nm, ce qui correspond à une accélération de 0,1° / s², suffit à provoquer une stimulation des récepteurs.

D. Les récepteurs tactiles (Richard et Orsal 2007)

La sensibilité au toucher correspond à trois qualités : pression, toucher et vibration. La sensibilité à la pression est mise en jeu par des appuis importants sur la peau, tandis que

le toucher est un contact léger avec des régions cutanées glabres ou velues. La sensibilité aux vibrations correspond, quant à elle, à une sensibilité à des variations de pression dont la fréquence est située entre 30 et 1500 Hz.

Ces qualités sont liées à la présence de récepteurs sensoriels différents dans l'épaisseur de la peau. Selon leur organisation anatomique, il est possible de distinguer six types de récepteurs (Fig 28):

– Les terminaisons nerveuses libres,

– Les disques de Merkel,

– Les récepteurs des follicules pileux,

– Les corpuscules de Pacini,

– Les corpuscules de Meissner,

– Les corpuscules de Ruffini.

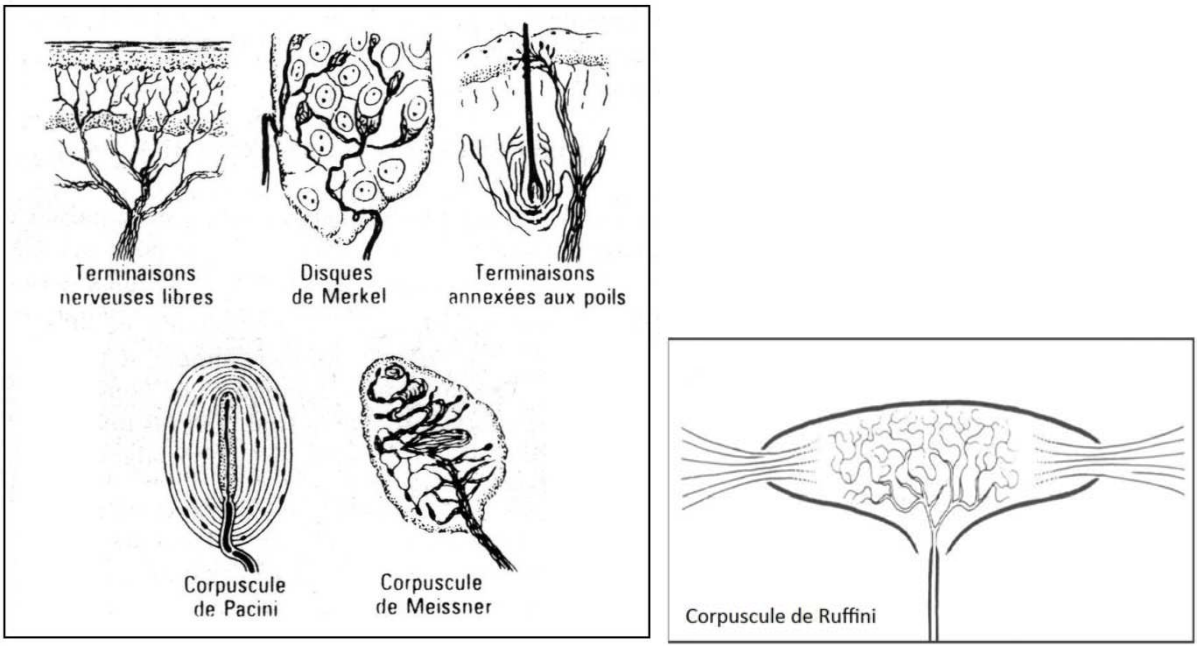


Fig 28 : Les récepteurs tactiles. (Perrin, 1994 ; Woda, 1983)

Leur répartition est très inégale ; elle est maximale au niveau des parties distales des membres (jusqu'à 50 récepteurs pour 100 mm2). La densité de leur réseau fait que les fibres qui en émanent représentent 70 % des fibres des racines postérieures médullaires.

Les corpuscules de Meissner et les disques de Merkel sont localisés plus près de la surface de la peau, à la frontière de l'épiderme et du derme. Plus profondément dans le derme, se trouvent les terminaisons (corpuscules) de Ruffini, et encore plus profondément, dans le tissu sous-cutané, les corpuscules de Pacini (Fig 29).

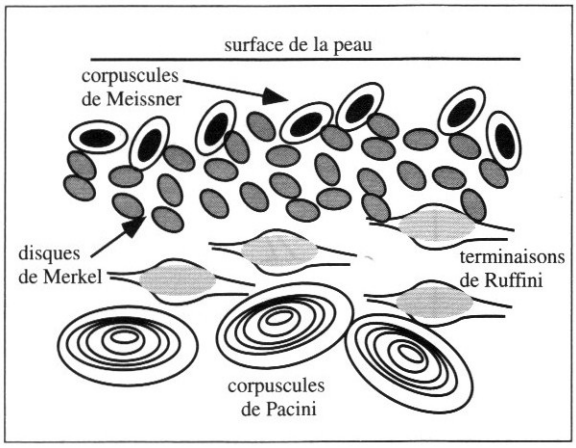


Fig 29 : Localisation des récepteurs cutanés. (Latash, 2002)

Les mécanorécepteurs présents dans la peau sont différents selon que celle-ci est glabre ou velue. Dans les régions velues, les récepteurs principaux sont ceux des follicules pileux, tandis que la peau glabre contient surtout des corpuscules de Meissner et des disques de Merkel. Les corpuscules de Pacini et de Ruffini, quant à eux, sont localisés dans le tissu sous-cutané des deux types de peau.

Au plan fonctionnel, ces récepteurs ont des propriétés d'adaptation différentes. Les corpuscules de Ruffini et les disques de Merkel sont des récepteurs à adaptation lente qui maintiennent leur activité pendant toute la durée de la stimulation. Les récepteurs des follicules pileux et les corpuscules de Meissner ont une adaptation moyenne et cessent leur activité 50 à 500 ms après le début de la stimulation.

Enfin, les corpuscules de Pacini ont une adaptation très rapide et ne répondent que par un ou deux influx à l'apparition de la stimulation. Tous ces récepteurs sont innervés par des fibres nerveuses de gros diamètre.

– Les récepteurs à adaptation lente

Ils sont le support de la sensibilité à la pression. Ces récepteurs (corpuscules de Ruffini, disques de Merkel et disques tactiles) codent l'intensité de la stimulation par leur fréquence d'émission de potentiels d'action.

Compte tenu de leur faible adaptation, ils commencent à être actifs au début de la stimulation et ne cessent de l'être qu'à la fin de celle-ci. De tels récepteurs codent l'intensité et la durée d'une stimulation et sont à l'origine de la sensibilité à la pression.

Dans la peau glabre, ils sont constitués des disques de Merkel. Ces récepteurs sont également présents dans la peau velue, où ils constituent des disques tactiles particuliers situés juste sous la surface de la peau.

Contrairement aux disques de Merkel, les corpuscules de Ruffini présentent une activité spontanée qui existe en l'absence de toute stimulation. Ils ne répondent pas seulement à des pressions exercées perpendiculairement à la surface cutanée, mais également à des étirements de la peau. Cette sensibilité à l'étirement est directionnelle et ces récepteurs informent le système nerveux central sur les forces et les directions de cisaillement qui affectent la peau, par exemple, lors d'un mouvement articulaire ou du maniement d'un outil.

– Les détecteurs de vitesse

Ils sont le support de la sensibilité au toucher léger. Si l'on incline délicatement les poils du dos de la main, sans toucher la peau elle-même et que l'on maintient les poils dans

cette nouvelle position, la sensation n'apparaît que durant le mouvement d'inclinaison. Dès que les poils sont à nouveau immobiles, la sensation disparaît. Les récepteurs des follicules pileux sont donc à adaptation relativement rapide. La fréquence des influx qu'ils émettent est fonction de la vitesse du mouvement des poils : ce sont des détecteurs de vitesse.

Les corpuscules de Meissner, localisés dans les zones glabres de la peau, ont des propriétés comparables. Ils détectent les variations de contact léger des objets avec la peau et sont sensibles à des vibrations de fréquence comprise entre 5 et 200 Hz.

Les propriétés d'adaptation de ces récepteurs expliquent, par exemple, que nous ne ressentions plus nos vêtements quelques secondes après les avoir mis.

– Les récepteurs sensibles aux vibrations

Les corpuscules de Pacini sont des récepteurs phasiques. Ils ne répondent ni à la durée de la stimulation, ni à sa vitesse d'apparition, mais uniquement à une variation rapide d'intensité de la stimulation. Cependant, lors d'une stimulation sinusoïdale de fréquence égale à 300 Hz, un potentiel d'action apparaît, sur la fibre afférente qui provient du récepteur stimulé, en phase avec la stimulation. Ces caractéristiques correspondent à une sensibilité à l'accélération de la déformation cutanée.

La sensibilité de ces récepteurs est optimale pour des fréquences de vibration cutanée de 300 Hz, mais ils répondent également à des fréquences situées entre 30 et 1500 Hz environ. Ces récepteurs sont localisés dans le tissu adipeux des couches sous-cutanées, ainsi que dans les tendons, les régions articulaires, les muscles de la face ou encore le périoste.

Le rôle des extérocepteurs cutanés des paumes des mains, des régions fessières, des plis articulaires et, au premier chef, des plantes des pieds est essentiel dans le contrôle de l'équilibre général du corps. En effet, les mécanorécepteurs plantaires comprennent les récepteurs d'adaptation rapide, sensibles à la pression et aux mouvements de la peau et les récepteurs d'adaptation lente, sensibles au maintien de positions, aux mouvements et aux

changements de longue durée de l'état cutané. Ces mécanorécepteurs sont essentiellement localisés au niveau de la face plantaire des orteils, au niveau du sommet de la face interne et de la partie antérieure du bord externe du pied. La ligne de gravité passant en avant de l'articulation tibio-tarsienne, la tension tricipitale transpose les pressions sur l'avant-pied et facilite ainsi le rôle des récepteurs de cette zone (ce phénomène est essentiel dans la course).

En dehors de ces mécanorécepteurs, un riche tissu conjonctif sous-cutané, les muscles, les ligaments et les aponévroses confèrent à cette voûte plantaire un rôle "palpatoire" exceptionnel.

E. Les propriocepteurs (Latash, 2002)

Un propriocepteur typique est une cellule nerveuse spécialisée dont le corps cellulaire est localisé à un endroit particulier, un ganglion spinal, près de la moelle épinière. Ces neurones sont plutôt inhabituels dans leur structure; ils ne reçoivent pas d'afférences des autres neurones et ne présentent pas une arborescence dendritique classique. Leur axone sert à la fois de voie d'entrée et de sortie au neurone. L'axone d'un tel neurone est appelé axone afférent ou fibre afférente. Le neurone a une forme caractéristique en « T ». Un axone afférent se divise en deux branches très proches du corps cellulaire. L'une des branches rejoint un site périphérique de l'organisme, où elle s'achève par une terminaison spécialisée (terminaison sensorielle), dont la membrane peut se dépolariser jusqu'au seuil, suite à un stimulus donné. L'autre branche rejoint la portion arrière (dorsale) de la moelle épinière (par la racine dorsale), où elle peut établir des connexions avec de nombreux neurones, produisant ainsi différents effets.

L'activité des propriocepteurs a trois effets importants :

– Premièrement, les propriocepteurs induisent des changements involontaires, voire inconscients, de l'activité musculaire. Certains de ces effets sont appelés réflexes, alors que d'autres sont qualifiés de réaction « gâchette » ou réactions préprogrammées.

– Deuxièmement, les propriocepteurs nous renseignent sur la position de nos bras et de nos jambes dans l'espace, et nous permettent de savoir si les objets que nous manipulons sont lourds ou légers, par exemple.

– Troisièmement, les propriocepteurs jouent un rôle important dans la création d'un référentiel interne, utilisé par le cerveau, pour planifier et exécuter les mouvements.

Les signaux provenant des propriocepteurs sont véhiculés par des axones afférents jusqu'à la moelle épinière. A ce niveau, ils établissent des connexions avec différents types de neurones. Les afférences fusoriales primaires (issues des fuseaux neuro-musculaires) sont les seules connues pour établir des connexions avec les motoneurones spinaux. La majorité des axones afférents font synapse avec des interneurones, cellules plus petites qui traitent l'information et la transmettent à d'autres neurones. Un tracé soigneux des projections spinales des différents propriocepteurs a révélé une image plus troublante: différentes afférences se projettent vers les mêmes interneurones, ce qui conduit à « mélanger » totalement, et apparemment irrévocablement, les informations concernant la longueur, la vitesse, la pression, la force et les angles articulaires. Certaines fibres afférentes vont jusqu'au cerveau, sans réaliser de connexions intermédiaires, ce qui fait d'elles les fibres nerveuses les plus longues de l'organisme. Au niveau du cerveau, elles participent à des processus tels que la perception du corps, la position des membres, et la planification du mouvement.

L'implication des signaux proprioceptifs dans le contrôle de la posture est obtenue par l'analyse des déviations posturales induites par l'altération de ces signaux. Les effets de la vibration musculaire de haute fréquence et de basse amplitude peuvent être observés dans le cadre du contrôle postural. Ils sont dus à l'augmentation inhabituelle du niveau d'activité des fuseaux neuromusculaires induite par la vibration. La vibration musculaire appliquée à un tendon peut virtuellement « piloter » tous les faisceaux neuromusculaires du muscle. Le système nerveux central est trompé par cette nouvelle information proprioceptive qu'il interprète comme une augmentation de la longueur du muscle.

Si la vibration est appliquée à un muscle postural, l'illusion d'augmentation de longueur est interprétée comme un changement d'orientation du corps. Cette sensation est alors compensée par un déplacement réel du corps. La vibration du tendon d'Achille, par

exemple, aboutit au niveau central à une surestimation de la longueur des triceps (sensation de balancement du corps vers l'avant) qui est « corrigée » par un déplacement du corps vers l'arrière. Ces effets sont appelés chutes induites par des vibrations (CIV). Ils sont très marqués chez le sujet se tenant debout les veux fermés. La vibration du tendon d'Achille peut même provoquer une chute réelle vers l'arrière. Si le sujet a les yeux ouverts les effets de la vibration sont atténués ou même inexistants.

On observe des effets similaires lorsqu'on applique une vibration à d'autres muscles posturaux ou à des muscles dont la contribution au contrôle postural n'est pas évidente à priori (Fig 30). La vibration des muscles de la nuque, par exemple, induit des illusions de déplacement de la tête. Ces positions imaginaires de la tête peuvent tromper le système vestibulaire et provoquer des ajustements posturaux similaires aux CIV observées pendant la stimulation.

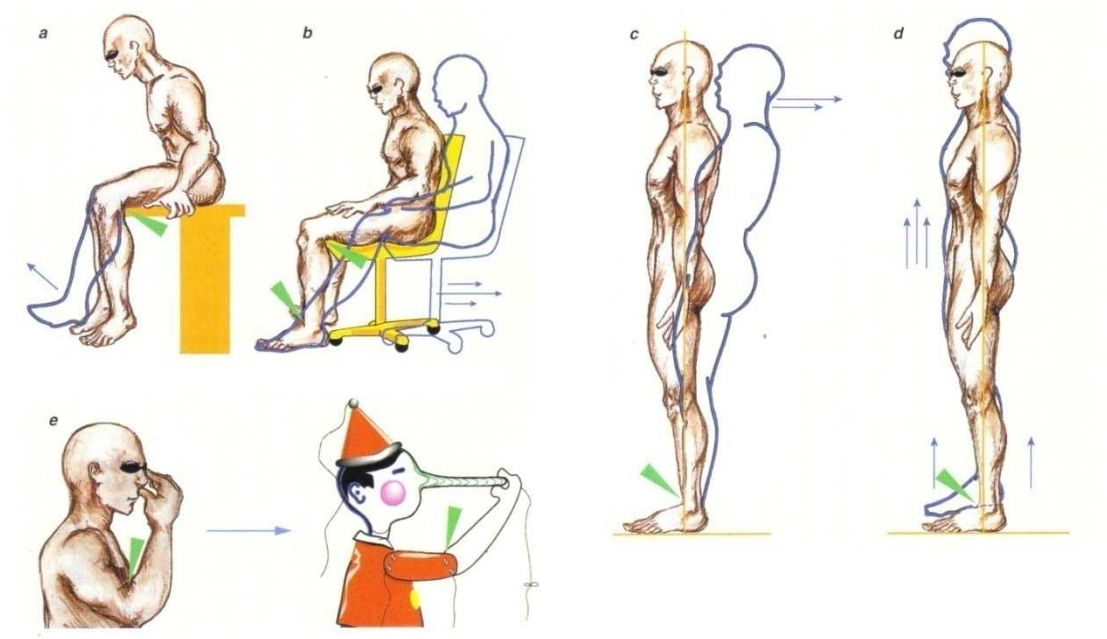


Fig 30 : Effet des vibrations sur les muscles. a) La vibration du muscle ischio-jambier d'un sujet assis lui donne l'illusion d'une extension de la jambe. Lorsqu'il est assis sur une chaise à roulette (b), une vibration au niveau des ischios-jambiers et jambiers antérieurs provoque la sensation de glisser vers l'arrière. c) La stimulation des jambiers antérieurs d'un sujet debout donne l'illusion d'un basculement de tout son corps vers l'arrière. Après quelques jours passés en microgravité (d), cette illusion est remplacée par celle d'un déplacement du corps vers le haut. e) La stimulation du biceps d'une personne qui se tient le nez pincé entre le pouce et l'index donne à celle-ci la sensation que son nez s'allonge.

(Roll, 1998)

2. LES CENTRES INTEGRATEURS (Collet, 2002 ; Richard, Orsal 2007 ; Bear, 2007)

Une fois les informations extéroceptives et proprioceptives détectées par les récepteurs, elles sont envoyées vers les centres d'intégration que sont les noyaux vestibulaires et le cervelet. Ces centres traitent les informations issues de l'ensemble du corps et élaborent les réponses nécessaires au maintien de la posture.

A. Les noyaux vestibulaires

Les voies vestibulaires centrales coordonnent et intègrent les informations sur les mouvements de la tête et du corps, et les utilisent pour influencer les neurones moteurs susceptibles d'ajuster la position de la tête, des yeux, et du corps. Les axones vestibulaires primaires de la VIIIe paire de nerfs crâniens se projettent directement sur le noyau vestibulaire du même côté de la tête, au niveau du tronc cérébral. Les noyaux vestibulaires reçoivent par ailleurs des informations d'autres régions du cerveau, notamment du cervelet, et des systèmes sensoriels somatique et visuel, ce qui leur confère la possibilité d'intégrer ces informations avec les informations vestibulaires et aussi des informations issues du système moteur.

Ces quatre noyaux sont situés dans le bulbe rachidien, dans le plancher du 4° ventricule : le noyau vestibulaire latéral (ou De Deiters), le noyau vestibulaire médian, le noyau vestibulaire supérieur et le noyau vestibulaire inférieur (ou descendant)(Fig 31).

Ils ne sont pas tous impliqués dans le contrôle postural et le maintien de l'équilibre bien qu'utilisant la même source d'informations.

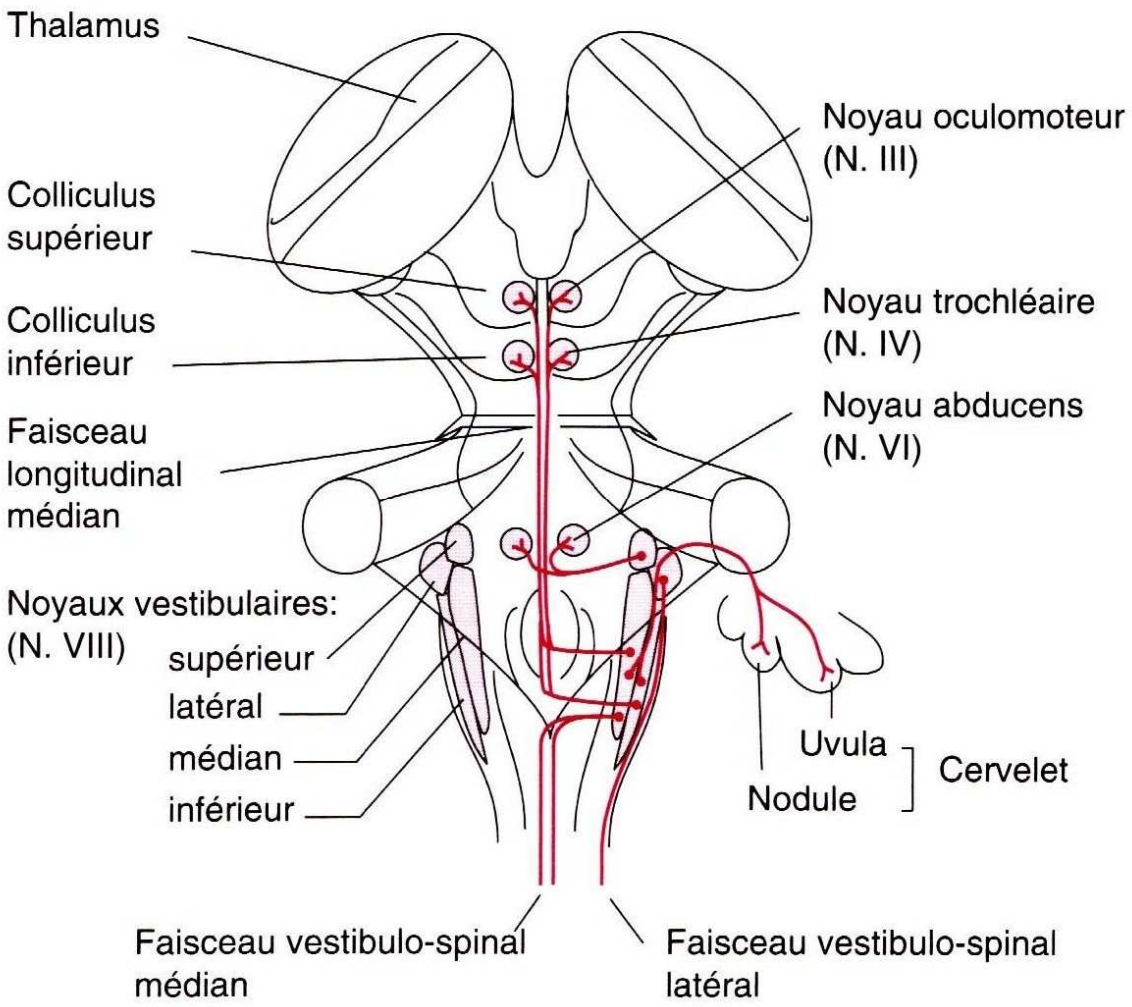


Fig 31 : Les noyaux vestibulaires et leurs principales connexions sur une vue dorsale du tronc cérébral. (Richard et Orsal, 2007)

I. Le noyau vestibulaire latéral (noyau de Deiters)

Dans sa partie rostro-ventrale, le noyau de Deiters reçoit les afférences vestibulaires primaires en provenance de la macula utriculaire. Il contient de grandes cellules nerveuses (diamètre compris entre 50 et 100 µm) à l'origine du faisceau vestibulo-spinal latéral qui atteint tous les segments médullaires ipsilatéraux.

Les neurones du noyau de Deiters répondent sélectivement à une inclinaison de la tête. Leur fréquence de décharge augmente lorsque la tête est inclinée dans une direction,

et diminue si la tête est inclinée dans la direction opposée. Les variations de fréquence observées sont proportionnelles à l'angle d'inclinaison. La macula utriculaire est à l'origine de cette modulation qui se traduit par une redistribution du tonus dans les muscles antigravitaires bilatéraux. Le tonus est accru du côté où la tête est inclinée, et est diminué de l'autre côté. Ce noyau semble donc impliqué dans le contrôle postural statique.

II. Le noyau vestibulaire inférieur

Ce noyau reçoit des informations sensitives des macula sacculaires et utriculaires et des crêtes ampullaires. Il reçoit aussi des informations originaires du vermis médian du cervelet. Par ses efférences, il peut transmettre des informations vers la moelle épinière (faisceaux vestibulo-spinaux), la formation réticulée (faisceaux vestibulo-réticulaires), le cervelet et, par là, vers le thalamus (noyaux ventral antérieur et ventral latéral). Ses relations anatomiques font de ce noyau un bon candidat pour l'intégration des informations vestibulaires et cérébelleuses et leur transmission vers les structures nerveuses situées plus haut dans le système nerveux central. Il pourrait intervenir dans les réactions d'équilibration dynamiques et statiques.

III. Les noyaux vestibulaires médian et supérieur

Ces noyaux reçoivent essentiellement des informations en provenance des crêtes ampullaires et des canaux semi-circulaires. Ils projettent notamment sur les noyaux oculomoteurs du tronc cérébral (noyau supérieur) et sur les noyaux moteurs nucaux (participation à la commande de la musculature du cou et de la nuque) (noyau médian). Ils sont impliqués dans les réflexes vestibulo-oculaires qui permettent la coordination des mouvements de la tête et des yeux.

Les noyaux vestibulaires constituent donc un véritable carrefour: ils transmettent les informations vestibulaires aux niveaux d'intégration supérieurs. Ils contribuent à la commande de l'appareil musculaire soit directement soit grâce à un couplage avec des noyaux moteurs.

Classiquement, comme pour toute modalité sensorielle, les informations sont dirigées vers un noyau thalamique, ici le corps genouillé médian, avant de rejoindre leur centre d'intégration finale, au niveau des aires primaires du cortex pariétal. Celui-ci est encore appelé cortex somesthésique: vers lui converge l'ensemble des informations corporelles, qu'elles soient tactiles, proprioceptives ou vestibulaires. Sur la base de ces données, les secteurs associatifs pariétaux vont construire la perception du corps, ce que les psychologues appellent le schéma corporel.

B. Le cervelet

I. Organisation générale

Le cervelet (Fig 32) est situé dans la partie occipitale de la boîte crânienne. Blotti sous les hémisphères cérébraux, il occupe une position dorsale par rapport au tronc cérébral dont il est séparé par le quatrième ventricule. Le cervelet est rattaché au pont par trois paires d'importants faisceaux de substance blanche, les pédoncules cérébelleux inférieur, moyen et supérieur. La surface du cervelet est parcourue de sillons de différentes tailles. Le folium représente la plus petite unité de plissement. De nombreux folia, tous parallèles, sont regroupés en circonvolutions que séparent des sillons plus profonds courant transversalement de part et d'autre du cervelet. On distingue ainsi neuf circonvolutions. Des circonvolutions plus marquées divisent antéro-postérieurement le cervelet en trois parties. Vers l'avant, la fissure primaire sépare un lobe antérieur d'un lobe postérieur. Ce dernier est limité vers l'arrière par la fissure postéro-latérale. Plus en arrière encore, le petit lobe flocculo-nodulaire constitue la partie la plus archaïque du cervelet. L'ensemble de ces replis

confère au cervelet une surface très importante, supérieure à celle des hémisphères cérébraux. Longitudinalement, une région médiane proéminente, le vermis, parcoure le cervelet d'avant en arrière. Le vermis est flanqué latéralement de deux hémisphères divisés eux-mêmes en une zone intermédiaire et une zone latérale.

Le cervelet est constitué d'un cortex superficiel contenant la plupart des corps cellulaires des neurones cérébelleux, et de substance blanche sous-corticale. Dans la profondeur de chaque hémisphère, d'autres neurones cérébelleux sont regroupés en au moins trois noyaux profonds : le noyau fastigial très médian, le noyau interposé (qui se divise chez les primates supérieurs en un noyau emboliforme et un noyau globuleux) et le noyau dentelé, le plus latéral.

Le cortex cérébelleux est organisé de façon remarquablement constante en tous points de sa surface. Les neurones répartis en trois couches histologiques reçoivent des informations spécifiques par deux systèmes de fibres afférentes, le système des fibres moussues et le système des fibres grimpantes. Le cervelet reçoit également des informations non spécifiques (système « d'éveil ») par des fibres monoaminergiques.

Les informations afférentes véhiculées par les fibres moussues concernent :

1) diverses modalités sensorielles (informations sur la position d'un membre, la force ou la longueur d'un muscle, informations labyrinthiques, visuelles, auditives...) ;

2) l'état des neurones médullaires, des motoneurones en particulier ;

3) les copies des commandes nerveuses motrices d'origine néocorticale.

Ces projections afférentes sont somatotopiquement très organisées. Deux cartes sensori-motrices du corps ont été reconnues à la surface du cortex cérébelleux, une sur le lobe antérieur et une autre sur le lobe postérieur.

Ces informations aboutissent toutes, plus ou moins directement, sur les seuls neurones dont l'axone quitte le cortex cérébelleux, les cellules de Purkinje. Presque tous les axones des cellules de Purkinje se terminent dans le cervelet lui-même, sur les noyaux profonds qu'ils inhibent. Seul un petit contingent, provenant du lobe flocculo-nodulaire, quitte le cervelet sans passer par les noyaux profonds, pour atteindre et inhiber les neurones

des noyaux vestibulaires situés dans le plancher du quatrième ventricule. Par l'intermédiaire des noyaux profonds et vestibulaires, le cortex cérébelleux se connecte en parallèle sur les voies motrices, d'une part, et sur le cortex frontal et pariétal, d'autre part.

Cette connexion systématiquement en parallèle sur les systèmes sensorimoteurs fait que le cervelet n'est rigoureusement indispensable ni à la perception sensorielle, ni à la réalisation d'un mouvement. L'examen des principaux déficits observés après lésions cérébelleuses est à ce sujet assez révélateur. Les déficits dépendent évidemment beaucoup de la région corticale lésée et de l'étendue des lésions, mais ils n'entrent jamais dans la gamme des cécité, surdité et autres déficits sensoriels totaux, ni d'une paralysie.

D'une manière générale, une atteinte cérébelleuse est associée à quatre symptômes caractéristiques :

1) une hypotonie musculaire qui se manifeste cliniquement par une diminution de la résistance à la mobilisation passive d'un membre ;

2) une ataxie, ensemble de défauts altérant la réalisation du mouvement comme un allongement du délai de déclenchement, un mauvais ajustement de la force et de l'amplitude du mouvement (dysmétrie), des erreurs sur la vitesse et la régularité du mouvement, une décomposition du mouvement traduisant un défaut de la coordination interarticulaire ;

3) un tremblement pendant l'exécution d'un mouvement, dont l'amplitude va croissant au fur et à mesure que la précision du geste (et donc son contrôle nerveux) augmente ;

4) enfin, des atteintes de la partie la plus postérieure du cortex cérébelleux se traduisant par des troubles graves de l'équilibre.

Il semble donc que le cervelet supervise, plus qu'il ne commande, l'activité motrice posturale et la réalisation du mouvement volontaire. Le tonus musculaire existe toujours après une lésion cérébelleuse, mais il est moins bien contrôlé (hypotonie, pertes de l'équilibre, réactions posturales inexistantes ou mal adaptées). De même, les lésions cérébelleuses n'empêchent pas le mouvement, mais aboutissent à des mouvements mal adaptés, atteignant rarement leur but (ataxie, dysmétrie).

Fonctionnellement, mais aussi en vertu des relations anatomiques liant les différentes parties du cortex avec les autres structures nerveuses, on distingue trois régions cérébelleuses : un cervelet spinal, un cervelet cérébral et un cervelet vestibulaire. Les afférences et les efférences de chacune de ces régions sont spécifiques. La lésion de chacune d'elles aboutit à des syndromes cliniques caractéristiques.

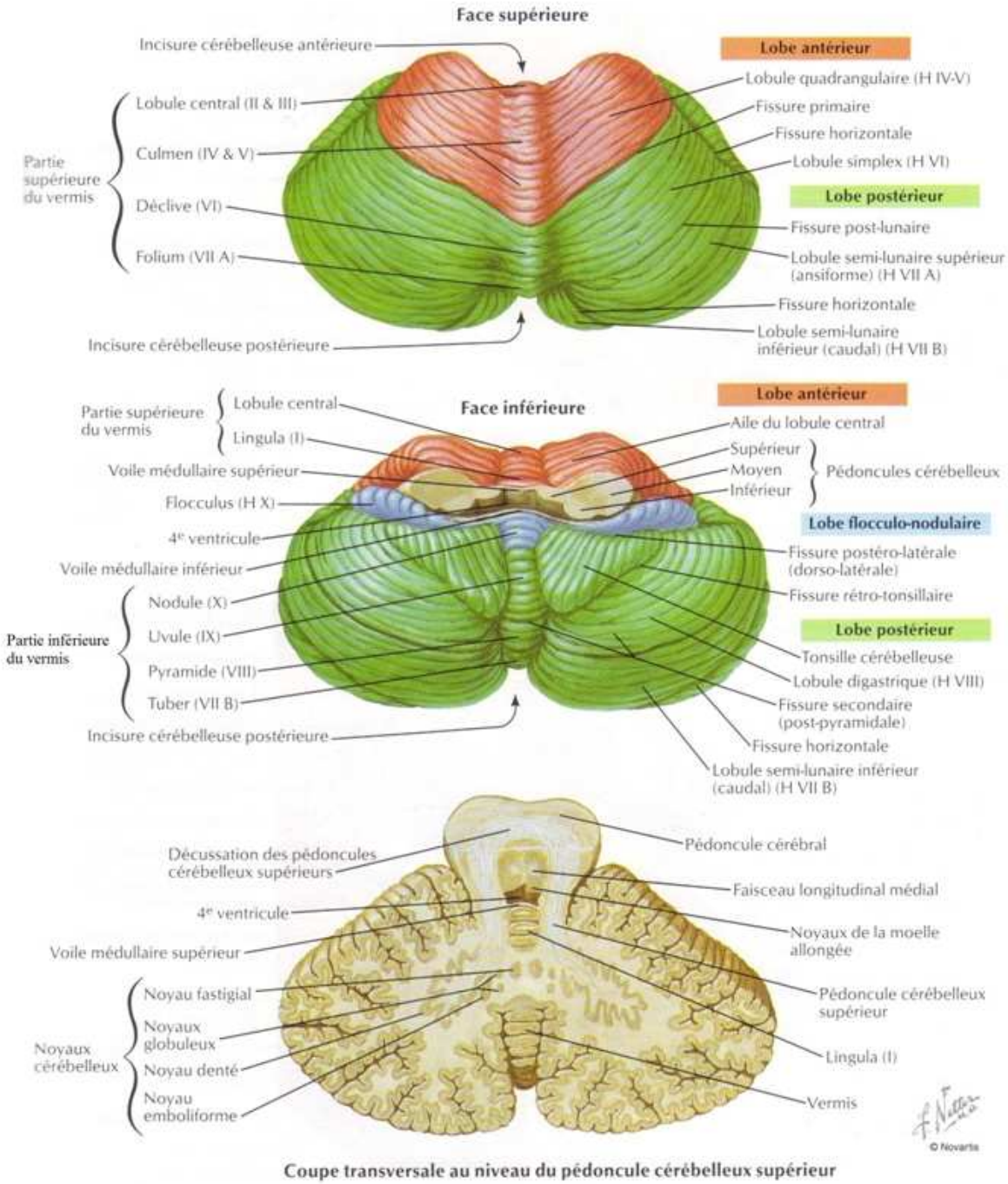


Fig 32 : Le cervelet. (Netter, 1997)

II. Le cervelet spinal

Le cervelet spinal (Fig 33), s'étendant sur le vermis médian et la zone hémisphérique intermédiaire des lobes antérieur et postérieur, contrôle l'activité posturale et l'exécution du mouvement. Bien que des afférences visuelles auditives et labyrinthiques aient été décrites dans cette région, la source principale d'afférences est de nature somato-sensorielle.

– Les afférences spinales

À partir de la moelle épinière lombaire, deux faisceaux atteignent le cortex cérébelleux : les faisceaux spino-cérébelleux dorsal et ventral.

Le faisceau spino-cérébelleux dorsal prend son origine dans la colonne de Clarke, située médialement à la base de la corne dorsale, dans les segments lombaires hauts et thoraciques exclusivement. Les axones spino-cérébelleux dorsaux montent ipsilatéralement vers le cervelet spinal où ils se projettent somatotopiquement sur le cortex après avoir détaché une collatérale vers les noyaux fastigial et interposé. Ce faisceau transmet des informations en provenance des terminaisons primaires d'origine cutanée, articulaire, mais surtout musculaire, notamment celles des fibres la (fuseaux neuromusculaires) ou Ib (organes tendineux). Le faisceau spino-cérébelleux dorsal renseigne le cervelet spinal sur l'état du système périphérique : position des articulations, longueur et force musculaire, etc.

Le faisceau spino-cérébelleux ventral est quant à lui originaire de neurones situés dans la partie latérale de la corne ventrale et monte vers le cervelet spinal controlatéral. Sa zone de projection cérébelleuse, bilatérale, recouvre largement celle des neurones du faisceau spino-cérébelleux dorsal, avec une somatotopie identique. Les neurones du faisceau spino-cérébelleux ventral reçoivent exactement les mêmes informations que les motoneurones α, notamment celles qui proviennent des récepteurs périphériques (extéroceptifs, proprioceptifs) ou de structures supraspinales (du cortex cérébral, du noyau rouge des noyaux vestibulaires, des noyaux réticulaires, etc.). Le cervelet spinal reçoit par ce

biais une copie conforme (encore appelée «décharge corollaire») de la commande motrice reçue à chaque instant par les motoneurones et transmise aux muscles.

Les faisceaux spino-cérébelleux dorsaux et ventraux sont des voies directes provenant du tronc et des jambes.

À partir de la moelle cervicale, un rôle équivalent est joué respectivement par les faisceaux cunéo-cérébelleux et spino-cérébelleux rostral, qui apportent les informations provenant des bras et du cou.

– Les efférences du cervelet spinal

Elles se font principalement vers les systèmes moteurs du tronc cérébral : les cellules de Purkinje du vermis projettent sur le noyau fastigial. Les neurones fastigiaux projettent bilatéralement sur la formation réticulée pontique et les noyaux vestibulaires latéraux, c'est-à-dire sur les structures du tronc cérébral impliquées dans le contrôle de la motricité axiale et proximale et qui jouent un rôle prépondérant dans les réactions posturales anticipées, comme compensatrices.

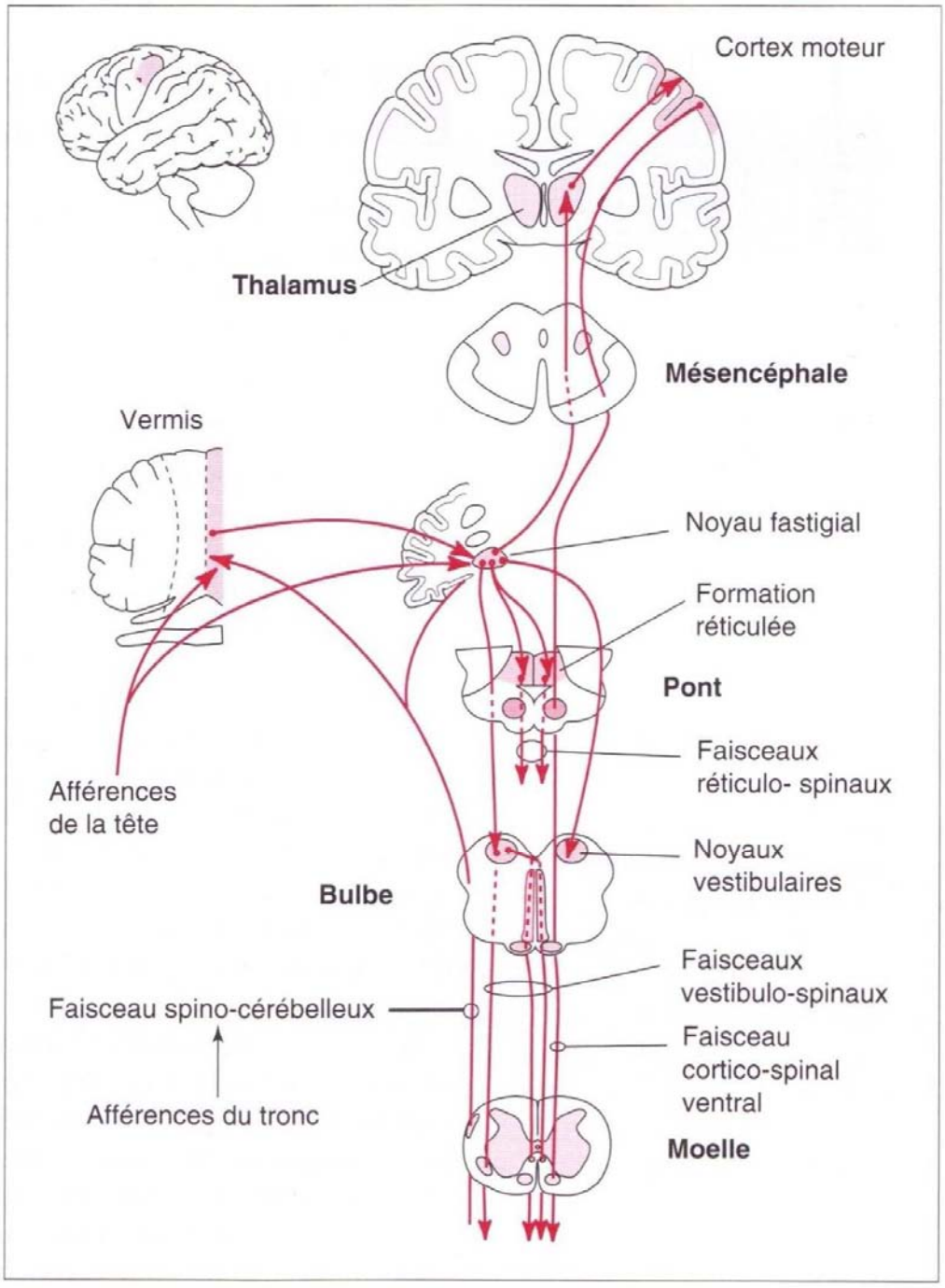


Fig 33 : Le vermis supervise la motricité axiale et proximale. Il reçoit des afférences labyrinthiques et visuelles, mais surtout somatiques en provenance des territoires axiaux (tête, cou, tronc). Il se projette sur le noyau fastigial qui se projette à son tour : 1) sur la moelle épinière, sur les noyaux moteurs de la musculature axiale et proximale par l'intermédiaire des faisceaux réticulo- et vestibulo-spinaux ; 2) vers les régions néocorticales contrôlant les mêmes territoires (voie cortico-spinale ventrale) par l'intermédiaire du thalamus.

(Richard et Orsal, 2007)

III. Le cervelet vestibulaire

Le cervelet vestibulaire (Fig 34) contrôle les réactions d'équilibre et le mouvement des yeux.

Anatomiquement, il occupe la partie phylogénétiquement la plus ancienne du cortex : le lobe flocculo-nodulaire, situé tout à fait en arrière du cortex cérébelleux. La source principale d'informations parvenant au cervelet vestibulaire est d'origine labyrinthique, tant à partir des canaux semi-circulaires que des otolithes sacculaires et utriculaires. Ces informations atteignent le cortex cérébelleux par deux voies, une voie directe à partir des neurones sensitifs du ganglion de Scarpa eux-mêmes, et une voie relayée dans les noyaux vestibulaires. Le lobe flocculo-nodulaire reçoit aussi des informations d'origine visuelle. Quelques afférences proviennent également des noyaux vestibulaires supérieur et latéral.

En retour, les cellules de Purkinje envoient un axone directement sur les neurones des noyaux vestibulaires sans relais au niveau des noyaux profonds. Une lésion cérébelleuse limitée au lobe flocculo-nodulaire entraîne des troubles importants de l'équilibre, une oscillation caractéristique de la tête et du tronc quand le sujet parvient à se tenir debout, un dégoût de marcher sans support, des nausées, un nystagmus prononcé (mouvement d'oscillation involontaire et saccadé du globe oculaire). Le sujet allongé est cependant capable de mouvements tout à fait normaux.

Le cervelet vestibulaire est donc très impliqué dans les réactions posturales d'équilibration et dans le contrôle des mouvements conjugués de la tête et des yeux.

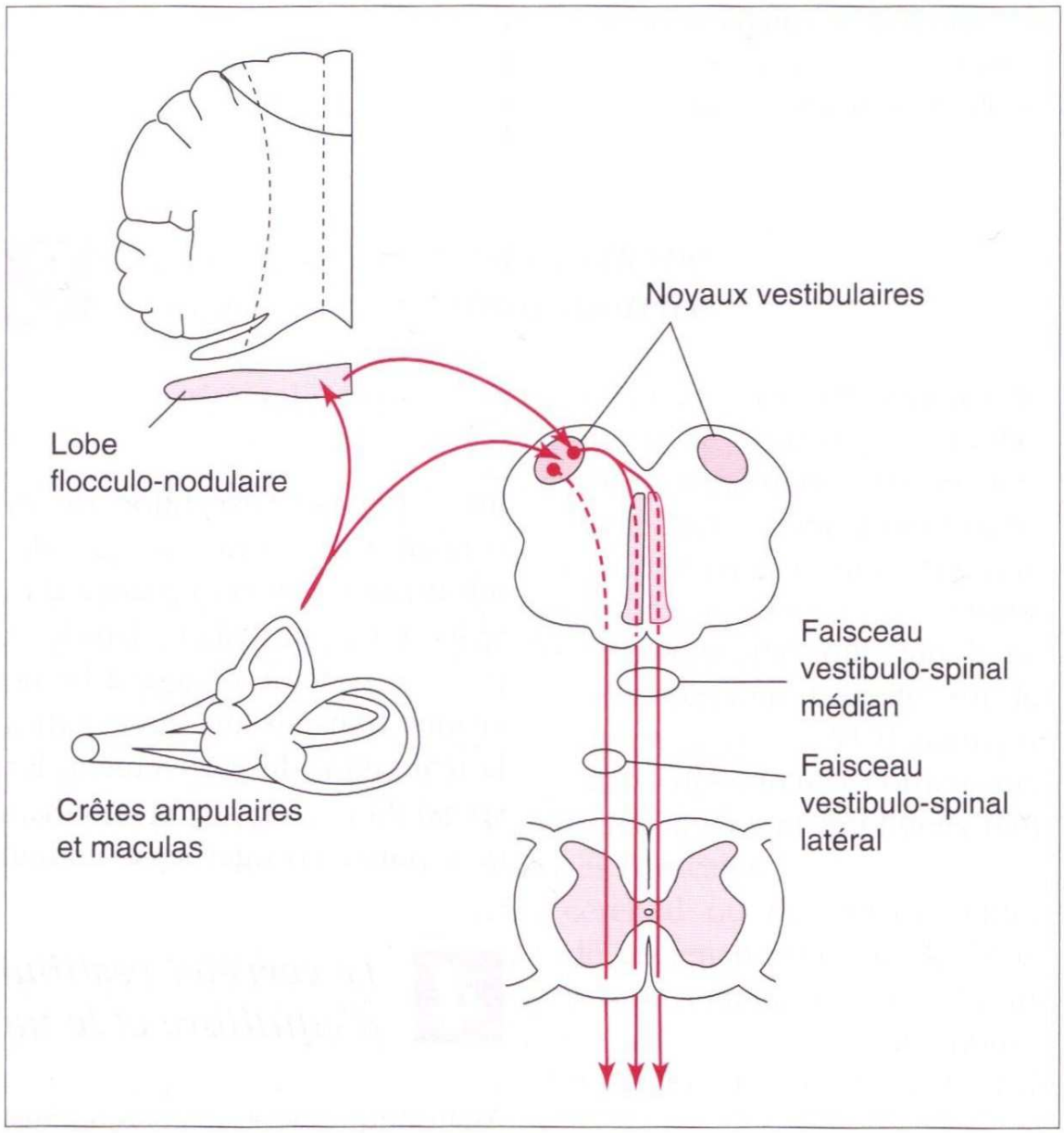


Fig 34 : Le lobe flocculo-nodulaire supervise le maintien de l'équilibre. Il reçoit des afférences sensitives en provenance du labyrinthe (des organes otolithiques et des crêtes ampullaires). Il projette directement sur les noyaux vestibulaires.

(Richard et Orsal, 2007)

3. LES EFFECTEURS

A. Les voies de communications

Des noyaux vestibulaires sont issus des faisceaux vestibulo-spinaux responsables de la stabilisation de la tête et du corps dans l'espace. On distingue trois faisceaux :

– le faisceau vestibulo-spinal latéral, qui se projette au niveau de la moelle cervicale, thoracique et lombaire.

– le faisceau vestibulo-spinal médian, qui se projette au niveau de la moelle cervicale surtout, ainsi qu'au niveau thoracique.

– le faisceau vestibulo-spinal caudal, qui se projette jusqu'au niveau de la moelle lombaire.

Ces faisceaux agissent en inhibant ou en excitant les motoneurones des muscles antigravitaires du cou et du dos, régulant ainsi la posture corporelle et coordonnant les activités motrices du cou, de la tête et des membres. Ces neurones descendants sont sous le contrôle inhibiteur du cervelet grâce aux cellules de Purkinje de la région du lobe flocculo-nodulaire.

B. Les muscles (Schünke et al, 2006 ; Hüe 1992)

Les muscles posturaux sont représentés par les muscles axiaux du corps humain : ce sont les muscles du dos et du cou. Ils participent de façon active au maintien de la position de la tête et à l'orientation de cette dernière, en liaison directe avec les récepteurs de la posture. Ils comprennent un groupe postérieur, un groupe antérieur et un groupe latéral.

I. Groupe postérieur

Il est constitué de quatre plans successifs :

– Le plan profond, qui comprend quatre muscles courts et pairs: (Fig 35)

Le muscle oblique supérieur, unissant la face externe de l'occipital aux masses latérales de l'atlas, première vertèbre cervicale.

Le muscle oblique inférieur, qui relie l'apophyse transverse de l'atlas à l'apophyse épineuse de l'axis, seconde vertèbre cervicale.

Le muscle grand droit postérieur, qui unit l'occiput et l'axis.

Le muscle petit droit postérieur, reliant l'occiput et l'atlas.

La contraction en bloc de tous ces muscles renforce l'immobilisation axiale de l'atlas.

Leur contraction unilatérale détermine une inclinaison latérale homonyme de la tête.

La contraction du petit droit postérieur détermine l'extension céphalique et celle de l'oblique supérieur étend la tête, l'incline de son côté et lui imprime un mouvement de rotation qui tourne la face du côté opposé. Le mouvement ne possède cependant qu'une amplitude assez limitée.

– Le plan moyen est composé des muscles semi-épineux de la tête et épineux du cou. (Fig 35)

Le muscle semi-épineux de la tête s'étend des processus transverses des vertèbres C3 à T6 jusqu'à l'os occipital, entre les lignes nuchales supérieure et inférieure.

Le muscle épineux du cou s'étend des processus transverses des vertèbres T1 à T6 jusqu'aux processus épineux de C2 à C7.

Leur contraction bilatérale provoque une extension dorsale du rachis thoracique et cervical ainsi que de la tête (stabilisation des articulations suboccipitales).

Leur contraction unilatérale entraine une flexion ipsi-latérale et une rotation contro-latérale de la tête, ainsi que du rachis cervical et thoracique.

– Le plan des splénius est composé de deux groupes musculaires : les splénius de la tête et du cou et le muscle élévateur de la scapula. (Fig 36)

Le muscle splénius du cou prend son origine au niveau des processus épineux des vertèbres thoraciques 3 à 6 et s'insère sur les processus transverses des vertèbres C1 et C2.

Le muscles splénius de la tête s'étend des processus épineux des vertèbres C3 à T3 jusqu'à la ligne nuchale supérieure et le processus mastoïde.

Leur contraction bilatérale provoque une extension dorsale du rachis cervical et de la tête ; leur contraction unilatérale entraine flexion homolatérale et rotation.

Le muscle élévateur de la scapula prend son origine sur les processus transverses des vertèbres cervicales (C1 à C4) et s'insère sur l'angle supérieur de la scapula.

Lorsque le point fixe est à la scapula, sa contraction provoque une inclinaison ipsi-latérale du cou.

– Le plan superficiel est formé par le trapèze. (Fig 36)

Il est formé de trois parties :

La partie descendante prend son origine sur l'os occipital, au niveau de la ligne nuchale supérieure et de la protubérance occipitale externe, ainsi que sur les processus épineux des vertèbres cervicales par le ligament nucal ; la partie transverse au niveau des processus épineux des vertèbres thoraciques 1 à 4 ; la partie ascendante sur les processus épineux des vertèbres thoraciques 5 à 12.

La partie descendante s'insère sur le tiers latéral de la clavicule ; la partie transverse sur l'acromion ; la partie ascendante sur l'épine de la scapula.

Si le point fixe est la ceinture scapulaire, la contraction provoque l'inclinaison ipsi-latérale et la rotation controlatérale de la tête.

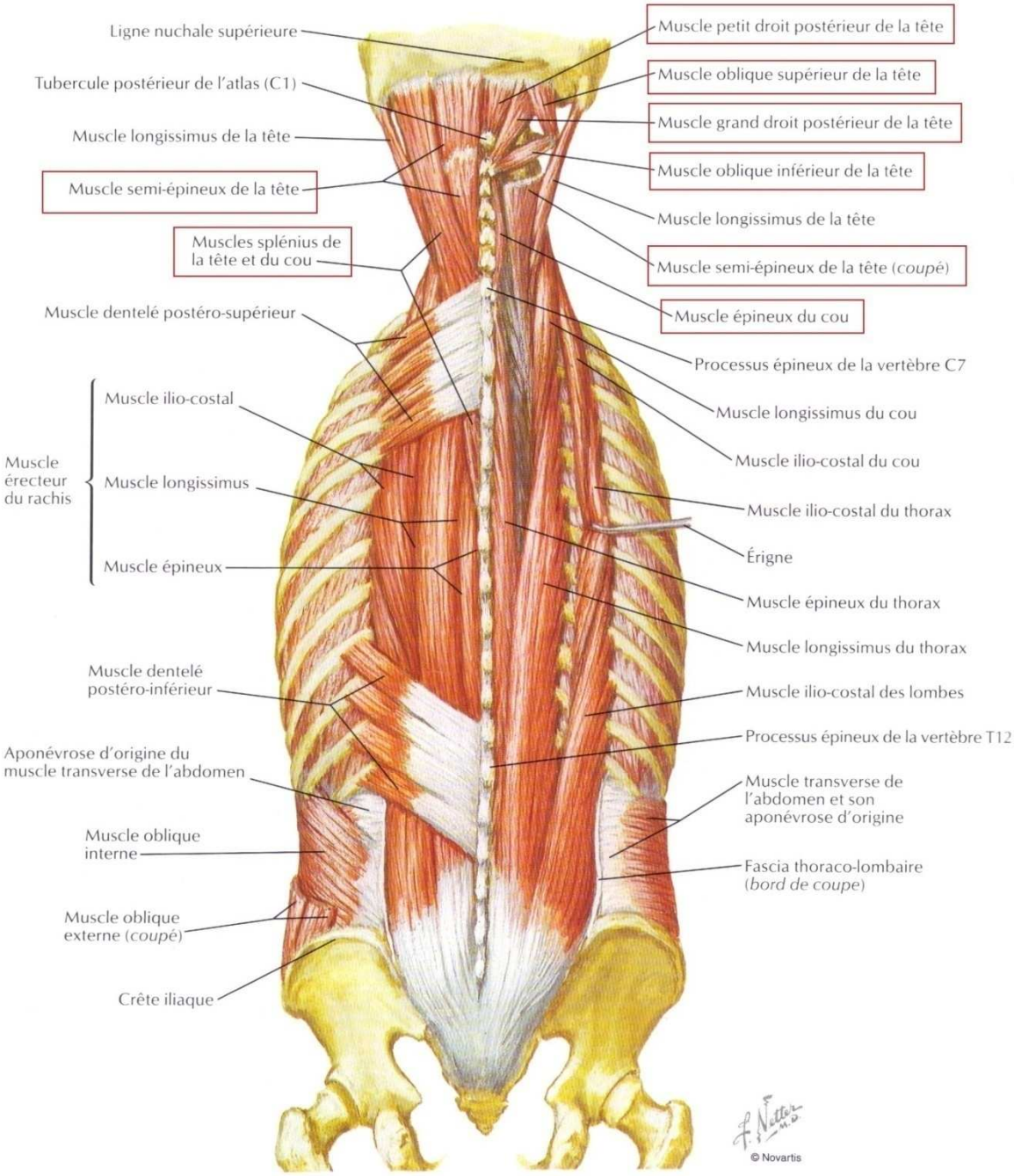


Fig 35. Les muscles du dos : couches intermédiaires. (Netter, 1997)

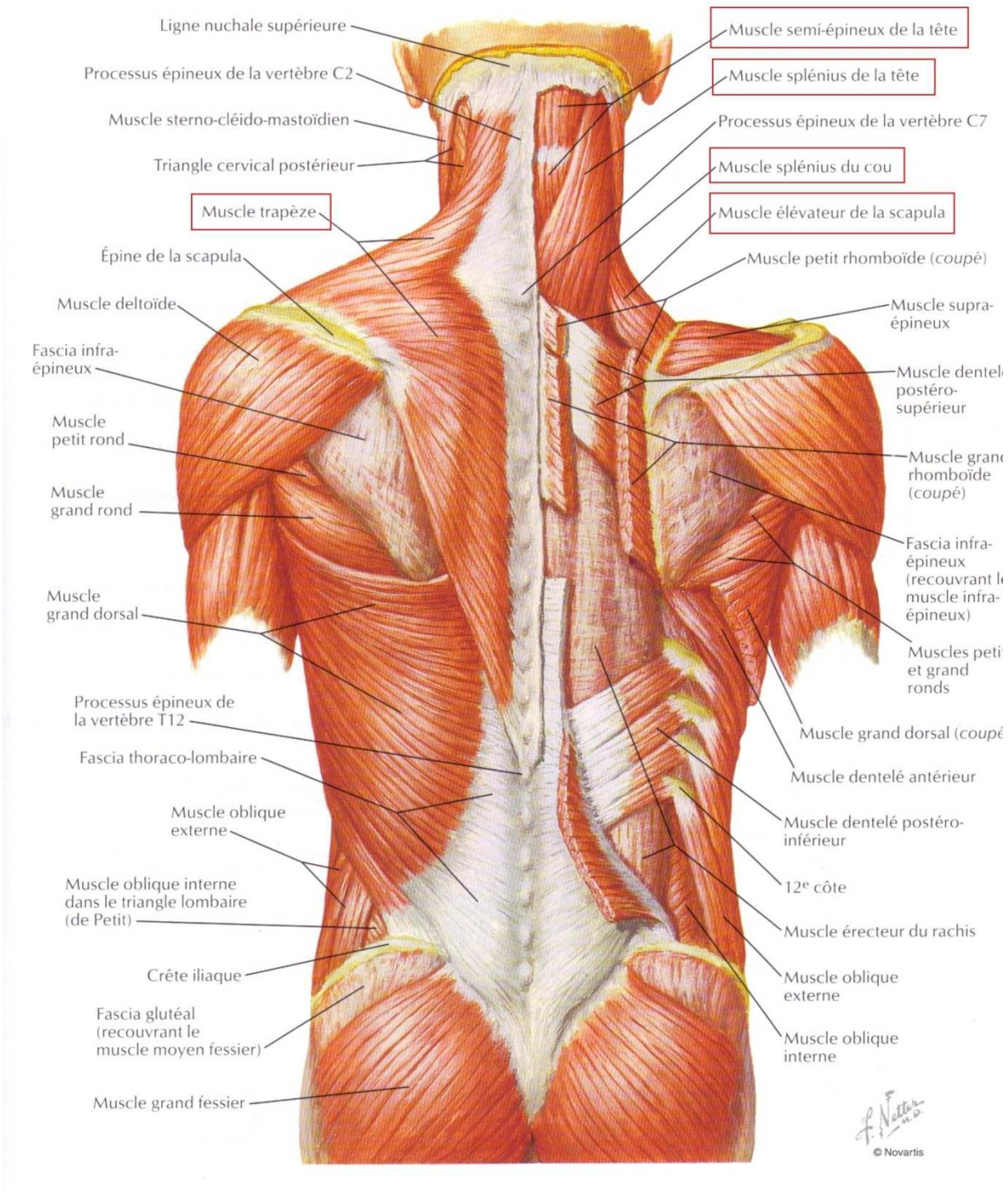


Fig 36. Les muscles du dos : couches superficielles. (Netter, 1997)

II. Groupe latéral

II se compose du muscle sterno-cléido-mastoïdien (Fig 37). Ce muscle comprend deux chefs, l'un claviculaire, l'autre sternal. Le chef claviculaire s'insère entre le tiers moyen de la face antérieure de la clavicule et la face externe de l'apophyse mastoïde. Le chef sternal s'étend de la face externe de la mastoïde à la partie supérieure du sternum.

L'action bilatérale de ces muscles entraîne une extension dorsale de la tête ; l'action unilatérale entraîne une flexion ipsi-latérale et une rotation contro-latérale de la tête. Combinée à l'action du trapèze, celle du sterno-cléido-mastoïdien contribue à stabiliser et à fixer la tête dans l'espace lors des déplacements mandibulaires dus à la mastication, la déglutition, la phonation.

III. Groupe antérieur

II se compose des muscles prévertébraux : muscles scalène, long de la tête et long du cou (Fig 38).

Le scalène antérieur nait du processus transverse des vertèbres cervicales 3 à 6, et s'insère sur le tubercule scalène de la première côte. Les scalènes moyen et postérieur naissent des processus transverses des vertèbres C2 à C7 et C4 à C6 ; le scalène moyen s'insère sur la face supérieure de la première côte, tandis que le scalène postérieur s'insère sur le bord externe de la deuxième côte.

Quand la première côte est immobilisée, les scalènes antérieur et moyen fléchissent le cou en avant et latéralement avec une rotation du côté opposé. Le scalène postérieur fléchit le cou avec une légère rotation.

Le muscle long de la tête naît des tubercules antérieurs des processus transverses des vertèbres C3 à C6, et s'insère sur la partie basilaire de l'os occipital. Le muscle long du cou naît des corps vertébraux de T1 à T3, de C4 à C7 et des processus transverses des vertèbres

C3 à C6, et s'insère sur le tubercule antérieur de l'atlas, les corps des vertèbres C2 à C4 et les processus transverses de C5 et C6.

Ces deux muscles fléchissent le cou, bien que le muscle long du cou soit assez faible. Le long du cou entraîne aussi une légère rotation et inclinaison latérale du cou.

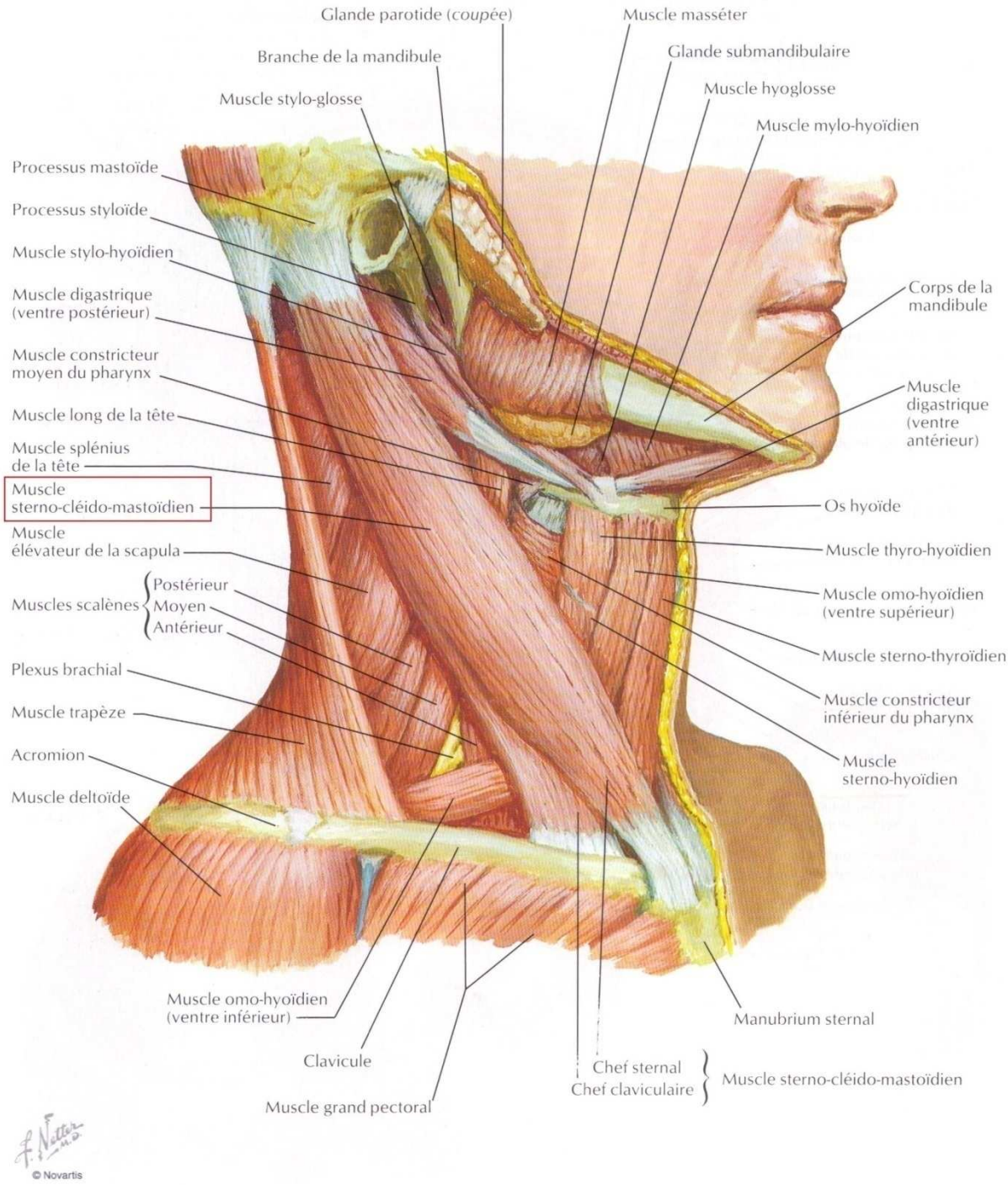


Fig 37. Les muscles du cou : vue latérale. (Netter, 1997)

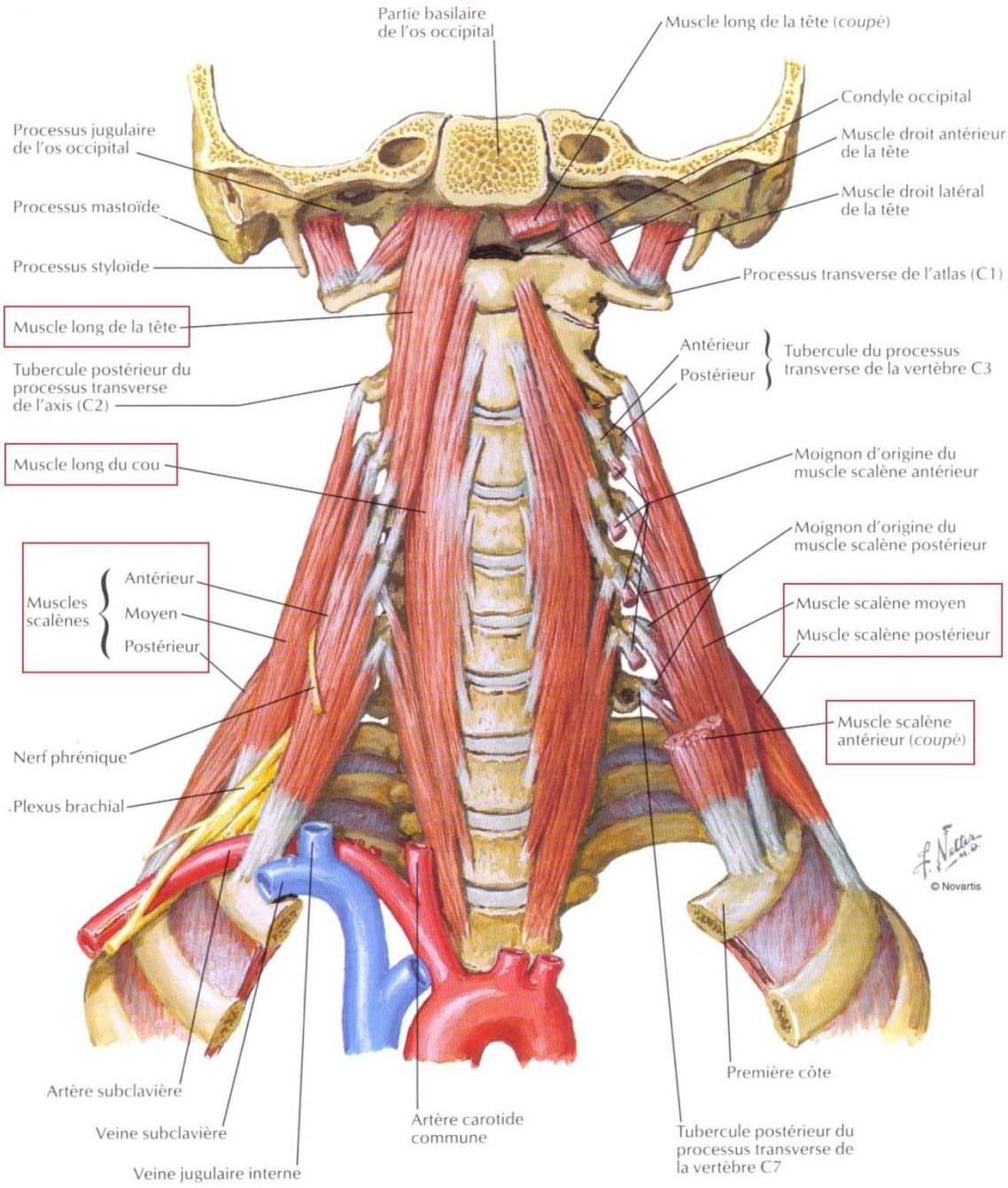


Fig 38. Les muscles scalènes et pré-vertébraux. (Netter, 1997)

4. CONCLUSION

Les afférences sensitives et proprioceptives du corps et de la tête sont véhiculées jusqu'aux centres nerveux centraux, qui élaborent et transmettent aux effecteurs musculaires la réponse nécessaire au maintien de la posture corporelle (Fig 39).

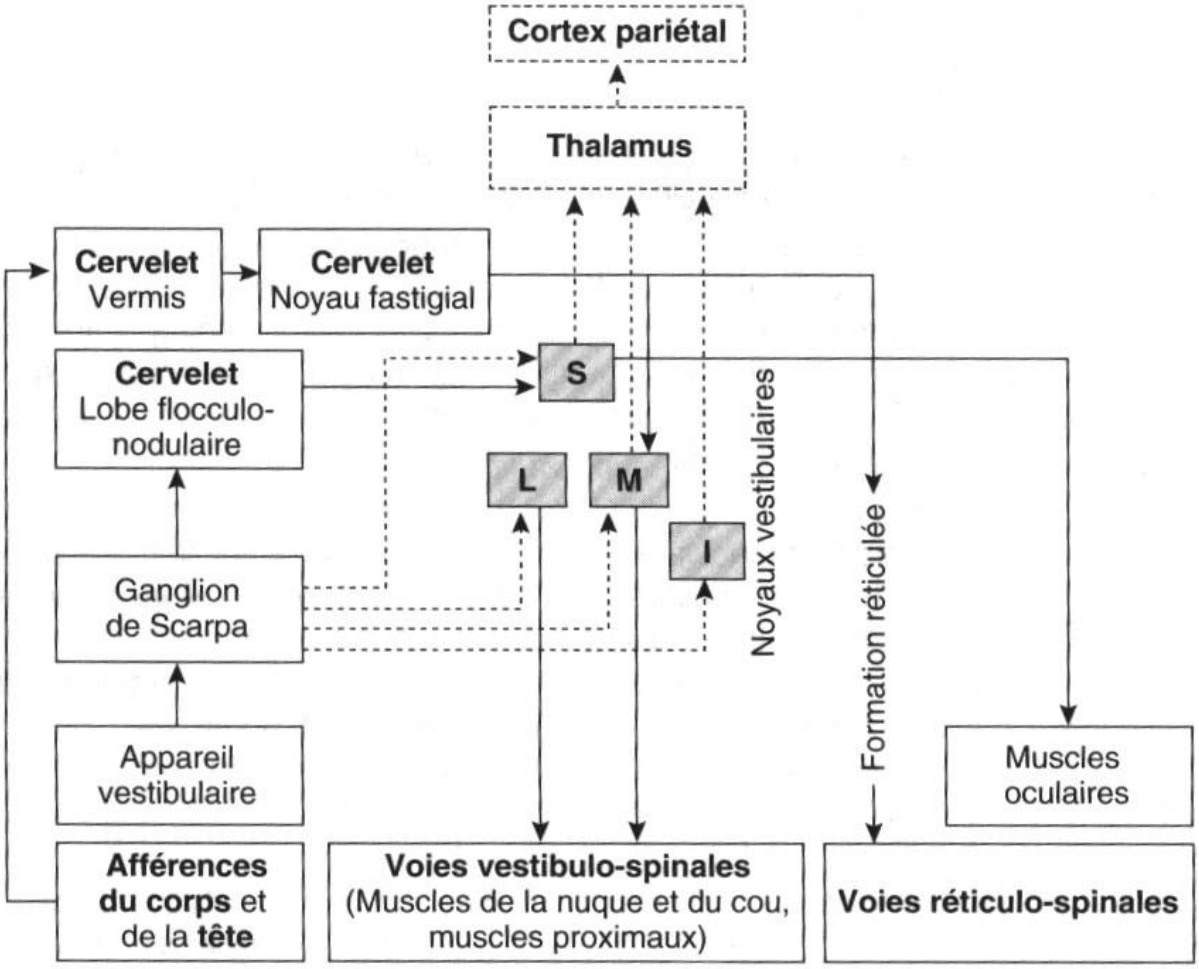


Fig 39 : Schéma récapitulatif de la posture.

S : Noyau vestibulaire supérieur ;
L : Noyau vestibulaire latéral ;
M : Noyau vestibulaire médian ;
I : Noyau vestibulaire inférieur.

(Collet, 2002)

IV. La proprioception cranio-faciale

I. IMPORTANCE DE LA SOMESTHESIE BUCCALE

La richesse des sensations somesthésiques (sensibilité, sensorialité et proprioception) varie avec la région du corps qui est explorée. La face et surtout les régions buccales et péribuccales représentent les sources d'informations dominantes chez les mammifères ; chez le jeune enfant la cavité buccale reste l'organe somesthésique le plus important et chez l'homme adulte son rôle est comparable à celui des mains. La représentation corticale sur l'aire S1 des structures buccales et péribuccales (Fig 40) occupe chez la plupart des mammifères plus de place que le reste du corps et est voisine de celle de la main chez l'homme. La densité des récepteurs de la lèvre, de la pointe de la langue ou des mains est également comparable comme le sont les résultats des tests psycho-physiologiques mesurant le seuil absolu, le seuil différentiel, la perception de l'écart minimal entre deux points, la reconnaissance de la forme d'un objet (stéréognosie). Les dents représentent aussi une source d'expérience sensorielle importante et d'une grande finesse tant par la sensibilité tactile du parodonte que par la sensibilité douloureuse de la pulpe. Enfin, la cavité buccale possède toutes les modalités sensorielles du spectre somesthésique, mais elle est de plus le lieu exclusif de la gustation.

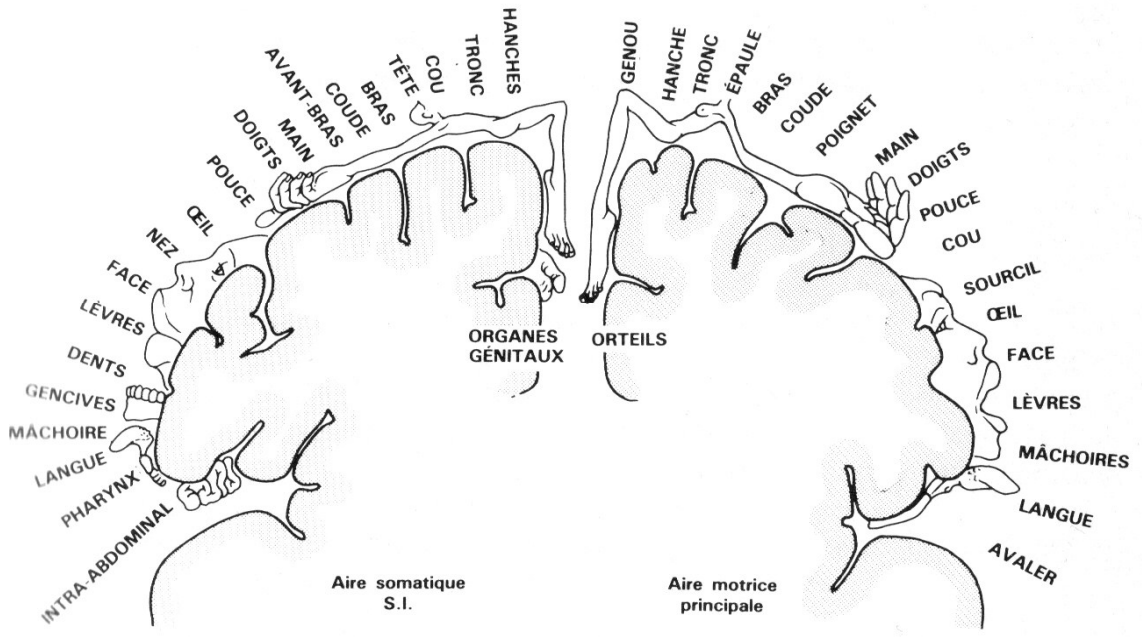


Fig 40 : Représentation schématique des somatotopies sensitives et musculaires telles qu'elles peuvent être observées de part et d'autre de la scissure de Rolando. (Woda, 1983)

La qualité de l'appareil sensitivo-sensoriel attaché à la cavité buccale s'explique par les fonctions auxquelles il participe. Outre le rôle proprement sensoriel, les informations sont utilisées lors de multiples performances motrices, manducatrices ou non, tel que le contrôle des sphincters labiaux, de l'isthme du gosier, des sphincters œsophagien et laryngien lors de la déglutition, de la préhension labio-incisive, de la sélection des aliments, de la manipulation du bol alimentaire entre langue et joue, du nettoyage de la bouche par la langue, et pendant la mastication, la succion, l'articulation de la voix et l'accomplissement des diverses mimiques buccales.

Enfin au contraire de la main, la cavité buccale est une zone frontière entre extéro- et intéroception, ce qui sans doute explique en partie l'importance des sensations buccales dans le développement de l'individu. L'enfant est très orienté vers la bouche et il suffit d'évoquer les théories psychanalytiques pour se rendre compte de la place qu'elle occupe dans le monde psychique.

2. TERRITOIRES D'INNERVATION

La portion sensitive du nerf trijumeau innerve la peau de la face jusqu'au sommet du crâne, la muqueuse de la bouche, du nez et des cavités sinusiennes, les dents maxillaires et mandibulaires et une grande partie de la dure-mère (étages antérieur et moyen). Au niveau de l'oreille par contre, n'en dépendent que les parties antérieures du pavillon et du méat auditif externe, ainsi que certaines portions de la membrane tympanique. Les autres parties du méat auditif externe sont innervées par le nerf intermédiaire, le nerf glosso-pharyngien ainsi que le nerf vague (Fig 41).

Le nerf mandibulaire achemine également des impulsions proprioceptives originaires des muscles masticateurs et du palais dur (pour le contrôle de la force de mastication).

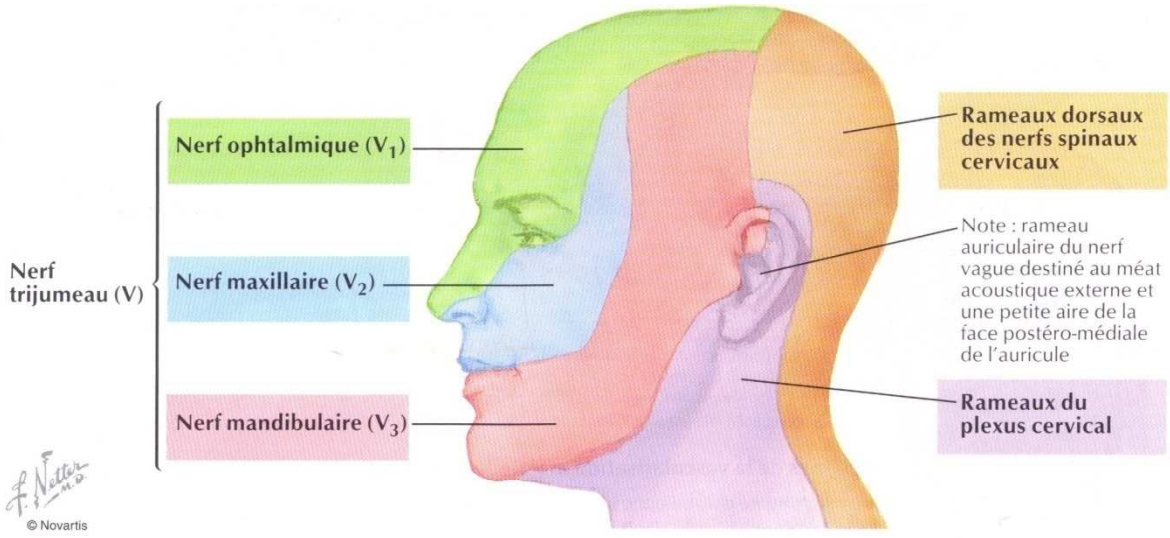


Fig 41 : Les territoires d'innervation du nerf trijumeau. (Netter, 1997)

3. LES RECEPTEURS DE LA PROPRIOCEPTION

A. Les fuseaux neuromusculaires (Latash, 2002 ; Gresser, 2005) (Fig 42)

Ce sont des récepteurs très sophistiqués permettant aux autres neurones du système nerveux de connaître la longueur et la vitesse d'étirement des fibres musculaires. Ces propriocepteurs sont fusiformes (généralement 1 cm de long) présentant un renflement en leur centre qui leur donne l'apparence de fuseaux. Ils sont dispersés en grande quantité parmi les fibres musculaires.

Chaque fuseau contient des fibres musculaires spécialisées (appelées fibres intrafusales) qui sont orientées parallèlement aux fibres responsables de la contraction musculaire, appelées fibres musculaires extrafusales. La partie médiane du fuseau est recouverte par une capsule faite de tissu conjonctif. Aux deux extrémités, les fibres intrafusales sont connectées soit à des fibres extrafusales, soit aux attaches tendineuses. Ainsi, lorsque les fibres extrafusales modifient leur longueur, les fibres intrafusales sont étirées ou raccourcies selon le cas.

Les fuseaux contiennent deux principaux types de fibres intrafusales, appelées fibres à sac ou terminaisons annulo-spiralées et fibres à chaîne. Ces noms sont le reflet de la distribution des noyaux à l'intérieur de la fibre, regroupés comme dans un sac ou disposés en chaîne. A leur tour, les fibres à sac sont de deux sous-types, statique et dynamique. Deux types de terminaisons sensorielles peuvent être observés au niveau des fuseaux neuromusculaires. Elles sont localisées principalement au niveau de la portion médiane du fuseau (équateur). Les terminaisons du premier type, appelées terminaisons fusoriales primaires, sont présentes au niveau de toutes les fibres intrafusales, aussi bien les fibres à sac que les fibres à chaîne. Les terminaisons du second type, nommées terminaisons fusoriales secondaires, sont rarement observées sur les fibres à sac dynamiques, mais sont très répandues dans les fibres à sac statiques, et dans les fibres à chaîne. Une terminaison nerveuse fusoriale, comme toute autre terminaison sensorielle de propriocepteur, est localisée à l'extrémité de l'axone d'un neurone, dont le corps cellulaire est localisé au niveau

d'un ganglion spinal. Les axones des terminaisons primaires sont de type Ia, alors que les axones des terminaisons secondaires sont de type II.

Les terminaisons sensorielles primaires sont sensibles à la fois à la longueur et à la vitesse d'étirement du muscle. Les axones afférents primaires sont parmi les plus rapides des fibres neurales. Ils sont myélinisés, avec un diamètre variant de 12 à 20 µm qui correspond à une vitesse de propagation des potentiels d'action proche de 120 m/s (432 km/h !)

Les terminaisons fusoriales secondaires sont uniquement sensibles à la longueur du muscle et insensibles à la vitesse d'étirement. Les axones des terminaisons fusoriales secondaires sont plus petits et la vitesse de conduction est également plus faible, comprise entre 20 et 60 m/s. (72 et 216 km/h)

Les terminaisons nerveuses des fuseaux neuromusculaires présentent une grande sensibilité aux faibles variations de longueur musculaire, particulièrement lorsque ces modifications apparaissent à de fréquences élevées. Ceci est particulièrement vrai pou les terminaisons fusoriales primaires. Elles peuvent décharger en réponse à une vibration de faible amplitude (1 mm) appliquée à fréquence élevée (jusqu'à 100 Hz) sur la peau en regard du muscle ou du tendon. Si le vibreur est directement en contact avec les fibres musculaires, une vibration de quelques micromètres d'amplitude peut conduire les terminaisons fusoriale primaires à décharger à la fréquence de la vibration.

Les fuseaux neuromusculaires des muscles masticateurs ont une distribution qui n'est pas aussi régulière que dans les muscles des membres supérieurs et inférieurs. Chez l'homme, c'est la partie profonde du masséter qui est la plus riche en F.N.M. tandis que pour le ptérygoïdien médial c'est la partie médiale. Au sein du ptérygoïdien latéral, ils sont habituellement présents dans la couche musculaire moyenne. Pour le temporal, ce sont les faisceaux verticaux et horizontaux qui en abritent une grande partie.

Les fuseaux neuromusculaires des différentes portions musculaires fournissent des réponses variables en fonction du stimulus donné. Le système nerveux utilise alors préférentiellement les informations qui naissent dans les zones des muscles élévateurs où la concentration apparente des fuseaux neuromusculaires est importante.

Les muscles élévateurs renferment peu de fuseaux neuromusculaires en règle générale et sont par conséquent à classer entre les muscles larges des membres où il y a une faible proportion de fuseaux neuromusculaires et les muscles responsables de mouvements fins tels que les muscles extrinsèques de l'œil ou même les muscles de la nuque responsables de la posture céphalique où la concentration de fuseaux neuromusculaires est importante. Même si chez le chat, les muscles masticateurs sont incontestablement de type phasique, chez l'homme ils présentent des caractéristiques intermédiaires. Le temporal semble plus tonique que le masséter. Des différences de densité de fuseaux neuromusculaires existent entre les faisceaux, ce qui signifie, en prenant l'exemple du masséter, que ses faisceaux profonds sont plus toniques que les faisceaux superficiels puisqu'ils renferment davantage de fuseaux neuromusculaires.

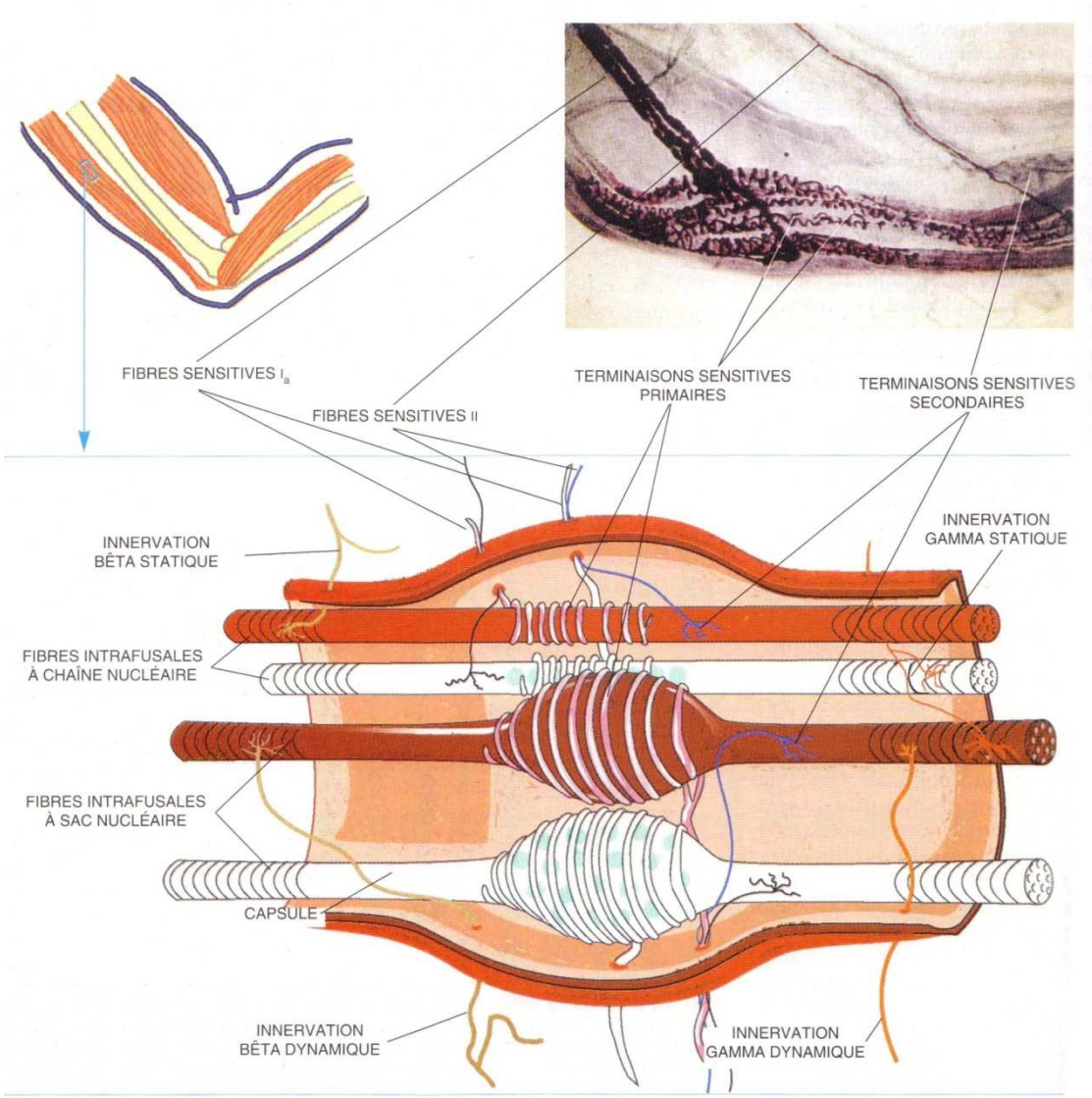


Fig 42 : Représentation schématique du récepteur fusorial. (Roll, 1998)

B. Les organes de Golgi (Latash, 2002)

Un autre groupe de propriocepteurs est localisé près des jonctions entre les tendons et les fibres musculaires. Ces récepteurs sont sensibles aux déformations mécaniques et sont appelés organes tendineux de Golgi (Fig 43). Les tendons sont considérés comme des structures élastiques (ressorts). Cela signifie que la déformation mécanique du tendon augmente avec la force musculaire. De ce fait, les organes tendineux de Golgi apparaissent comme des détecteurs de force presque parfaits : ils répondent à une augmentation de tension dans le tendon pendant la contraction du muscle. Les organes tendineux de Golgi ne reçoivent aucune innervation supplémentaire (comme les fuseaux neuromusculaires) : ils sont différents à la vitesse des variations de force. Ainsi, leur réponse à la force musculaire est relativement indépendante des autres facteurs. Le fait que les tendons se comportent comme des ressorts non linéaires amène les organes tendineux de Golgi à être des structures sensorielles non linéaires. Toutefois, ceci ne constitue pas un problème majeur dans la mesure où leurs propriétés ne changent pas.

Les organes tendineux de Golgi sont relativement sélectifs, à savoir qu'ils répondent à la force produite par « leurs » fibres musculaires. Si cette force musculaire est engendrée par des fibres n'agissant pas dans la zone où se situe l'organe tendineux de Golgi, il n'y aura pas de modification dans sa fréquence de décharge. Il pourra même être observé une diminution de son activité, en raison d'une diminution de tension dans la zone où se situe l'organe tendineux de Golgi.

Les axones provenant des organes tendineux de Golgi sont presque aussi larges en diamètre que les axones des terminaisons fusoriales primaires ; leur vitesse de conduction est du même ordre de grandeur et peut atteindre 80 m/s.

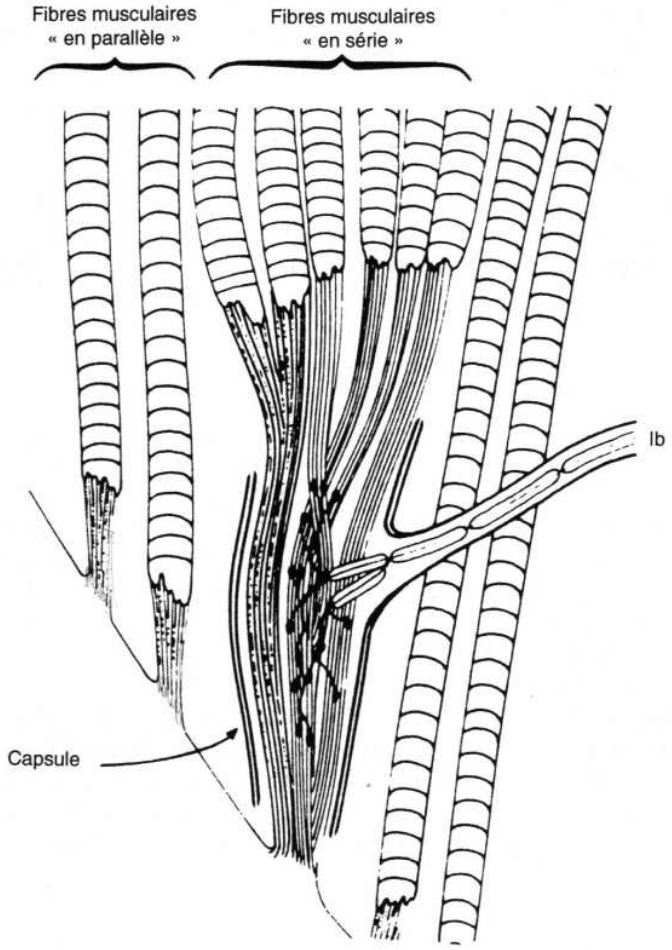


Fig 43 : Représentation schématique d'un organe tendineux de Golgi
(Zelena, 1983)

C. Les autres récepteurs musculaires (Latash, 2002)

On peut trouver deux autres types de terminaisons sensorielles dans le muscle. Le premier correspond aux corpuscules « paciniformes », qui sont semblables dans leur structure, bien que plus petits, aux corpuscules de Pacini observés dans la peau. Ces corpuscules sont communément localisés à la jonction musculo-tendineuse et sont plutôt sensibles aux vibrations à haute fréquence. On n'en connait pas plus sur leur rôle fonctionnel et leurs connexions centrales.

Il y a aussi des terminaisons sensorielles libres, dispersées tout autour du muscle. Elles sont sensibles à de puissants stimuli mécaniques (tels que ceux qui apparaissent durant le pincement), ainsi qu'à certains stimuli chimiques. Ces récepteurs jouent probablement un rôle important dans la sensation de douleur et dans certaines réponses réflexes. Ils sont innervés par des axones de petit diamètre et non myélinisés, ayant une vitesse de conduction lente (de l'ordre de 1 m/s).

D. Les récepteurs parodontaux (Woda, 1983 ; Hüe, 1992)

Les fibres à destination parodontale sont issues soit de nerfs interdentaires ou inter-radiculaires, elles pénètrent alors dans l'espace desmodontal à travers les multiples foramina de la lame cribriforme de l'os alvéolaire, soit du tronc apical où elles se séparent des fibres pulpaires avant que ces dernières ne pénètrent dans le canal radiculaire. Contrairement aux fibres pulpaires, le groupe de fibres parodontales réunit tous les calibres rencontrés dans les nerfs sensitifs extéroceptifs. Les fibres Aα du tronc apical dont le diamètre peut atteindre 14 micromètres se dirigent donc toutes vers le desmodonte.

Les récepteurs parodontaux existent dans le desmodonte, la gencive et le périoste. Actuellement, on considère que ces récepteurs sont de type Ruffini plus ou moins complexes.

Il s'agirait soit d'un ensemble discret constitué d'une fibre myélinisée encapsulée qui en suivant un trajet sinueux perdrait sa gaine de myéline et se diviserait en petites unités terminales amyéliniques, soit d'un récepteur plus complexe, constitué de trois ou plusieurs fibres nerveuses qui perdent leur gaine de myéline elles aussi et encerclent une autre fibre avec leurs branches terminales.

Le fonctionnement des récepteurs parodontaux a été étudié grâce aux enregistrements unitaires extracellulaires effectués au niveau du prolongement périphérique ou du corps cellulaire du protoneurone.

Les principales propriétés de ces récepteurs sont les suivantes :

- **l'adaptabilité** : les récepteurs parodontaux peuvent l'être ou non.

- **la sensibilité à la vitesse d'application de la stimulation** : les récepteurs adaptables présentent une réponse maximale lorsque la stimulation est appliquée brusquement alors que les récepteurs à activité spontanée y sont relativement indifférents.

- **le seuil** : il est très faible puisqu'une force de 1g peut être suffisante pour faire apparaître une activité. La force appliquée a pour effet de déplacer la dent dans l'alvéole, le déplacement minimal efficace est de l'ordre de 2 à 3 µm. Les récepteurs non adaptables ont un seuil plus élevé que ceux à activité spontanée et plus faible que ceux adaptables.

- **la sensibilité à l'intensité de la force appliquée** : ils sont capables de détecter de très faibles variations de l'amplitude de la stimulation, en particulier les récepteurs non adaptables.

- **la sensibilité directionnelle** : ils sont sensibles à la direction et au sens de la force de stimulation. L'activité est maximale pour une direction donnée et est nulle pour les autres. Les récepteurs à activité spontanée sont inhibés pour certaines directions.

- **le champ périphérique** : un protoneurone innerve le parodonte d'une seule dent ou de plusieurs dents adjacentes. Dans ce cas, les propriétés des réponses sont les mêmes quelle que soit la dent stimulée.

Ces propriétés constituent un codage des diverses caractéristiques de la stimulation, le système nerveux central est dont très précisément renseigné sur les forces appliquées aux dents.

Les récepteurs à adaptation rapides se situent principalement sous le centre de rotation de la dent, mais à proximité de ce dernier. Leur seuil de stimulation est élevé, répondant à des stimulations de l'ordre de 10g. Leur activité est limitée à la phase d'application ou de suppression de la force, ou aux variations d'intensité. Ils ne répondent pas aux changements de direction.

Les récepteurs à adaptation lente se situent dans la région apicale et répondent à des petits déplacements de l'ordre de 2 à 10 µm et des petites forces (0,01 à 0,02 N). Ces

récepteurs transmettent des impulsions aussi longtemps que le stimulus est appliqué. Ils fournissent des indications précises sur l'amplitude et les variations du stimulus. Ceci permet d'établir une discrimination entre des forces appliquées sur deux dents. Individuellement les unités à adaptation lente répondent tout particulièrement aux sensibilités directionnelles.

Cette différence d'activité, adaptation rapide ou lente, semble être due plus à la position qu'occupent les mécano-récepteurs au sein du ligament alvéolaire qu'à une réelle variation morphologique.

Il existe une relation directe entre la position des récepteurs et leur propriété adaptative, ainsi qu'entre leur position et leur seuil d'action. De même, il existe un gradient de réponse en rapport avec la durée d'application, les récepteurs proches du centre de rotation répondent rapidement alors que les récepteurs à distance du centre de rotation répondent tardivement.

La sensibilité des propriocepteurs est telle que même une feuille de papier très mince placée entre les dents antagonistes les font réagir, fournissant l'information adéquate au système nerveux central pour que soit établit un « plan d'attaque » destiné aux effecteurs dont le rôle consiste à s'adapter le mieux possible à toute situation, quelle soit statique ou dynamique.

Les corps cellulaires des fibres afférentes du ligament desmodontal se situe dans le ganglion trigéminal ou dans le noyau mésencéphalique du trijumeau. La proportion des corps cellulaires se trouvant dans le noyau mésencéphalique est croissante de la périphérie à l'apex où elle atteint un nombre très important. La proportion des corps cellulaires se trouvant dans le ganglion trigéminal est faible à l'apex et maximale à mi-hauteur de la racine. La localisation des récepteurs au sein du ligament desmodontal détermine les caractéristiques de la réponse. Avec ce type de répartition, la sensibilité aux forces appliquées verticalement est beaucoup plus importante que des forces plus transversales.

Donc le degré de stimulation et la réponse des mécanorécepteurs dépendent non seulement des propriétés intrinsèques des récepteurs, mais aussi de la direction de la force appliquée sur la dent, de par la répartition spécifiques des récepteurs.

E. Les récepteurs de l'A.T.M. (Woda, 1983)

La partie antérieure, proprement articulaire, du ménisque ainsi que de la membrane synoviale ne contiennent que peu ou pas de récepteurs. 4 types de récepteurs sont généralement décrits :

Les terminaisons libres, très abondantes, sont présentes dans toutes les zones innervées, viennent ensuite par ordre de fréquence : les récepteurs de Ruffini, de Golgi et de Pacini.

L'observation des récepteurs de l'A.T.M. a été effectuée en disséquant le nerf auriculo-temporal et en enregistrant par micro-électrode l'activité d'une seule fibre nerveuse lors d'un déplacement de la mandibule par rapport au crâne.

Quatre formes de réponses ont été observées, chacune correspondant à un type morphologique de récepteur ce qui permet la description suivante :

– les récepteurs de Ruffini : Les réponses sont non adaptables, le récepteur est actif pour un angle d'ouverture buccale donné, mais l'angle d'ouverture efficace varie pour chaque récepteur. Il existe donc toujours, quelque soit l'angle d'ouverture, un échantillon de récepteurs de Ruffini en activité, la composition de cet échantillon variant avec la position de la mandibule. Ces récepteurs transmettent donc des informations concernant la position.

– les récepteurs de Pacini : Les réponses sont adaptables, tous les récepteurs sont activés ensemble et transitoirement à l'occasion de chaque mobilisation de la mandibule quelle que soit la direction du mouvement ou la position initiale de la mandibule. Ils signalent donc le début ou la fin d'un mouvement.

– les récepteurs de Golgi : ils sont peu adaptables, ils sont actifs lors de pressions importantes appliquées sur les tissus articulaires et jouent donc un rôle de protection.

– les terminaisons libres : Elles répondent aux stimulations nociceptives et sont responsables des sensations douloureuses.

De même que les récepteurs du parodonte, les messages issus de l'A.T.M. exercent une influence sur les motoneurones commandant les muscles masticateurs. Ainsi, les récepteurs de Ruffini ont un rôle essentiel dans le maintien de la posture mandibulaire et les récepteurs de Pacini dans le contrôle du mouvement. Outre la douleur, les récepteurs de l'A.T.M. participent à l'élaboration des sensations proprioceptives.

La sensation de position de la mandibule est très précise puisqu'un sujet est capable de retrouver une position d'ouverture donnée à environ 1mm près. Cette précision est considérablement diminuée lorsque l'A.T.M. est anesthésiée ce qui montre bien que les récepteurs articulaires sont très importants dans ce type de sensations.

4. COMPLEXE SENSITIF DU V

A. Le nerf trijumeau (Cambier et coll, 2008)

Le nerf trijumeau, 5° paire des nerfs crâniens, est constitué de trois branches :

– Le nerf ophtalmique de Willis (V1) (Fig 44): il parcourt la paroi externe du sinus caverneux et donne ses trois branches terminales (nerfs lacrymal, frontal, nasal) qui gagnent l'orbite en traversant la fente sphénoïdale. Son territoire comprend la dure-mère, l'orbite, l'œil, la paupière supérieure, la racine du nez, le front, la partie antérieure du scalp, le sinus frontal, ainsi que les sinus du sphénoïde et de l'ethmoïde.

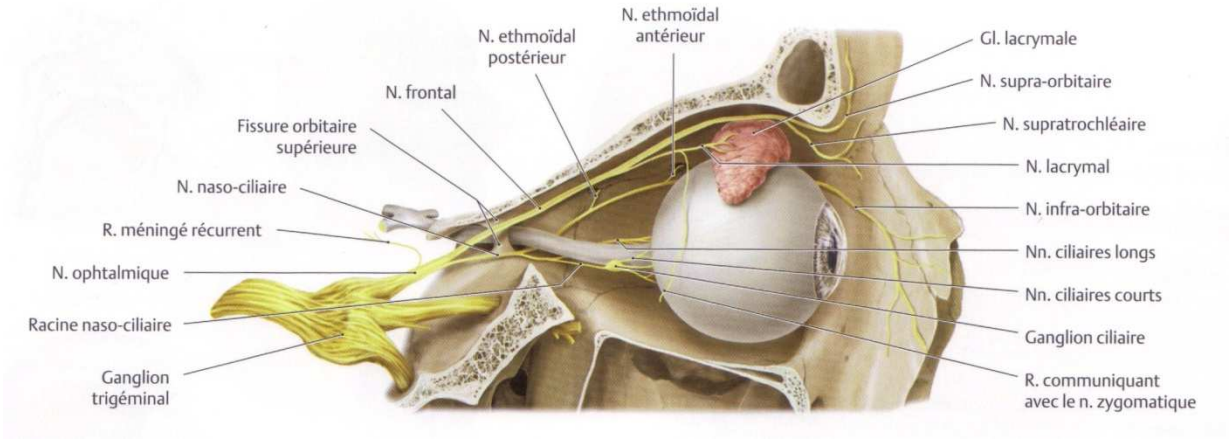


Fig 44 : Le nerf ophtalmique. (Schünke, 2009)

– Le nerf maxillaire (V2) (Fig 45): il sort du crâne par le trou grand rond, parcourt l'arrière fond de la fosse ptérygo-maxillaire, chemine dans le canal sous-orbitaire et débouche à la face externe du maxillaire supérieur. Son territoire comprend la dure-mère, la paupière inférieure, la partie supérieure de la joue, la partie adjacente du nez et de la région temporale, la lèvre supérieure, la gencive et les dents du maxillaire supérieur, la muqueuse de la partie supérieure de la bouche, du nez et de la partie adjacente du rhino-pharynx.

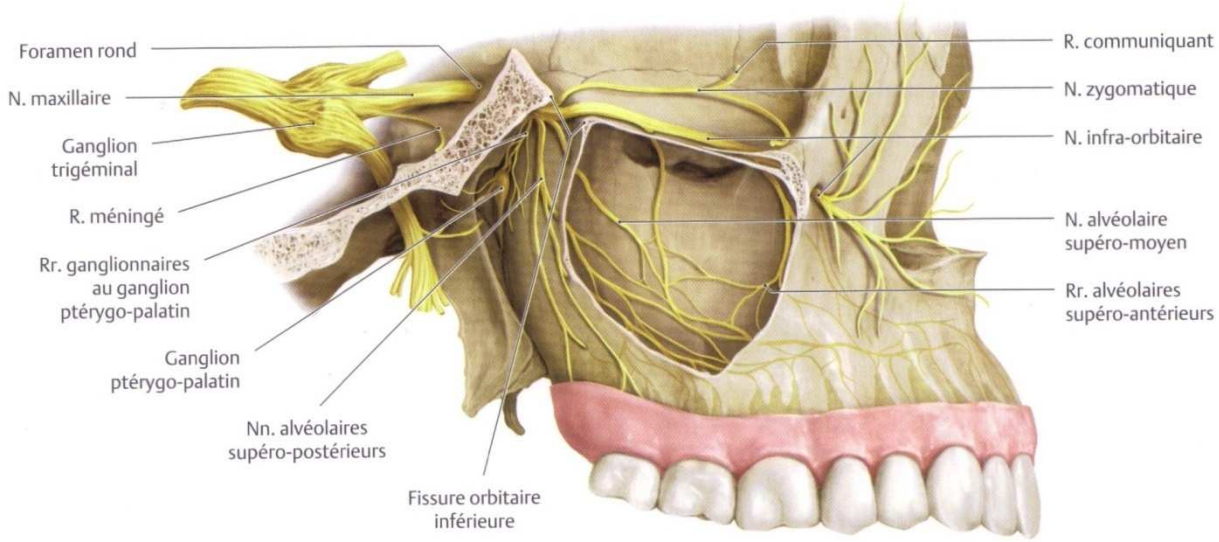


Fig 45 : Le nerf maxillaire. (Schünke, 2009)

– Le nerf mandibulaire (V3) (Fig 46) : il sort du crâne par le trou ovale et donne ses branches terminales à la partie supérieure de l'espace ptérygo-maxillaire. Il assure l'innervation sensitive de la dure-mère, de la région temporale, de la joue, du menton, de la lèvre inférieure, de la muqueuse jugale, de la gencive et des dents mandibulaires. L'une de ses branches, le nerf lingual, reçoit les afférences de la sensibilité générale des deux tiers antérieurs de la langue, ainsi que les afférences gustatives de cette même région : ces dernières quittent le nerf lingual par la corde du tympan pour gagner le nerf facial puis l'intermédiaire de Wrisberg. Le nerf lingual contient aussi des fibres parasympathiques provenant du nerf facial par la corde du tympan et destinées aux glandes salivaires sous-maxillaires et sublinguales. Une autre branche du nerf mandibulaire, le nerf auriculo-temporal, véhicule les fibres parasympathiques destinées à la glande parotide et provenant du nerf glossopharyngien.

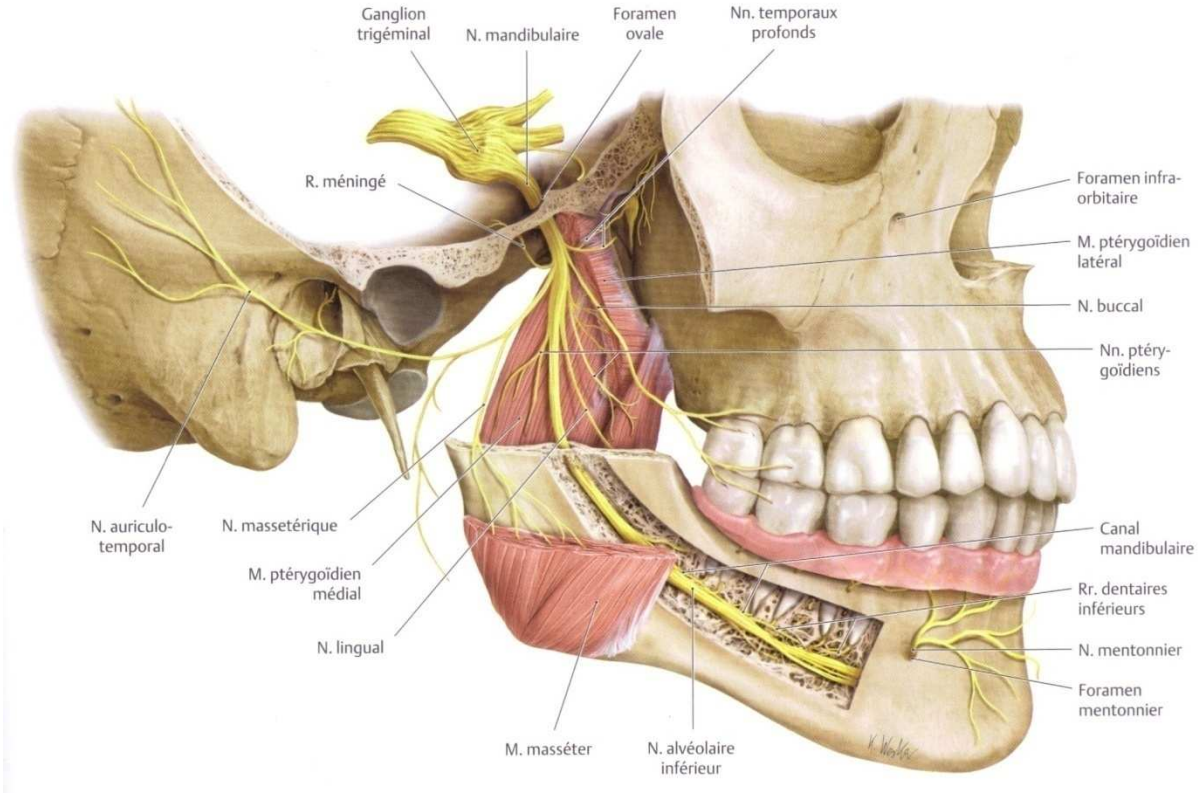


Fig 46 : Le nerf mandibulaire. (Schünke, 2009)

B. Ganglion de Gasser

Le ganglion trigéminal (Gasser)(Fig 47) se trouve au niveau de la base du crâne et correspond au ganglion spinal. Il mesure de 14 à 18 mm de long, 6 mm de Large au centre et 4 mm aux extrémités, et 3 mm d'épaisseur en moyenne.

Les corps cellulaires des protoneurones trigéminaux sont rassemblés dans le ganglion ; les prolongements périphériques constituent les trois branches trigéminales qui sont formées de fibres myélinisées ou non. La répartition des calibres est, en ce qui concerne les fibres myélinisées, comparable à celle des nerfs spinaux. Les prolongements centraux constituent la racine sensitive du V.

Une somatotopie existe dans le ganglion de Gasser et la racine sensitive, où la division mandibulaire se trouve en position latérale, la division ophtalmique est médiale, la division maxillaire étant comprise entre les deux.

C. Les noyaux du complexe sensitif du V (Woda, 1983 ; Gresser, 2005 ; Duus, 1998)

Le complexe sensitif du trijumeau (Fig 47) comprend deux noyaux : le noyau spinal et le noyau principal. Dès leur entrée dans le tronc cérébral, la majorité des fibres se divisent en deux collatérales, l'une ascendante vers le noyau principal, l'autre descendante forme la racine descendante du V où elle se dirige en direction caudale jusqu'à des niveaux variables du noyau spinal. Certaines fibres de gros calibre ne se rendent que dans le noyau principal et la plupart des fibres de petit diamètre se dirigent directement vers le noyau spinal.

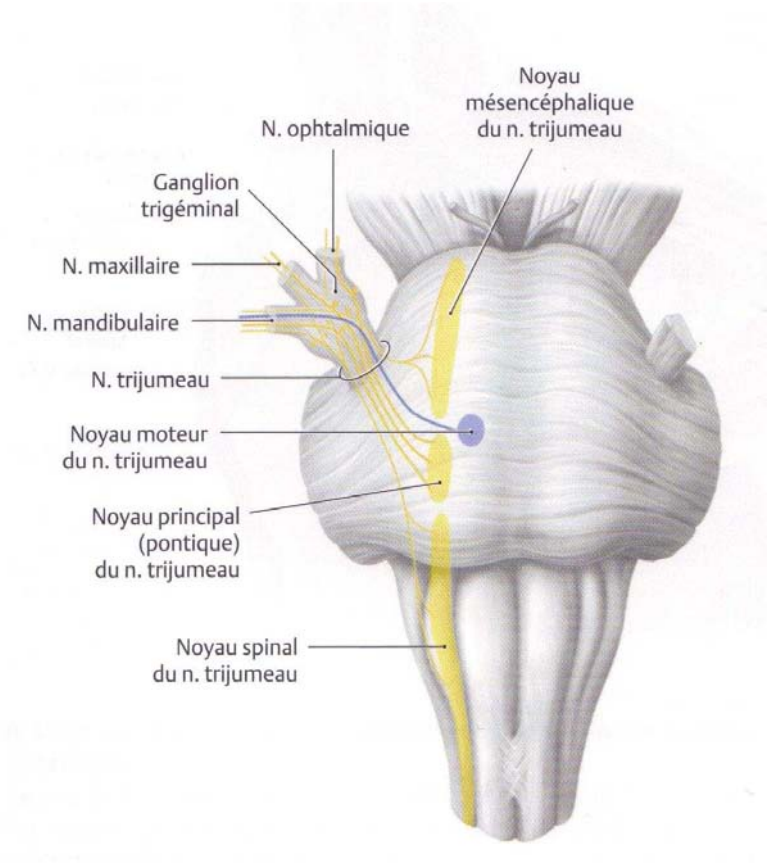


Fig 47 : Les noyaux du nerf trijumeaux. (Schünke, 2009)

I. Noyau spinal

Le noyau spinal prolonge la corne dorsale de la moelle épinière, très étendu il traverse toute la hauteur du bulbe et pénètre dans le tiers inférieur du pont de Varole. Il est lui-même divisé en trois sous-noyaux :

– le sous-noyau caudal qui présente une structure lamellaire comme la corne dorsale de la moelle épinière sous-jacente,

– le sous-noyau interpolaire,

– le sous-noyau oral en position rostrale.

Sur toute la hauteur du noyau spinal, les fibres afférentes constituent une masse de substance blanche, la racine descendante du V, qui est comprise entre la face externe du tronc cérébral en dehors et le noyau spinal en dedans. Sur une coupe transversale elle forme un croissant.

Dans la partie caudale du noyau spinal du nerf trijumeau se retrouve une certaine disposition somatotopique. Tout d'abord se terminent les fibres douloureuses du nerf ophtalmique, suivies en haut par celles du nerf maxillaire et du nerf mandibulaire.

Dans la voie spinale du nerf trijumeau s'associent également des fibres des nerfs VIIb (nerf intermédiaire), IX (glosso-pharyngien) et X (vague), qui transmettent des impulsions douloureuses de l'oreille, du tiers postérieur de la langue ainsi que du pharynx et du larynx.

– Sous-noyau caudal

Données neurologiques et neurochirurgicales

La section de la racine descendante du V au niveau de la limite entre sous-noyaux caudal et interpolaire, revient à déafférenter le sous-noyau caudal et donc à l'exclure. Cette opération utilisée dans le traitement de la névralgie essentielle du trijumeau abolit la

sensibilité thermo-algésique de la face tout en préservant la sensibilité tactile. Le sous-noyau caudal est donc essentiel pour la genèse des sensations thermiques et douloureuses de la face.

Données microphysiologiques

Le sous-noyau caudal est organisé, comme la corne dorsale de la moelle épinière en couches de neurones fonctionnellement différenciés avec des neurones répondant à des stimulations nociceptives, des petits neurones de la substance gélatineuse de Rolando et des neurones répondant à des stimulations tactiles.

Les neurones spécialisés dans la conduction des sensations thermiques semblent localisés au niveau de la couche I du sous-noyau caudal.

– Sous-noyau interpolaire

Les fibres afférentes qui transmettent des influx de pression et de toucher se terminent dans la partie moyenne (partie interpolaire) et crâniale (partie rostrale), du noyau spinal du nerf trijumeau. On estime que ce segment interpolaire voit également se terminer des fibres qui conduisent des sensations douloureuses de la pulpe dentaire.

– Sous-noyau oral

Données neurologiques et neurochirurgicales

Lors de lésions cérébrales évoluant de la partie caudale vers la partie rostrale du complexe, les sensations buccales ne semblent perturbées que lorsque la partie supérieure du noyau spinal (le sous-noyau oral) est atteinte. L'implication du sous-noyau oral dans les sensations buccales a été confirmée chez le chat puisque l'ablation des sous-noyaux caudal et interpolaire ne modifie pas les sensations douloureuses issues de la cavité buccale.

Données microphysiologiques

Les cellules du sous-noyau oral sont activées par des stimulations tactiles et douloureuses appliquées sur la cavité buccale.

II. Noyau principal

Le noyau principal, beaucoup plus petit, est situé à l'extrémité rostrale du complexe, dans le territoire dorso-latéral du pont.

Dans ce noyau se terminent les fibres afférentes qui transmettent le toucher, la discrimination et la pression (correspondant aux cordons dorsaux de la moelle) et provenant de la face et de la cavité buccale.

Les lésions pathologiques par syringomyélie ou par ramollissement cérébral localisées à la totalité du noyau spinal, provoquent l'abolition de la douleur et le maintien du tact. Dans cette situation, seul le noyau principal est indemne, ce qui montre qu'il est bien suffisant au maintien des sensations tactiles et peut être considéré comme responsable de ce type de sensation.

III. Noyau mésencéphalique

Le noyau mésencéphalique serait l'équivalent des ganglions postérieurs mais n'aurait pas migré lors de la formation de la crête neurale. Il reçoit les influx proprioceptifs (voie de la sensibilité profonde) des muscles masticateurs et des récepteurs proprioceptifs de la capsule de l'articulation temporo-mandibulaire.

Il semblerait que le noyau mésencéphalique soit responsable de l'acquisition d'une proprioception fine pour les mouvements précis dans l'ajustement postural mandibulaire, qu'il soit statique ou effectué lors d'un travail dynamique. Du fait de la proximité avec les

centres moteurs, il se caractérise par une grande rapidité dans les réponses motrices résultantes.

Le noyau mésencéphalique peut être considéré comme un relais majeur dans la sensori-motricité de la face. Son organisation présente des caractéristiques fonctionnelles qui l'excluent du rôle de simple ganglion.

Il ne présente pas d'organisation somatotopique précise. Il existe des regroupements cellulaires qui établissent des contacts somato-somatiques particuliers. La particularité de ce noyau repose sur le fait que ces cellules sont hétérogènes, tant au niveau de la nature du récepteur que de la structure périphérique innervée.

Le noyau mésencéphalique est un système important d'intégration au niveau de la proprioception inconsciente trigéminale. En raison de sa position stratégique, il joue un rôle important de modulateur des informations sensitives et des réflexes de la mâchoire. Les interconnections cellulaires entre cellules d'origines différentes peuvent jouer un rôle dans l'intégration globale des informations proprioceptives dans la sensori-motricité.

D. Projections du complexe sensitif du trijumeau (Woda, 1983)

Des voies lemniscales, issues du noyau principal, sont responsables des sensations tactiles et des voies extralemniscales, issues du sous-noyau caudal, sont responsables des sensations thermo-algésiques. Les axones issus du complexe constituent deux faisceaux : le faisceau ascendant ventral du V (F.A.V. V) accolé au lemnisque médian et le faisceau ascendant dorsal du V (F.A.D. V) situé au voisinage de la substance grise centrale.

Les voies issues du noyau principal empruntent soit le F.A.V. V controlatéral et se terminent alors dans la partie médiane du noyau ventral postérieur du thalamus (V.P.M.), soit le F.A.D. V ipsilatéral et se terminent dans ce cas au niveau du V.P.M. ipsilatéral.

Cette seconde voie constitue une exception puisqu'il s'agit de la seule voie somesthésique, qui ne croise jamais la ligne médiane, elle conduit les informations issues de

la cavité buccale. Un troisième neurone thalamo-cortical convoie ensuite les informations au niveau de la représentation oro-faciale de S I.

Les voies issues du sous-noyau caudal sont également doubles. Un premier groupe de fibres se rend dans la formation réticulée voisine où elles entrent en contact avec un troisième neurone qui se rend dans les noyaux thalamiques non spécifiques, l'information après un dernier relais est conduite vers le cortex non spécifique. Ces voies sont les homologues des voies spino-réticulo-thalamiques. Un second groupe d'axones emprunte le F.A.V. V controlatéral et se rend dans le thalamus non spécifique ou dans le V.P.M., puis après relais vers le cortex. Il s'agit de voies homologues des voies spino-thalamiques.

Enfin à partir du S.N. interpolaire de nombreuses fibres se rendent au cervelet.

V. Relation entre occlusion dentaire et posture

1. INTRODUTION

Aujourd'hui, le rôle du système manducateur dans le maintien de la posture est toujours controversé. Or ses composants (muscles masticateurs, articulations temporo-mandibulaires…) sont les mêmes que ceux qui participent au contrôle du maintien de la posture et ils possèdent toute la panoplie des récepteurs proprioceptifs nécessaires pour assurer cette fonction. Des relations anatomiques entre le système trigéminal et les noyaux centraux responsables du maintien de la posture ont été découvertes, et de nombreuses études ont montré qu'altérer ou qu'améliorer l'occlusion dentaire entraine des modifications au niveau de la posture céphalique, et même au niveau de la posture corporelle globale.

2. LES RELATIONS ANATOMIQUES

A. Afférences trigéminales et centres de régulation de la posture

Comme nous l'avons vu au chapitre III, les centres de régulation de la posture sont les noyaux vestibulaires et le cervelet principalement. Or de nombreux auteurs ont démontré, en utilisant des traceurs, que les noyaux du système trigéminal présentent des connexions avec ces centres.

Marfurt et coll (1991) ont démontré que des informations somato-sensorielles de la tête et du visage peuvent être transmises directement à des secteurs répandus et fonctionnellement hétérogènes du système nerveux central du rat, en particulier la corne dorsale la moelle épinière cervicale, de nombreux noyaux du tronc cérébral et le cervelet. Ces projections peuvent jouer des rôles importants dans les réflexes trigémino-spinaux (connexions avec la corne dorsale de la moelle épinière de C1 à C7), et la coordination et la stabilisation de la posture de la tête et du regard (connexions avec le noyau cunéiforme, les noyaux vestibulaires et le cervelet).

Pinganaud et coll (1999) ont analysé les projections du noyau trigéminal mésencéphalique vers les noyaux vestibulaires à l'aide de traceurs rétrogrades et antérogrades. Les résultats ont montré que les neurones de la partie caudale du noyau trigéminal mésencéphalique projettent principalement vers les noyaux vestibulaires médian, inférieur et latéraux et modérément à la partie périphérique du noyau vestibulaire supérieur. Il a été démontré, en utilisant une technique de double-marquage, que des neurones du noyau mésencéphalique envoient des collatérales aux noyaux vestibulaires et au vestibulo-cervelet.

Buisseret-Delmas et coll (1999) ont montré que les noyaux vestibulaires reçoivent des informations sensorielles provenant des récepteurs faciaux en plus de ceux provenant du cou et du corps. Ces afférences faciales, véhiculées par le nerf trijumeau, complètent celles du cou et des niveaux spinaux inférieurs en apportant des informations somato-sensorielles

importantes du visage et des muscles occulo-moteurs. Les connexions oculomotrices des zones des noyaux vestibulaires recevant des afférences trigéminales suggèrent que les informations sensorielles du visage, y compris la proprioception extra-oculaire peuvent influencer, par cette voie, le contrôle vestibulaire de l'œil et des mouvements de la tête.

Diagne et coll (2006) ont identifié des connexions entre des neurones du complexe trigéminal sensitif et les noyaux vestibulaires inférieur, supérieur, médial et latéral, ainsi qu'avec la moelle épinière. Des neurones trigémino-vestibulaires et trigémino-spinaux ont été localisés par injection de traceurs rétrogrades. Des terminaisons trigéminales ont été observées en contact avec des neurones vestibulo-spinaux dans les noyaux vestibulaires inférieur et latéral prouvant l'existence d'une voie trigémino-vestibulo-spinale. Par conséquent, des entrées faciales excitatrices et inhibitrices peuvent contribuer, par les voies trigémino-spinales ou trigémino-vestibulo-spinales, au contrôle des mouvements de la tête et du cou.

Arends et Zeigler (1989) ont mis en évidence les connexions trigémino-cérébelleuses chez le pigeon. Ils ont observé des connexions entre le sous-noyau oral du noyau spinal de la colonne du trijumeau et les lobules VIII et IXa du cervelet, ainsi qu'entre le sous noyau interpolaire et l'olive ; cependant l'existence d'une voie supplémentaire faisant relais dans la formation réticulaire latérale ne peut être exclue.

Des structures liant les projections trigémino-cérébelleuses aux motoneurones des muscles masticateurs ont été identifiées dans le cortex cérébelleux, les noyaux cérébelleux profonds et la formation réticulaire latérale, réalisant un circuit sensorimoteur trigémino-cérébelleux pour la mâchoire.

Toutes ces connexions décrites entre les noyaux trigéminaux et les centres régulateurs de la posture que sont les noyaux vestibulaires et le cervelet indiquent que les informations captées et transmises par le système trigéminal peuvent participer au contrôle postural. Les connexions trigémino-spinales indiquent même que les afférences trigéminales peuvent directement influencer la contraction des muscles de la tête et du cou et donc modifier la posture céphalique.

B. Les efférences vestibulaires au niveau trigéminal

Tolu et Pugliatti (1993) ont examiné si, et dans quelle mesure, l'entrée vestibulaire peut influencer l'activité des muscles masséters. Les variations de l'activité électrique spontanée et les réponses provoquées dans les unités motrices du masseter par l'activation naturelle ou électrique d'afférences vestibulaires ont été enregistrées chez des cobayes anesthésiés. Les effets d'une lésion unilatérale du labyrinthe sur les unités motrices des masséters ont été aussi étudiés.

Les résultats montrent que :

1) la stimulation de l'entrée vestibulaire a provoqué une action tonique excitatrice sur l'activité du muscle masseter;

2) le contrôle labyrinthique du muscle masseter controlatéral est plus rapide que celui du masseter homolatéral;

3) Les informations provenant de la macula vestibulaire exercent un contrôle asymétrique sur les muscles masseter, en relation avec déplacement de la tête dans l'espace.

Les latences de réponses enregistrées des unités motrices du masséter suggèrent que des voies polysynaptiques sont impliquées dans la connexion du système vestibulaire au complexe trigéminal.

Deriu et coll (1999) ont montré que des signaux somato-sensoriels et vestibulaires peuvent moduler l'activité d'unités motrices trigéminales innervant les muscles masticateurs, suggérant que des afférences extratrigéminales peuvent contrôler la contraction de ces muscles.

Giaconi et coll (2006), grâce à une étude réalisée chez le rat, fournissent la preuve directe que des neurones des noyaux vestibulaires projettent bilatéralement aux populations de motoneurones innervant le muscle masseter. Selon eux, les noyaux vestibulaires semblent jouer un rôle intégrateur prédominant dans la production des réponses vestibulo-trigéminales.

Cuccurazzu et coll (2007) ont montré que la connexion entre le noyau vestibulaire médial et les motoneurones du muscle masseter est monosynaptique.

A l'aide de techniques de marquage neuronal diverses, les terminaisons des fibres vestibulaires centripètes ont été retrouvés dans les noyaux principal et spinal du nerf trigéminal chez la grenouille (Matesz et coll, 1978) et dans le noyau spinal du nerf trigéminal du lézard (Barbas-Henry, 1988) et de la lamproie (poisson de mer) (Koyama, 1990). Dans d'autres expériences, des fibres trigéminales centripètes principales ont été suivies jusqu'aux complexe nucléaire vestibulaire de la grenouille (Munoz, 1994). L'extension des dendrites des motoneurones trigéminaux dans le complexe nucléaire vestibulaire peut indiquer une connexion monosynaptique vestibulo-trigéminale chez la grenouille (Matesz, 1979).

Matesz et coll (2008) ont pu détecter, chez la grenouille, des connexions entre les fibres vestibulaires et les branches dendritiques dorsales des motoneurones responsables de la fermeture de la mâchoire, suggérant des contacts monosynaptiques. Dans les autres parties du tronc cérébral, des terminaisons vestibulaires ont été détectées an niveau du noyau mésencéphalique trigéminal et du ganglion de Gasser où elles sont probablement impliquées dans des connexions polysynaptiques.

La relation vestibulo-trigéminale chez la grenouille semble donc complexe et utiliser des voies multiples pour connecter l'appareil vestibulaire avec les noyaux moteur et sensoriels du nerf trigéminal, ce qui confirme les résultats obtenus chez les mammifères, en particulier chez le rat.

Ces connexions entre les noyaux vestibulaires et le système musculaire manducateur soulignent le rôle de ce dernier dans la régulation posturale. L'appareil manducateur apparait alors comme un élément effecteur de la posture, au même titre que les muscles axiaux.

3. INFLUENCE DE L'OCCLUSION SUR LA POSTURE CEPHALIQUE

De nombreux auteurs se sont penchés sur l'influence de l'occlusion dentaire et de ses troubles sur la position de la tête et du cou.

A. Influence de la Dimension Verticale d'Occlusion (DVO)

Urbanowicz (1991) a montré qu'un changement de la posture mandibulaire, en particulier une augmentation de la dimension verticale d'occlusion, contribue à une extension cranio-vertébrale menant à des compressions sous-occipitales et contrariant la balance posturale entre la tête et le cou.

L'étude menée par Motoyoshi et coll (2003) a montré, en utilisant des modèles de stimulation tridimensionnels, qu'une altération verticale de l'occlusion pouvait influencer la distribution des effets biomécaniques provoqués par la mastication au niveau de la colonne vertébrale cervicale.

B. Influence de la classe d'Angle

Capurso et coll (1989) ont montré que chez des patients présentant des malocclusions sévères, la position de la tête et du cou en avant est de loin la plus commune. La position tête et cou avancés est significativement corrélée à une classe II squelettique et un schéma hyperdivergent.

Hirschfelder U. et Hirschfelder F. (1991) ont observé que les patients présentant une malocclusion de classe III tendaient à avoir une position de la tête plus en extension par rapport à des patients en classe I ou en malocclusion de classe II.

C. Relation occlusion-colonne cervicale

Tallgreen et coll (1983) ont noté des changements dans la position mandibulaire des patients portant des prothèses complètes sur une période d'un an. Ils ont découvert qu'une réduction marquée de l'inclinaison de la mandibule, due à la résorption alvéolaire, était associée à une rétroversion de la colonne vertébrale cervicale et une réduction de l'angulation cranio-cervicale. Selon eux, ces changements posturaux peuvent être considérés comme des changements adaptatifs à un changement initial marqué de la position mandibulaire.

Moya et coll (1994) ont conduit cette étude pour déterminer l'effet d'une gouttière occlusale sur les relations cranio-cervicales, chez des sujets présentant des spasmes musculaires au niveau des muscles sternocléidomastoïdiens et des muscles trapèzes. Une gouttière occlusale de stabilisation recouvrant toute l'arcade maxillaire a été réalisée pour chacun des 15 sujets. Deux radiographies cranio-cervicales latérales ont été prises pour chaque sujet, debout, la tête en position naturelle. La première radiographie a été prise en OIM, servant de repère. La gouttière a ensuite été portée par les sujets pendant une heure, après quoi la seconde radiographie a été prise, les dents mandibulaires en contact léger avec la gouttière. L'analyse céphalométrique a montré que la gouttière a causé une extension significative de la tête par rapport à la colonne cervicale. Il y avait aussi une diminution significative de la lordose cervicale dans les premier, deuxième et troisième segments cervicaux. Les auteurs suggèrent que ces changements cervicaux pourraient être un mécanisme de compensation causé par l'extension du crâne par rapport à la colonne cervicale supérieure.

Selon Shimazaki et coll (2003), la latéro-déviation du plan d'occlusion et le déséquilibre entre les muscles masticateurs antagonistes droits et gauches peuvent entraîner un déplacement de la colonne vertébrale cervicale. Les caractéristiques morphologiques et fonctionnelles chez les patients présentant un déplacement mandibulaire latéral peuvent alors jouer un rôle dans le contrôle de la posture.

D. Relation occlusion-muscles cervicaux

Kibana et coll (2002) ont démontré que le fait de serer les mâchoires dans une position occlusale altérée provoque un déséquilibre de l'activité du muscle sternocléidomastoïdien qui ne peut être compensé, même avec les yeux ouverts. De leurs résultats, il peut être postulé que le déséquilibre latéral de l'occlusion (par exemple la perte unilatérale de contacts occlusaux) pourrait promouvoir le déséquilibre de l'activité du muscle sternocléidomastoïdien et la courbure latérale du cou.

Pour examiner l'hypothèse d'un couplage fonctionnel entre l'occlusion et les muscles du cou, Ferrario et coll (2003) ont analysé l'effet immédiat d'interférences occlusales asymétriques sur la contraction des muscles sternocléidomastoïdiens (SCM) pendant le serrage volontaire maximal chez 30 sujets sains. Tous les sujets avaient une dentition permanente complète et saine et ne présentaient pas de trouble de l'ATM ou cranio-cervical. L'activité électromyographique de surface du SCM a été étudiée pendant le serrage maximal des dents en OIM et avec une interférence occlusale de 200 µm d'épaisseur alternativement appliquée sur les 16, 13, 23, 26. Tous les sujets avaient une activité électromyographique des SCM symétrique pendant le serrage maximal en OIM. Dans les quatre tests avec des interférences occlusales, la contraction des SCM droit et gauche était asymétrique : une occlusion dentaire déficiente peut donc entrainer des troubles au niveau des muscles du cou, responsables de la position et des mouvements de la tête.

L'analyse des données de l'étude menée par Zeredo et coll (2002) suggère que les entrées périodontales, mises en jeu lors des contacts dento-dentaires, semblent jouer un rôle important dans le contrôle de l'activité motrice des muscles du cou, en plus de leur rôle bien connu dans la coordination de la mastication.

E. Relations fonctionnelles entre les muscles masticateurs et les muscles du cou

Certains auteurs ont révélé des relations fonctionnelles entre l'activité des muscles masseter et trapèze (Kashima et coll, 2006) et entre les muscles masseter et sternocléidomastoïdien (Shimazaki et coll, 2006).

Toutes ces études, ainsi que les travaux réalisés par Eriksson et coll (2000), confirment l'idée d'une relation fonctionnelle entre les systèmes temporo-mandibulaire et cranio-cervical.

Un nouveau concept pour la fonction de la mâchoire humaine apparait alors, dans lequel ses mouvements fonctionnels sont le résultat de l'activation des muscles masticateurs aussi bien que des muscles du cou, menant aux mouvements simultanés des articulations temporo-mandibulaire, atlanto-occipitale et de la colonne cervicale.

Dans ce concept, une intervention à n'importe quel niveau de ce système coordonné provoquera un changement du système entier. De nombreux auteurs se sont alors intéressés aux effets que peuvent provoquer les désordres temporo-mandibulaires sur les muscles du cou et la position céphalique.

4. INFLUENCE DES DESORDRES TEMPORO-MANDIBULAIRES SUR LA POSTURE CEPHALIQUE

Huggare et Raustia (1992) ont procédé à l'analyse des radiographies céphaliques en position naturelle de 16 jeunes adultes avec une dentition complète, prises avant et après traitement stomatognathique. Le traitement a consisté principalement à donner des conseils, en un ajustement occlusal, des exercices musculaires pour la mâchoire inférieure, le port d'une gouttière occlusale, ou une combinaison de ces mesures. Les radiographies ont montré une posture céphalique plus en extension, des vertèbres cervicales supérieures plus petites, et une base crânienne aplanie par rapport à des témoins sains d'âge et de sexe correspondant. La lordose cervicale a été redressée après le traitement stomatognathique. Selon eux, ces résultats sont une indication de la corrélation proche entre les systèmes des muscles masticatoires et des muscles maintenant l'équilibre de la tête.

Les résultats de l'étude réalisée par De Laat et coll (1998) indiquent que des désordres de la colonne vertébrale cervicale (tels que des limitations segmentaires, surtout aux niveaux de C0-C3 et des points douloureux à la palpation particulièrement dans le muscle sternocléidomastoïdien et le muscle trapèze) sont significativement plus présents chez les patients atteints de troubles temporo-mandibulaires que chez les témoins. Une hyperalgésie était présente uniquement chez les patients atteints de DTM.

Santander et coll (2000) ont mené une étude pour déterminer l'effet de la position de la tête et du cou sur l'activité électromyographique bilatérale des muscles sternocléidomastoïdiens chez des patients sains ainsi que chez des patients atteints de désordres temporo-mandibulaires. Ils ont observé une activité électromyographique du SCM plus asymétrique dans le groupe présentant des troubles cranio-mandibulaires que chez les sujets sains.

Munhoz et coll (2004) ont comparé 30 sujets présentant des symptômes de désordres internes de l'ATM (groupe de test) à 20 sujets sains (groupe témoin), les soumettant à une évaluation clinique et radiographique, afin d'observer la relation entre les anomalies radiographiques de la colonne cervicale et les désordres internes de l'articulation

temporo-mandibulaire. Le groupe de test a présenté deux fois plus d'hyperlordose de la colonne cervicale que le groupe témoin. Les résultats ont montré une tendance pour des sujets souffrant de DTM plus sévère à présenter une hyperlordose cervicale.

Une autre étude menée par Andrade et coll (2007) a comparé 17 individus présentant des DTM et 17 sujets asymptomatiques. Aucune différence significative n'a été trouvée entre les groupes pour les mesures d'alignement cervical. Cependant, les individus présentant des désordres de l'articulation temporo-mandibulaire présentaient des niveaux plus hauts de perception de la douleur dans tous les muscles cervicaux, dont les muscles sternocléidomastoïdiens, trapèze, et suboccipitaux.

Ioi et coll, d'après une étude menée en 2008, suggèrent qu'une association semble exister entre l'arthrose de l'ATM et la posture céphalique.

Ces liens étroits entre l'appareil manducateur et le système cranio-cervical indiquent qu'une altération d'un de ses composants (troubles de l'occlusion, désordre articulaire et/ou musculaire…) peut induire une modification de la posture céphalique, et donc par conséquent une altération de la posture corporelle globale.

5. INFLUENCE DE L'OCCLUSION SUR LA POSTURE

De nombreuses études on été menées pour tenter de visualiser le rôle de l'occlusion et de la position mandibulaire sur le maintien de la posture corporelle globale.

Nobili et Adversi (1996) ont observé la position du centre de gravité de différents patients classés par types de malocclusion selon la classification d'Angle, auxquels il a été demandé de se tenir debout sur une plate-forme d'équilibre et d'exécuter cinq différents tests :

1) Les yeux ouverts, la mandibule en position de repos.

2) Les yeux fermés, la mandibule en position de repos.

3) Les yeux ouverts, mâchoires serrées en OIM.

4) Les yeux ouverts, bouche grande ouverte.

5) Les yeux ouverts, protrusion mandibulaire maximale.

Les résultats ont montré que les sujets en classe II présentaient une posture déplacée vers l'avant, tandis que les sujets en classe III présentaient une posture déplacée vers l'arrière.

Gangloff et coll (2000) ont étudié la répercussion de l'occlusion dentaire sur le contrôle postural et la stabilisation du regard à l'aide de tâches visuelles et motrices, évaluées par des performances de tir.

Dix-huit tireurs et dix- huit témoins ont été inscrits dans cette étude. Le contrôle postural a été évalué dans chaque groupe selon quatre positions mandibulaires imposées par des cales occlusales pour apprécier l'impact des cales sur l'orthostatisme :

1) Occlusion d'intercuspidation ;

2) Relation centrée ;

3) Occlusion latérale physiologique ;

4) Occlusion contro-latérale.

La qualité du contrôle postural et de la stabilisation du regard s'est dégradée de plus en plus avec les cales en relation centrée, puis en occlusion d'intercuspidation et enfin en occlusion latérale. Chez les tireurs, l'amélioration du contrôle postural a été parallèle à de meilleures performances de tir. Ces données suggèrent une répercussion de l'occlusion dentaire sur la proprioception et la stabilisation du regard.

Milani et coll (2000) ont réalisé une étude ayant pour but de montrer les effets de l'occlusion dentaire sur la posture.

Trente sujets ont été séparés en deux groupes : un groupe expérimental dans lequel les sujets portent un appareil orthopédique de repositionnement mandibulaire et un groupe contrôle, sans appareil. Tous les sujets ont subi le même test expérimental de marche aveugle sur place (test de Fukuda-Unterberger) pour étudier leur attitude posturale. Toutes les déviations des sujets par rapport à leur position initiale ont été analysées. Les résultats semblent confirmer qu'altérer l'occlusion dentaire en portant un dispositif oral peut induire des fluctuations dans le contrôle postural dynamique.

Fujimoto et coll (2001) ont examiné l'effet de différentes positions mandibulaires sur l'équilibre du corps en mesurant le rythme de la marche. Les sujets ont eu pour instruction de marcher sur une distance de 18m, avec la mandibule guidée dans six positions différentes par des cales occlusales. La marche a été enregistrée à différentes vitesses : rapide, ordinaire et lente. Le cycle, le coefficient de variation pour le cycle et la vitesse de marche ont été enregistré sur 10m.

Les résultats de cette étude suggèrent que le changement de position mandibulaire peut affecter la stabilité de la démarche, et donc l'équilibre du corps.

Gangloff et coll (2002) ont évalué l'influence des afférences trigéminales sur la stabilisation posturale. Vingt-sept sujets ont été recrutés pour évaluer l'impact d'une perturbation trigéminale sur le contrôle postural orthostatique avant et après anesthésie tronculaire unilatérale du nerf mandibulaire, avec les yeux ouverts ou fermés. La qualité du contrôle de l'équilibre a été évaluée sur deux critères : la posturographie statique au moyen de statokinésigrammes (Fig 48) et la déviation latérale.

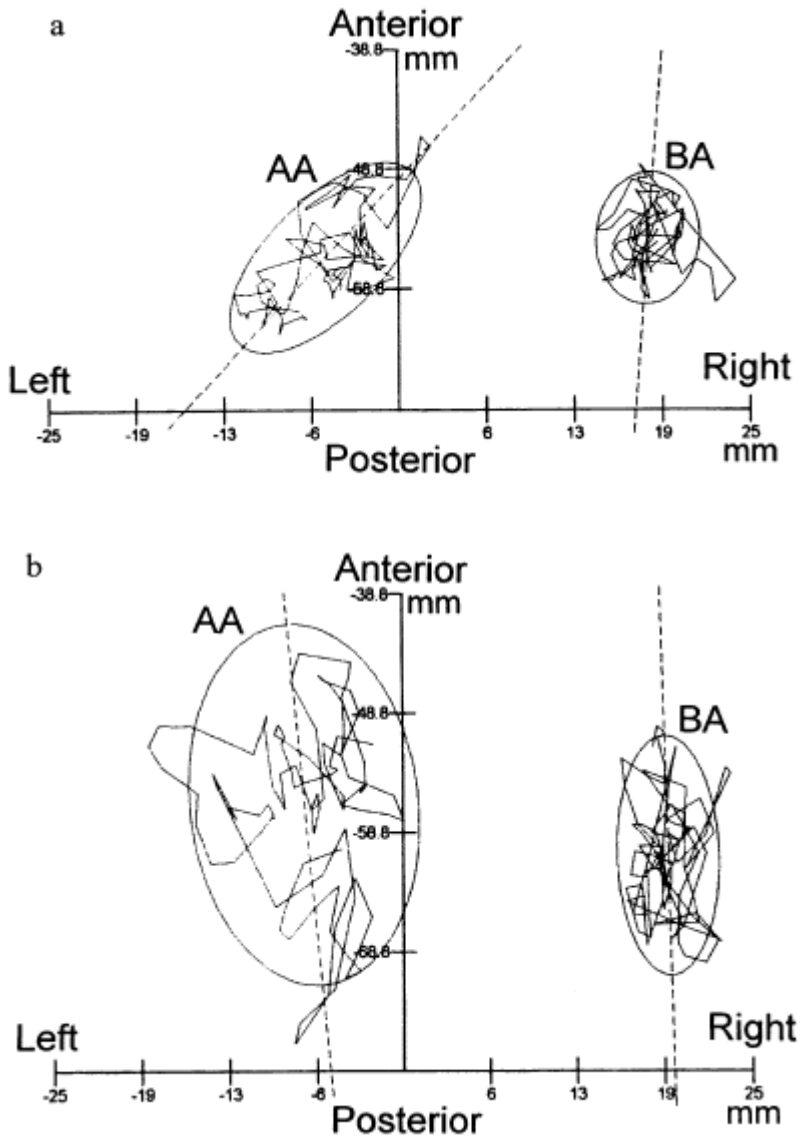


Fig 48 : Statokinésigrammes. Oscillations du corps (ligne cassée) et surface d'oscillation (ellipse de confiance incluant 90 % des positions du centre de pression échantillonnées) sur une période d'enregistrement de 20s, avant (BA) et après (AA) anesthésie trigéminale droite, avec les yeux ouverts (a) et fermés (b), pour le même sujet. (Gangloff, 2002)

Le contrôle postural, évalué en mesurant le secteur couvert par le centre de pression du pied, se dégrade après anesthésie, même si les sujets ont les yeux ouverts (la surface d'oscillation est plus importante, donc le contrôle postural moins performant).

Une déviation latérale de la posture après anesthésie et en condition « yeux fermés » a été observée du côté opposé au côté anesthésié.

Les résultats de cette étude semblent donc confirmer que les afférences trigéminales influencent la stabilisation posturale.

Bracco et coll (2004) ont examiné les effets de différentes relations inter-maxillaires sur la posture dans un échantillon de quatre-vingt quinze sujets. Tous les sujets ont subi une analyse posturométrique et stabilométrique utilisant un marchepied informatisé. Les tests ont été réalisés dans trois positions mandibulaires : OIM, position de repos et position de repos musculaire (c'est une position établie le long de la trajectoire neuromusculaire, le plus généralement entre 1 et 2 millimètres de fermeture verticale par rapport à la position de repos physiologique), respectivement déterminées par l'occlusion dentaire, les ATM, et la contraction musculaire. Tous les sujets ont montré des variations de posture en fonction des différentes positions mandibulaires. L'analyse statistique a confirmé que les variations posturales entre les différentes relations maxillaires étaient significatives, et que la position de repos musculaire améliorait l'équilibre dans le plan frontal par rapport aux autres positions considérées.

Ces résultats suggèrent qu'en altérant les afférences trigéminales et la proprioception, des troubles dans les relations inter-maxillaires (désordres temporo-mandibulaires, malocclusions…) peuvent provoquer, avec une action descendante, un déséquilibre de tous les muscles posturaux.

Il existe chez les patients présentant une dysfonction occlusale une plus grande incidence des douleurs du cou et du tronc. Riches de cette information, D'Attilio et coll (2005) ont réalisé cette étude ayant pour but de vérifier si une altération de l'alignement de la colonne vertébrale pouvait être induite expérimentalement chez le rat comme la

conséquence de l'altération de l'occlusion dentaire, mais également pour examiner si la colonne vertébrale subi de nouveaux changements si l'occlusion normale est reconstituée.

Trente rats ont été divisés en deux groupes. Quinze (le groupe test) ont porté une cale occlusale faite de résine composite sur la première molaire maxillaire droite pendant une semaine (T1). Les mêmes rats ont porté une deuxième cale occlusale en composite pendant une autre semaine sur la première molaire gauche pour rééquilibrer l'occlusion dentaire (T2). Quinze rats ont été inclus dans un groupe témoin non traité.

Tous les rats ont subi des radiographies totales du corps à T0 (avant que la cale occlusale ait été placée), à T1 (une semaine après l'application d'une résine occlusale sur la première molaire maxillaire droite) et à T2 (une semaine après l'application d'une deuxième résine occlusale sur la première molaire maxillaire gauche).

Une courbe scoliotique s'est développée chez tous les rats du groupe test à T1. Aucun changement de position spinale n'a été observé chez les rats du groupe de témoin. De plus, la colonne vertébrale est retournée à la condition normale chez 83 % des rats du groupe test quand l'équilibre occlusal a été rétabli. L'alignement de la colonne vertébrale a donc semblé être influencé par l'occlusion dentaire.

Sforza et coll (2006) ont analysé l'effet d'une modification des surfaces occlusales sur la contraction des muscles sternocléidomastoïdiens et sur l'oscillation du centre de pression des pieds chez onze astronautes masculins âgés de 31 à 54 ans, pendant le serrement volontaire maximal des arcades dentaires.

Des cales occlusales ont été préparées de manière à obtenir une contraction plus symétrique des muscles masséters et des muscles temporaux pendant le serrement des dents. L'activité électromyographique de surface des muscles sternocléidomastoïdiens a été enregistrée pendant un serrage volontaire maximal des dents avec et sans les cales. L'oscillation du corps a été évaluée avec et sans les cales, et avec les yeux ouverts ou fermés. Les variations du centre de pression des pieds ont été analysées et l'ellipse de confiance incluant 90 % des positions du centre de pression a été calculée.

L'activité des muscles sternocléidomastoïdiens était plus symétrique avec les cales. La surface d'oscillation du centre de pression des pieds était plus grande sans les cales qu'avec les cales, aussi bien avec les yeux ouverts que fermés.

Les modifications induites par les cales occlusales sur la symétrie des muscles sternocléidomastoïdiens et sur la surface de variation du centre de pression des pieds avec les yeux fermés, ont été significativement rapprochées: plus la contraction musculaire est symétrique, plus la surface d'oscillation est réduite.

Ces résultats permettent de déduire qu'une position maxillo-mandibulaire fonctionnelle plus symétrique (grâce à une modification des contacts occlusaux) provoque une contraction des muscles sternocléidomastoïdiens plus symétrique et moins d'oscillations du corps. Des modifications dans la contraction des muscles masticateurs peuvent par conséquent affecter l'ensemble du corps.

Lippold et coll (2006), d'après une étude réalisée dans le but de déterminer les corrélations entre les paramètres de la posture du corps dans le plan sagittal et la position sagittale de la mâchoire, ont montré que la position mandibulaire semble avoir un effet plus grand sur la posture que d'autres paramètres craniofaciaux.

Sakaguchi et coll (2007) ont étudié l'effet d'un changement de la position mandibulaire sur la posture et réciproquement, de la posture corporelle sur la position mandibulaire.

Ils ont mesuré les changements de posture (centre de pression des pieds) pendant que les sujets maintenaient 5 positions mandibulaires :

1. Position de repos

2. Occlusion en relation centrée

3. Mandibule centrée, alignée avec le frein labial

4. OIM, un dispositif placebo en cire étant appliqué sur la face vestibulaire des dents

5. Position mandibulaire excentrée vers la droite

Ils ont également mesuré la distribution des forces occlusales dans deux positions posturales : avec et sans talon sous le pied droit.

La longueur totale de la trajectoire du centre de pression des pieds en relation centrée était plus courte qu'en position de repos. La surface de variation du centre de pression en position excentrée sur la droite était plus grande qu'en relation centrée. Les sujets avec un talon sous le pied droit ont vu leur force occlusale dévier vers la droite comparé aux sujets sans talon.

Il apparait alors que les changements de position mandibulaire affectent la posture corporelle et qu'inversement, les changements de posture affectent la position mandibulaire.

Cependant, cette influence de l'occlusion dentaire sur la stabilisation posturale demeure controversée. Ferrario et coll (1996), Perinetti (2006, 2007) montrent une absence d'influence des malocclusions dentaires asymétriques ou des désordres temporo-mandibulaires sur la posture. Il semble donc que les répercussions de l'occlusion dentaire sur la posture puissent amener à des résultats contradictoires.

L'objectif de l'étude menée par Tardieu et coll (2009) a été d'analyser les conséquences de l'occlusion dentaire sur le contrôle postural chez de jeunes adultes sains. Le poids des informations sensorielles liées à l'occlusion dentaire a été évalué dans différentes conditions expérimentales, mettant eu jeu des informations sensorielles variées. Les tests ont été exécutés dans trois conditions d'occlusion dentaire (Position de Repos : aucun contact dentaire, Occlusion d'Intercuspidation Maximale : contact dentaire maximal, occlusion en latéralité : simulation de malocclusion dentaire) et quatre conditions posturales: statique (plate-forme stable) et dynamique (plate-forme instable), yeux ouverts et yeux fermés.

Des modifications du contrôle postural ont été observées entre les conditions de repos et de latéralité contrariée, qui simule une anomalie de l'occlusion dentaire, pour les paramètres de puissance du signal et de vitesse moyenne des oscillations posturales. Ces

effets sont recueillis uniquement dans les conditions d'équilibre dynamique et, plus particulièrement, en l'absence d'information visuelle. Ces données témoignent d'une dépense d'énergie plus importante pour adapter le contrôle postural dans des situations de contrainte de l'occlusion en latéralité. L'orientation et la stabilisation de la tête ne sont pas détériorées dans la condition de latéralité contrariée en dépit de la modification des caractéristiques du contrôle postural. Ainsi, la dépense énergétique accrue décrite précédemment semble correctement adaptée à la finalité fonctionnelle du contrôle postural que constitue la stabilisation de la tête dans l'espace.

Cette étude montre une contribution différentielle de l'occlusion dentaire sur le contrôle postural statique et dynamique. Selon les auteurs, l'altération de l'occlusion dentaire n'a pas d'effet sur la posture du sujet debout en position statique. En revanche, elle perturbe le contrôle postural dans des conditions de posture dynamique. Le poids des informations sensorielles liées à l'occlusion dentaire dépend donc du contexte postural. Ce poids est d'autant plus important que le nombre d'informations disponibles est restreint.

L'objectif de l'étude menée par Sergent et coll (2007) était de tester l'hypothèse qu'une sollicitation asymétrique des afférences manducatrices peut influencer le contrôle postural et la perception des orientations lorsque le test est sensibilisé, c'est-à-dire lorsque le contrôle postural est rendu plus difficile par la réduction d'entrées sensorielles majeures (obscurité, mousse sous les pieds) et la perturbation de références spatiales (vision monoculaire). Dans ces conditions, la position du centre de pression est effectivement affectée par la stimulation asymétrique du système manducateur. La déviation est latérale, sans modification sur la dimension antéro-postérieure, et correspond à un déplacement relatif du centre de gravité vers le côté de la stimulation (mastication ou morsure). L'expression de cette influence paraît nécessiter la co-occurrence de facteurs défavorables.

6. CONCLUSION

Tous ces travaux tendent à prouver que l'occlusion dentaire, par son influence sur l'ensemble du système manducateur au niveau musculaire et articulaire, et par les relations anatomiques qu'entretiennent les noyaux du nerf trijumeau avec les noyaux vestibulaires et le cervelet, joue un rôle dans le maintien de la posture.

Les centres de régulation de la posture utilisent toutes les informations issues des différents capteurs (les yeux, le vestibule, le capteur podal, la proprioception générale et trigéminale) et mises à leur disposition pour élaborer les réponses musculaires nécessaires au maintien de la posture. Ces capteurs ont toutefois une importance différente, les yeux et le capteur vestibulaire ayant un rôle majeur par rapport aux autres capteurs, si bien que dans des conditions posturales normales et/ou statiques, les informations fournies par le système trigéminal sont négligeables.

Lorsque les informations fournies par les capteurs sont erronées (troubles de la sensibilité, de la vision, etc.), la réponse élaborée par les centres nerveux est inadéquate, ce qui provoque des dysfonctions ou des asymétries au niveau musculaire. Cependant, ces troubles ne sont pas toujours apparents car le corps humain est doté d'une très grande capacité d'adaptation. Mais lorsque ces capacités d'adaptation sont dépassées, les troubles posturaux apparaissent, provoquant douleurs et troubles articulaires. C'est dans ces conditions que le poids des informations des différents capteurs change et que les capteurs « mineurs », comme l'appareil manducateur, peuvent jouer un rôle plus important.

Il apparait alors que les troubles occlusaux, des muscles masticateurs ou de l'articulation temporo-mandibulaire peuvent entrainer l'apparition ou entretenir un trouble postural global.

CONCLUSION

Les centres nerveux responsables du maintien de la posture, les noyaux vestibulaires du tronc cérébral et le cervelet, reçoivent les afférences sensitives et proprioceptives issues de l'ensemble des capteurs (oculaire, vestibulaire, podal, musculaire) et élaborent la réponse effectrice permettant à l'homme de maintenir sa posture corporelle. Ils reçoivent en plus, par leurs connexions avec les noyaux trigéminaux, les informations sensitives de la face et proprioceptives des muscles masticateurs, des articulations temporo-mandibulaires et du parodonte, qui les renseignent sur la position de la mandibule, elle-même déterminée par l'engrainement des arcades dentaires. Ainsi, l'adaptation posturale peut s'effectuer à partir d'une valeur de référence mandibulaire.

Cette référence mandibulaire, le chirurgien-dentiste y est confronté quotidiennement dans l'exercice de sa profession. Or le fait de modifier l'occlusion, donc la position mandibulaire, peut entrainer des modifications au niveau de la posture cervico-faciale et même globale d'un sujet. Le praticien devra donc veiller à respecter une occlusion équilibrée à travers les différentes disciplines odontologiques, en suivant les références existantes en terme d'occlusodontie.

Dans le cadre d'un déficit postural, le diagnostic repose sur l'examen des différents capteurs et le traitement nécessite la correction de chacun d'eux. Dans ces conditions, le chirurgien-dentiste s'intègre dans une équipe médicale multidisciplinaire comprenant orthoptiste, ORL, podologue, ostéopathe… qui a pour but de prendre en charge l'individu dans sa globalité. Il lui appartient alors d'utiliser toutes les possibilités thérapeutiques à sa disposition (odontologie conservatrice, prothèse fixe ou amovible, chirurgie, implantologie…) pour rétablir une occlusion compatible avec un état de santé globale du patient.

Les systèmes manducateur et postural étant réciproquement liés, les troubles posturaux peuvent également générer des dysfonctions de l'appareil manducateur. Le chirurgien-dentiste devra donc faire particulièrement attention à ses positions de travail au fauteuil (qui sont trop souvent délétères pour l'organisme) pour ne pas risquer de souffrir lui-même des troubles qu'il est sensé soigner chez ses patients !

BIBLIOGRAPHIE

ABJEAN J.
L'Occlusion en pratique clinique.
Paris : José Abjean, 2002,- 175p

ANDRADE A.V., GOMES P.F., TEIXEIRA-SALMELA L.F.
Cervical spine alignment and hyoid bone positioning with temporomandibular disorders.
J. Oral. Rehabil., 2007, 34 (10): 767-72

ARENDS J.J., ZEIGLER H.P.
Cerebellar connections of the trigeminal system in the pigeon (Columba livia).
Brain. Res., 1989, 487 (1): 69-78

BARBAS-HENRY H.A., LOHMAN A.H.
Primary projections and efferent cells of the VIIIth cranial nerve in the monitor lizard, Varanus exanthematicus.
J. Comp. Neurol., 1988, 277: 234–249

BEAR M. F., CONNORS B. W., PARADISIO M.A.
Neurosciences : à la découverte du cerveau. 3° Ed.
Rueil-Malmaison: Edition Pradel, 2007,- 881p

BERCY P., TENENBAUM H.
Parodontologie, du diagnostic à la pratique.
Bruxelles : De Boeck Université, 1996,- 289p

BRACCO P., DEREGIBUS A., PISCETTA R.
Effects of different jaw relations on postural stability in human subjects.
Neurosci. Lett., 2004, 356: 228–230

BUISSERET-DELMAS C., et coll.
Organisation of Reciprocal Connections Between Trigeminal and Vestibular Nuclei in the Rat.
J. Comp. Neurol., 1999, 409: 153–168

CAMBIER et coll.
Neurologie. 12° édition.
Paris : Masson, 2008,- 540p

CAPURSO U. et coll.
Cephalometric postural parameters and dental malocclusion.
Mondo. Ortod., 1989, 14 (3): 345-349

CELENZA F.V.
T.M.J. relations and occlusal positions.
Alpha. Omegan., 1985, 78 (4): 21-24

COLLET C.
Mouvements et cerveau. Neurophysiologie des activités physiques et sportives.
Paris : De Boeck Université, 2002,- 230p.

COULY G.
Anatomie maxillo faciale.
Paris : Edition CdP, 1989.- 193p

CUCCURAZZU B. et coll.
A monosynaptic pathway links the vestibular nuclei and masseter muscle motoneurons in rats.
Exp. Brain. Res., 2007, 176: 665–671

D'ATTILIO M., et coll.
The influence of an experimentally-induced malocclusion on vertebral alignment in rats: a controlled pilot study.
Cranio., 2005, 23 (2): 119-129

DE LAAT A., MEULEMAN H., STEVENS A., VERBEKE G.
Correlation between cervical spine and temporomandibular disorders.
Clin. Oral. Investig., 1998, 2 (2): 54-7

DERIU F., PODDA M.V., CHESSA G., TOLU E.
Trigeminal integration of vestibular and forelimb nerve inputs.
Arch. Ital. Biol., 1999, 137 (1): 63-73

DIAGNE M. et coll.
Trigeminovestibular and Trigeminospinal Pathways in Rats: Retrograde Tracing Compared with Glutamic Acid Decarboxylase and Glutamate Immunohistochemistry.
J. Comp. Neurol., 2006, 496 : 759–772

DUPAS P-H.
L'analyse occlusale : avant, pendant, après.
Paris : Editions CdP, 2004,- 203p

DUUS P.
Diagnostic neurologique, les bases anatomiques.
Paris, Bruxelles : De Boeck Université, 1998,- 486p

ERIKSSON P.O. et coll.
Co-ordinated Mandibular and Head-Neck Movements during Rhythmic Jaw Activities in Man.
J. Dent. Res., 2000, 79 (6): 1378-1384

FERRARIO V.F. et coll.
Relationship between the number of occlusal contacts and masticatory muscle activity in healthy young adults.
Cranio., 2002, 20 (2): 91-98

FERRARIO V.F., SFORZA C., et coll.
Evidence of an influence of asymmetrical occlusal interferences on the activity of the sternocleidomastoid muscle.
J. Oral. Rehabil., 2003, 30 (1): 34-40

FERRARIO V.F., SFORZA C., SCHMITZ J.H., TARONI A.
Occlusion and center of foot pressure variation: is there a relationship?
J. Prosthet. Dent., 1996, 76 (3): 302-308

FERRARIO V.F., SFORZA C., SIGURTÁ D., DALLOCA L.L.
Temporomandibular joint dysfunction and flat lateral guidances: a clinical association.
J. Prosthet. Dent., 1996, 75 (5): 534-539

FUJIMOTO M., HAYAKAWA L., HIRANO S., WATANABE I.
Changes in gait stability induced by alteration of mandibular position.
J. Med. Dent. Sci., 2001, 48 (4): 131-136

FUNAKOSHI et coll.
Relations between occlusal interference and jaw muscle activity in response to changes in head position.
J. Dent. Res., 1976 ; 55 : 684-690

GANGLOFF P., LOUIS J.P., PERRIN P.P.
Dental occlusion modifies gaze and posture stabilization in human subjects.
Neurosci. Lett., 2000, 293 (3): 203-206

GANGLOFF P., PERRIN P. P.
Unilateral trigeminal anaesthesia modifies postural control in human subjects.
Neurosci. Lett., 2002, 330 (2): 179–182

GIACONI E., et coll.
Transneuronal tracing of vestibulo-trigeminal pathways innervating the masseter muscle in the rat.
Exp. Brain. Res., 2006 May; 171 (3): 330-339

GRESSER Claire.
Contribution à l'étude de la composante trigéminale dans la posture cervico-faciale.- 183f
Th : Chir-Dent : Nancy : 2005 ; 5007

HIRSCHFELDER U, HIRSCHFELDER H.
Head posture in lateral roentgen image.
Fortschr. Kieferorthop., 1991, 52 (5): 302-309

HÜE O.
L'occlusion : aspects anatomiques, aspects neurophysiologiques.
Cah. prothèse., 1997, 100: 65-74

HÜE O.
Manuel d'occlusondontie.
Paris : Masson, 1992,- 189p

HUGGARE J.A., RAUSTIA A.M.
Head posture and cervicovertebral and craniofacial morphology in patients with craniomandibular dysfonction.
Cranio., 1992, 10 (3): 173-177

IOI H., MATSUMOTO R., et coll.
Relationship of TMJ osteoarthritis / osteoarthrosis to head posture and dentofacial morphology.
Orthod. Craniofac. Res., 2008, 11: 8–16

JOHNSEN S.E., SVENSSON K.G., TRULSSON M.
Forces applied by anterior and posterior teeth and roles of periodontal afferents during hold-and-split tasks in human subjects.
Exp. Brain. Res., 2007, 178 (1): 126-134

KAMINA P., RENARD M.
Anatomie : introduction à la clinique. 9, Tête osseuse : articulation temporo-mandibulaire et dents. 2° Ed.
Paris : Maloine, 1994,- 176 p

KASHIMA K., MAEDA S., HIGASHINAKA S. et coll.
Relationship between head position and the muscle hardness of the masseter and trapezius muscles: a pilot study.
Cranio., 2006, 24 (1): 38-42

KIBANA Y., ISHIJIMA T., HIRAI T.
Occlusal support and head posture.
J. Oral. Rehabil., 2002, 29 (1): 58-63

KOYAMA H. et coll.
Organization of the primary projections of the lateral line nerves in the lamprey Lampetra japonica.
J. Comp. Neurol., 1990, 295: 277–289

LAISON F., GAUDY J.-F.
Anatomie cranio faciale.
Paris : Masson, 1993,- 292p

LATASH M. L.
Bases neurophysiologiques du mouvement.
Paris, Bruxelles : De Boeck Université, 2002,- 295p

LIPPOLD C., DANESH G. et coll.
Sagittal spinal posture in relation to craniofacial morphology.
Angle Orthod., 2006, 76 (4): 625-631

MARFURT C. F., RAJCHERT D. M.
Trigeminal primary afferent projections to non-trigeminal areas of the rat central nervous system.
J. Comp. Neurol., 1991 Jan ; 303(3) : 489-511

MATESZ C.
Central projection of the VIIIth cranial nerve in the frog.
Neuroscience., 1979, 4 (12): 2061-71

MATESZ C. et coll
Vestibulotrigeminal pathways in the frog, Rana esculenta.
Brain. Res. Bull., 2008, 75: 371–374

MATESZ C., SZEKELY G.
The motor column and sensory projections of the branchial cranial nerves in the frog.
J. Comp. Neurol., 1978, 178: 157–176

MILANI R.S., DE PERIERE D.D., LAPEYRE L., POURREYRON L.
Relationship between dental occlusion and posture.
Cranio., 2000, 18 (2): 127-134

MOTOYOSHI M., SHIMAZAKI T. et coll.
Stresses on the cervical column associated with vertical occlusal alteration.
Eur. J. Orthod., 2003, 25(2): 135-138

MOYA H. et coll.
Influence of stabilization occlusal splint on craniocervical relationships. Part I: Cephalometric analysis.
Cranio., 1994, 12 (1): 47-51

MUNHOZ W.C., MARQUES A.P., SIQUEIRA J.T.
Radiographic evaluation of cervical spine of subjects with temporomandibular joint internal disorder.
Braz. Oral. Res., 2004, 18 (4): 283-289

MUNOZ M. et coll.
Primary afferents and second order projections of the trigeminal system in a frog (Rana ridibunda).
Eur. J. Morphol., 1994, 32: 288–292

MURRAY G.M., PHANACHET I., UCHIDA S., WHITTLE T.
The human lateral pterygoid muscle: a review of some experimental aspects and possible clinical relevance.
Aust. Dent. J., 2004, 49 (1): 2-8

NETTER F. H.
Atlas d'anatomie humaine, 2° Edition.
Paris : Masson, 1997,- 525p

NOBILI A, ADVERSI R.
Relationship between posture and occlusion: a clinical and experimental investigation.
Cranio., 1996, 14 (4): 274-285

ORTHLIEB J-D., BROCARD D., SCHITTLY J., MANIÈRE-ESZAN A.
Occlusodontie pratique.
Paris : Edition CdP, 2000,- 211p. (Collection JPIO)

ORTHLIEB J-D., EL ZOGHBY A., KORDI M., PEREZ C.
La fonction de guidage. Un modèle biomécanique pour un concept thérapeutique.
Cah. Prothèse. 2004 N° 128 - 01/12/2004 - pp 43/53 - (11p)

ORTHLIEB J.D., LAPLANCHE O., PRECKEL E.B.
La fonction occlusale et ses dysfonctionnements.
Real Clin.1996, 7-2, 131-146

PERINETTI G.
Dental occlusion and body posture: no detectable correlation.
Gait Posture., 2006, 24 (2): 165-168

PERINETTI G.
Temporomandibular disorders do not correlate with detectable alterations in body posture.
J. Contemp. Dent. Pract.; 2007, 8 (5): 60-67

PERRIN P.H., LESTIENNE F.
Mécanismes de l'équilibration humaine.
Paris : MASSON, 1994,- 163p

PINGANAUD G. et coll.
Primary trigeminal afferents to the vestibular nuclei in the rat: existence of a collateral projection to the vestibulo- cerebellum.
Neurosci. Lett., 1999, 264 (1-3): 133-136

RICHARD D., ORSAL D.
Neurophysiologie : Organisation Et Fonctionnement Du Systeme Nerveux. 3° Edition.
Paris : Dunod, 2007,- 540p

ROLL J.P.
Les muscles, organes de la perception.
Pour la science, 1998, 248 : 92-99

ROSENCWEIG D., ROSENCWEIG G., LAXENAIRE M., FLOT F.
Algies et dysfonctions de l'appareil manducateur : propositions diagnostiques et thérapeutiques.
Paris : Edition CdP, 1994,- 487p

SAKAGUCHI K., MEHTA N.R., ABDALLAH E.F. et coll.
Examination of the relationship between mandibular position and body posture.
Cranio., 2007, 25 (4): 237-249

SANTANDER H., MIRALLES R. et coll.
Effects of head and neck inclination on bilateral sternocleidomastoid EMG activity in healthy subjects and in patients with myogenic cranio-cervical-mandibular dysfunction.
Cranio., 2000, 18 (3): 181-191

SCHÜNKE et coll.
Atlas d'anatomie Prométhée, Anatomie générale et système locomoteur.
Paris : Edition Maloine, 2006,- 541p

SCHÜNKE et coll.
Atlas d'anatomie Prométhée, Tête et Neuro-Anatomie.
Paris : Edition Maloine, 2009,- 399p

SELIGMAN D.A., PULLINGER A.G.
The role of functional occlusal relationships in temporomandibular disorders: a review.
J. Craniomandib. Disord., 1991, 5 (4): 265-279.

SERGENT et coll.
Influence des conditions d'occlusion dentaire sur le contrôle postural statique.
In : Contrôle postural et représentations spatiales. De la Neurobiologie à la Clinique.
LACOUR M. et BOREL L.
Marseille : Solal, 2007,- 359 p

SFORZA C., TARTAGLIA G.M. et coll.
Occlusion, sternocleidomastoid muscle activity, and body sway: a pilot study in male astronauts.
Cranio., 2006, 24 (1): 43-49

SHERWOOD L.
Physiologie humaine.
Paris, Bruxelles : De Boeck Université, 2000,- 674p

SHIMAZAKI K., MATSUBARA N., HISANO M., SOMA K.
Functional relationships between the masseter and sternocleidomastoid muscle activities during gum chewing: the effect of experimental muscle fatigue.
Angle Orthod., 2006, 76 (3): 452-458

SHIMAZAKI T., MOTOYOSHI M. et coll.
The effect of occlusal alteration and masticatory imbalance on the cervical spine.
Eur. J. Orthod., 2003, 25 (5): 457-463

TALLGREEN A. et coll.
Changes in jaw relation, hyoid bone, and head posture in complete denture wearers.
J. Prosthet. Dent., 1983, 50: 148-156

TARDIEU C. et coll.
Dental occlusion and postural control in adults.
Neurosci. Lett., 2009, 450: 221–224

TOLU E., PUGLIATTI M.
The vestibular system modulates masseter muscle activity.
J. Vestib. Res., 1993, 3 (2): 163-171

URBANOWICZ M.
Alteration of vertical dimension and its effect on head and neck posture.
J. Craniomandib. Pract., 1991, 9 : 174-179

VALENTIN C. et coll.
Le guidage antérieur : dysfonctions et parafonctions. Diagnostique différentiel.
Cah. Prothèse. 1982 ; 39 : 81-106

WILLEM G.
Manuel de Posturologie, 2° Edition.
Paris : Edition Frison-Roche, 2004,- 243p

WILLIAMSON E.H., LUNDQUIST D.O.
Anterior guidance: its effect on electromyographic activity of the temporal and masseter muscles.
J. Prosthet. Dent., 1983, 49 (6): 816-823.

WODA A.
Abrégé de physiologie oro-faciale.
Paris : Masson, 1983,- 230p

ZELENA J., SOUKUP T.
The in-series and in-parallel components in rat hindlimb tendon organs.
Neuroscience., 1983, 9 (4): 899-910

ZEREDO J.L., TODA K., SOMA K.
Neck motor unit activities induced by inputs from periodontal mechanoreceptors in rats.
J. Dent. Res., 2002, 81 (1): 39-42

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 1

I. L'appareil manducateur 4

1. LES MUSCLES MASTICATEURS 5

A. Élévateurs de la mandibule 5

I. Le muscle temporal 5

II. Le muscle masséter 7

III. Le muscle ptérygoïdien médial 10

IV. Le muscle ptérygoïdien latéral 11

B. Muscles abaisseurs de la mandibule 14

I. Muscles sus-hyoïdiens 14

a. Le muscle génio-hyoïdien 14

b. Le muscle mylo-hyoïdien 15

c. Le muscle digastrique 16

d. Le muscle stylo-hyoïdien 17

II. Muscles sous-hyoïdiens 18

a. Le muscle sterno-thyroïdien 18

b. Le muscle thyro-hyoïdien 19

c. Le muscle sterno-cléïdo-hyoïdien 20

d. Le muscle omo-hyoïdien 21

2. L'ARTICULATION TEMPORO-MANDIBULAIRE 25

A. Description 25

I. Les surfaces en présence 25

a. Le condyle temporal 25

b. Le condyle mandibulaire 26

II. Les moyens d'union 27

a. Le ménisque temporo-mandibulaire 27

b. L'appareil ménisco-capsulo-musculaire 28

c. Les ligaments propres 29

d. Les ligaments accessoires 30
III. La synoviale 31
IV. Vaisseaux et nerfs 33
a. Les artères 33
b. Les veines 33
c. Les vaisseaux lymphatiques 33
d. Innervation 33
B. Physiologie 34
I. Au repos mandibulaire 34
II. En occlusion centrée 34
III. Ouverture buccale 35
IV. Diduction droite 35
V. Conclusion 36

3. LES TISSUS DE SOUTIEN DE LA DENT 37
A. Le desmodonte ou ligament dento-alvéolaire 37
I. Structure 37
II. Physiologie 38
B. L'os alvéolaire 39
I. Structure 39
II. Physiologie 39

II. L'occlusion dentaire 42

1. INTRODUCTION 43

2. DEFINITIONS 44
A. L'occlusion 44
B. L'organe dentaire 45

I. La morphologie occlusale 45
Les cuspides 46
Les sillons 49
II. Support radiculaire 49
III. Les arcades dentaires 50

3. LES RAPPORTS D'OCCLUSION 52
A. L'occlusion d'intercuspidation maximale : OIM 52
I. Définition 52
II. Caractéristiques 52
III. Description de l'OIM 54
a. Sens vestibulo-Lingual 53
b. Sens vertical 53
c. Sens mésio-distal 54
IV. Rôle de stabilisation de l'OIM 54
B. La relation centrée 55

4. LES CLASSES D'ANGLE 57
A. La classe I 57
B. La classe II 57
C. La classe III 58

5. LES FONCTIONS OCCLUSALES 59
A. Fonction de centrage 59
B. Fonction de calage 60
I. Stabilité dentaire ou stabilité de l'occlusion 60
II. Stabilité mandibulaire 61
C. Fonction de guidage 61
I. Entonnoir d'accès à l'OIM 61
II. Guidage antérieur 62

a. Guidage antérieur en propulsion 62
b. Guidage en latéralité 63

6. ANOMALIES DE L'OCCLUSION 65
A. Anomalies de centrage 66
I. Différentiel ORC-OIM 66
II. Anomalie de centrage sagittal 66
Antéposition excessive 66
Rétroposition 67
III. Anomalie de centrage transversal : déviation mandibulaire 67
IV. Anomalie de centrage vertical : troubles de la DVO 68
B. Anomalies de calage 68
I. Instabilité de l'occlusion : anomalie de stabilité des arcades 69
II. Instabilité mandibulaire 69
Anomalie de calage occlusal postérieur 70
Anomalie de calage occlusal antérieur 70
C. Anomalies de guidage 70
I. Interférences postérieures 72
II. Interférences antérieures 73
D. Conclusion 74

III. La posture corporelle 75

1. LES CAPTEURS 78
A. Classification générale et propriétés des récepteurs 78
B. Le capteur oculaire 79
C. Le système vestibulaire 82
I. Utricule et saccule 82
II. Les canaux semi-circulaires 85
D. Les récepteurs tactiles 86
E. Les propriocepteurs 91

2. LES CENTRES INTEGRATEURS 94

A. Les noyaux vestibulaires 94

I. Le noyau vestibulaire latéral (noyau de Deiters) 95

II. Le noyau vestibulaire inférieur 96

III. Les noyaux vestibulaires médian et supérieur 96

B. Le cervelet 97

I. Organisation générale 97

II. Le cervelet spinal 102

Les afférences spinales 102

Les efférences du cervelet spinal 103

III. Le cervelet vestibulaire 105

3. LES EFFECTEURS 107

A. Les voies de communications 107

B. Les muscles 107

I. Groupe postérieur 108

II. Groupe antérieur 112

III. Groupe latéral 112

4. CONCLUSION 115

IV. La proprioception cranio-faciale 116

I. IMPORTANCE DE LA SOMESTHESIE BUCCALE 117

2. TERRITOIRES D'INNERVATION 119

3. LES RECEPTEURS DE LA PROPRIOCEPTION 120

A. Les fuseaux neuromusculaires 120

B. Les organes de Golgi 123

C. Les autres récepteurs musculaires 124

D. Les récepteurs parodontaux 125

E. Les récepteurs de l'A.T.M. 128

4. COMPLEXE SENSITIF DU V 130

A. Le nerf trijumeau 130

B. Ganglion de Gasser 132

C. Les noyaux du complexe sensitif du V 133

I. Noyau spinal 134

Sous-noyau caudal 134

Sous-noyau interpolaire 135

Sous-noyau oral 135

II. Noyau principal 136

III. Noyau mésencéphalique 136

D. Projections du complexe sensitif du trijumeau 137

V. Relation entre occlusion dentaire et posture 139

1. INTRODUCTION 140

2. LES RELATIONS ANATOMIQUES 141

A.Afférences trigéminales et centres de régulation de la posture 141

B. Les efférences vestibulaires au niveau trigéminal 143

3. INFLUENCE DE L'OCCLUSION SUR LA POSTURE CEPHALIQUE 145

A. Influence de la Dimension Verticale d'Occlusion (DVO) 145

B. Influence de la classe d'Angle 145

C. Relation occlusion-colonne cervicale 146

D. Relation occlusion-muscles cervicaux 147

E. Relations fonctionnelles entre les muscles masticateurs et les muscles du cou 148

4. INFLUENCE DES DESORDRES TEMPORO-MANDIBULAIRES SUR LA POSTURE CEPHALIQUE 149

5. INFLUENCE DE L'OCCLUSION SUR LA POSTURE 151

6. CONCLUSION 159

CONCLUSION 160

BIBLIOGRAPHIE 162

TABLE DES MATIERES 172

PAULIN Frédéric - Le rôle de l'appareil manducateur dans le maintien de la posture.

Th. Chir.-Dent. : Nancy : 2010- 179f.

Mots-clés : Appareil manducateur
Occlusion
Posture
Proprioception

Les centres nerveux responsables du maintien de la posture, les noyaux vestibulaires du tronc cérébral et le cervelet, reçoivent les afférences sensitives et proprioceptives issues de l'ensemble des capteurs (oculaire, vestibulaire, podal, musculaire) et élaborent la réponse effectrice permettant à l'homme de maintenir sa posture corporelle. Ils reçoivent en plus, par leurs connexions avec les noyaux trigéminaux, les informations sensitives de la face et proprioceptives des muscles masticateurs, des articulations temporo-mandibulaires et du parodonte, qui les renseignent sur la position de la mandibule, elle-même déterminée par l'engrainement des arcades dentaires. Ainsi, l'adaptation posturale peut s'effectuer à partir d'une valeur de référence mandibulaire.

JURY

Président :	Pr. JP. LOUIS	Professeur des Universités
Juge :	Dr. C. WANG	Maître de conférences des Universités
Juge :	Dr. JM. MARTRETTE	Maître de conférences des Universités
Juge :	Dr. P. GANGLOFF	Praticien hospitalier

Adresse de l'auteur : Frédéric PAULIN
64 rue Kellermann
57000 METZ

Nancy-Université

Faculté d'Odontologie

Jury : Président : JP LOUIS – Professeur des Universités
Juges : C. WANG– Maître de Conférence des Universités
JM. MARTRETTE – Maître de Conférence des Universités
P. GANGLOFF – Praticien Hospitalier

Thèse pour obtenir le diplôme D'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire /3169

Présentée par: **Monsieur PAULIN Frédéric, Henri**

né(e) à: **NANCY (Meurthe-et-Moselle)** le **09 juin 1983**

et ayant pour titre : **«Le rôle de l'appareil manducateur dans le maintien de la posture.»**

Le Président du jury,

JP. LOUIS

Le Doyen
de la Faculté d'Odontologie

Le Doyen
Dr P. BRAVETTI

P. BRAVETTI

Autorise à soutenir et imprimer la thèse /3169

NANCY, le 03/12/2009

Le Président de l'Université Henri Poincaré, Nancy-1

Pour le Président
et par Délégation,
La Vice-Présidente du Conseil
des Etudes et de la Vie Universitaire,

J-P. FINANCE

C. CAPDEVILLE-ATKINSON