

# PARTIE III – NEUROPHYSIOLOGIE ET IMPLANTS À GENCIVE

## CHAPITRE 15

# Approche neurophysiologique de l'occlusion

<b>L'ESSENTIEL</b>	<b>379</b>
--------------------	------------

---

<b>LE SYSTÈME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE</b>	<b>380</b>
--	------------

---

Les récepteurs .....	381
----------------------	-----

<i>Les récepteurs desmodontaux</i> .....	381
--	-----

<i>Les récepteurs et la gencive</i> .....	384
---	-----

<i>Les récepteurs de l'ATM</i> .....	385
--------------------------------------	-----

<i>Les récepteurs sensitifs musculaires</i> .....	386
---	-----

Les fibres ascendantes .....	388
------------------------------	-----

<i>Les protoneurones trigéminaux</i> .....	388
--	-----

<i>Les protoneurones non trigéminaux</i> .....	391
--	-----

Les voies descendantes .....	391
------------------------------	-----

<b>LE SYSTÈME NERVEUX CENTRAL</b>	<b>392</b>
-----------------------------------	------------

---

Le noyau sensitif du trijumeau .....	392
--------------------------------------	-----

Le noyau mésencéphalique .....	393
--------------------------------	-----

Le noyau supratrigéminal .....	394
--------------------------------	-----

Le noyau moteur .....	395
-----------------------	-----

<b>SOMESTHÉSIE ORALE</b>	<b>395</b>
--------------------------	------------

---

Les voies et les centres .....	395
--------------------------------	-----

<i>Les voies ascendantes</i> .....	396
------------------------------------	-----

<i>L'intégration de l'information</i> .....	396
---	-----

<i>Les voies descendantes</i> .....	397
-------------------------------------	-----

Les mouvements réflexes .....	398
<i>Le réflexe d'ouverture de la gueule</i> .....	398
<i>Le réflexe myotatique trigéminal</i> .....	400
Les mouvements automatiques .....	402
<i>La mastication</i> .....	403
<i>La déglutition</i> .....	405
Les mouvements volontaires .....	406
<b>FICHES RÉSUMÉES DES CONSÉQUENCES CLINIQUES</b>	<b>408</b>
<hr/>	
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>409</b>
<hr/>	

### L'essentiel

L'occlusion dentaire fait appel à des éléments du système nerveux périphérique et du système nerveux central. Cet ensemble est principalement sous la domination du nerf trijumeau et des noyaux sensitifs, moteurs et inhibiteurs de ce nerf, noyaux d'une grande complexité, mêlant sensibilité et motricité ainsi que des fibres de tous calibres, myélinisées ou non et véhiculant des messages variés.

Le capteur principal de ce système est le récepteur desmodontal qui enregistre une information, comme, par exemple, la texture d'un aliment, et la transmet, par un neurone sensitif dont le corps cellulaire se situe dans le ganglion de Gasser, aux centres supérieurs, principalement au noyau sensitif du trijumeau. Ce noyau va analyser la texture de cet aliment et transmettre à son noyau moteur la contraction musculaire adaptée à la texture de l'aliment, permettant de le broyer, ni trop ni trop peu... Et cette analyse se poursuit bouchée après bouchée, réduisant progressivement la puissance de la contraction, l'aliment étant de moins en moins résistant. Lorsque les récepteurs desmodontaux jugent que l'aliment est assez broyé, ils déclenchent la déglutition l'amenant dans l'estomac, où il est pris en charge par le système nerveux autonome. Et ce cycle se reproduit, bouchée après bouchée...

La mastication est une action le plus souvent automatique, le cortex étant occupé par la conversation ou l'écoute de la télévision, sauf lorsque l'aliment est particulièrement bon ou mauvais, alertant le cortex pour l'apprécier ou le recracher ! La voie réflexe peut également être sollicitée lorsque dans l'aliment se trouve un caillou, stoppant immédiatement la contraction des muscles. La mastication ne nécessite des contacts dento-dentaires qu'à la fin d'un cycle.

Ce contact est en revanche effectif à chaque déglutition à vide (1 500 à 2 000 fois par jour...), action qui nécessite une intercuspidie maximale pour pouvoir se dérouler, action qui peut être perturbée par une cuspide mal positionnée, créant une interférence. Le système nerveux va réagir par des mouvements d'évitement faisant intervenir à chaque déglutition des muscles non adaptés à ces mouvements, entraînant leur contracture et l'apparition de pathologies souvent mal comprises. L'approche neurophysiologique de l'occlusion permet cette compréhension et la mise en œuvre de moyens thérapeutiques faisant certes intervenir le "papier bleu" évoqué au chapitre précédent, mais dans des conditions totalement différentes, basées ici sur la réflexion.

L'occlusion dentaire fait appel à des éléments du système nerveux périphérique et du système nerveux central [FIG. 15-1]. Cet ensemble est principalement sous la domination du nerf trijumeau et des noyaux sensitifs et

moteurs de ce nerf, noyaux d'une grande complexité, mêlant sensibilité et motricité, ainsi que des fibres de tous calibres, myélinisées ou non et véhiculant des messages variés.

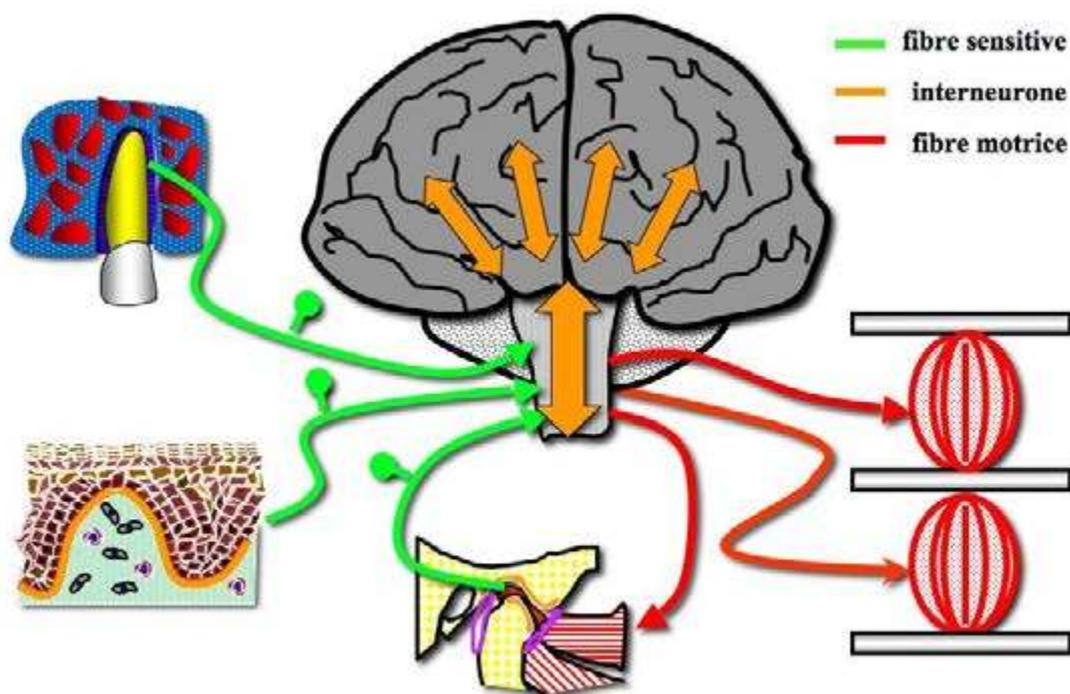


Figure 15-1 : Les informations perçues par les dents, par la gencive et par l'articulation temporo-mandibulaire sont transmises au système nerveux central, où elles sont "traitées" grâce à des interactions entre différents noyaux, aboutissant aux noyaux moteurs (V, VII, IX, XI, XII...) qui vont commander la réaction appropriée des muscles de la sphère oro-faciale.

### **Le système nerveux périphérique**

Dans le domaine de l'occlusion dentaire, la perception est principalement le fait des récepteurs desmodontaux, des récepteurs gingivaux et des récepteurs de l'ATM. Pour ces récepteurs, le protoneurone sensitif est le trijumeau (5<sup>e</sup> paire crânienne) dans ses branches maxillaires (V2) et mandibulaires (V3S), nerfs dont les corps cellulaires sont

situés dans le ganglion de Gasser [FIG. 15-2]. C'est la voie ascendante ou afférente. La motricité musculaire est, elle, induite par des neurones reliant le noyau moteur aux muscles masticateurs dont la plupart sont innervés par la branche motrice du trijumeau, située dans le V3M.

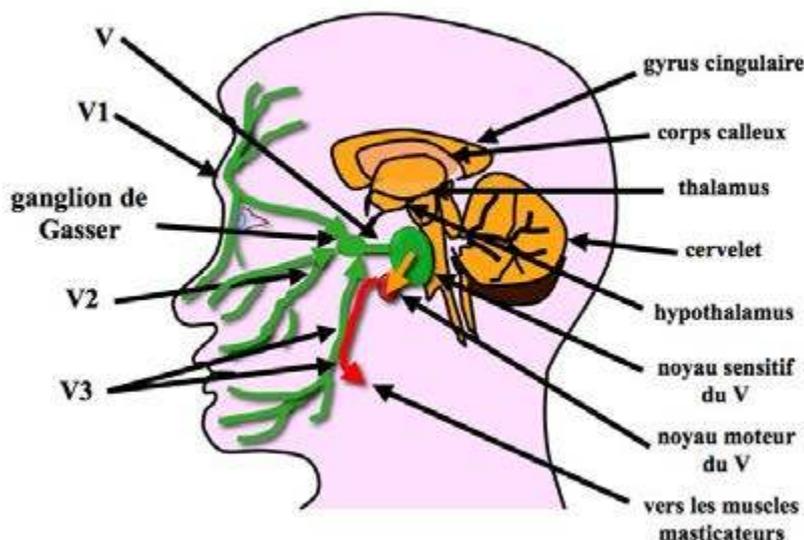


Figure 15-2 : Le nerf principalement en charge de l'occlusion dentaire est le nerf trijumeau, 5<sup>e</sup> paire crânienne. Il possède 3 branches sensitives par lesquelles les informations arrivent sur le noyau sensitif de ce nerf, après s'être réunies au niveau du ganglion de Gasser. Après le "traitement" de l'information par les centres supra-segmentaires et corticaux, les ordres moteurs sont émis par le noyau moteur du trijumeau et arrivent aux muscles par la branche motrice de ce nerf, qui est une composante de sa branche mandibulaire (V3M). Les branches V1 et V2 sont uniquement sensitives, la branche V3 est mixte, sensitive et motrice.

### Les récepteurs

L'origine de la somesthésie dentaire en rapport avec l'occlusion est le fait des récepteurs desmodontaux situés dans le ligament alvéolo-dentaire (Hannam, 1970), des récepteurs

gingivaux, des récepteurs de l'articulation temporo-mandibulaire et des récepteurs sensitifs musculaires (Fougeront, 2018).

### Les récepteurs desmodontaux

Les récepteurs desmodontaux sont de plusieurs types, avec des qualités différentes et complémentaires (Woda, 1983) : adaptables ou non adaptables, sensibles à la vitesse d'application de la stimulation, soumis à un seuil qui est de l'ordre de 1 gramme, sen-

sibles à l'intensité de la force appliquée, capables de détecter de très faibles variations de l'amplitude de la stimulation et avec, pour la plupart, une sensibilité directionnelle [FIG. 15-3].

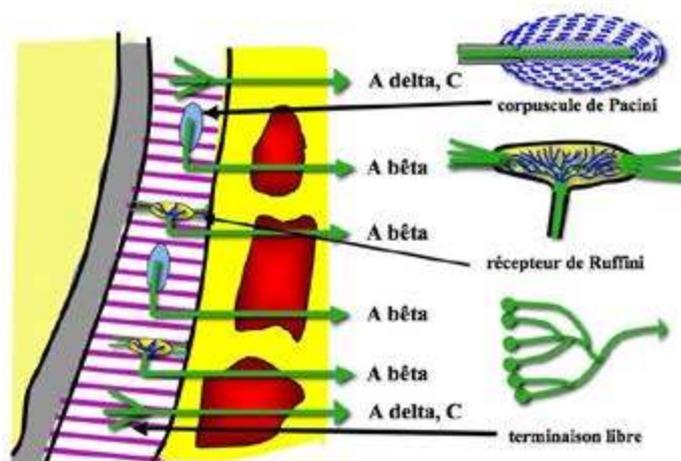


Figure 15-3 : Les récepteurs situés dans le ligament alvéolo-dentaire sont soit encapsulés comme les corpuscules de Pacini et les récepteurs de Ruffini, couplés à des fibres myélinisées de gros diamètre A-bêta à conduction rapide (90 m/s), soit de simples terminaisons libres couplées à des fibres à faible vitesse de conduction (0,5 à 2 m/s).

Les récepteurs desmodontaux sont en grand nombre pour les incisives et les canines, et leur nombre va en décroissant des prémo-

laires aux molaires (gradient antéropostérieur, Fontenelle *et al.*, 1975) [FIG. 15-4 à 15-7].



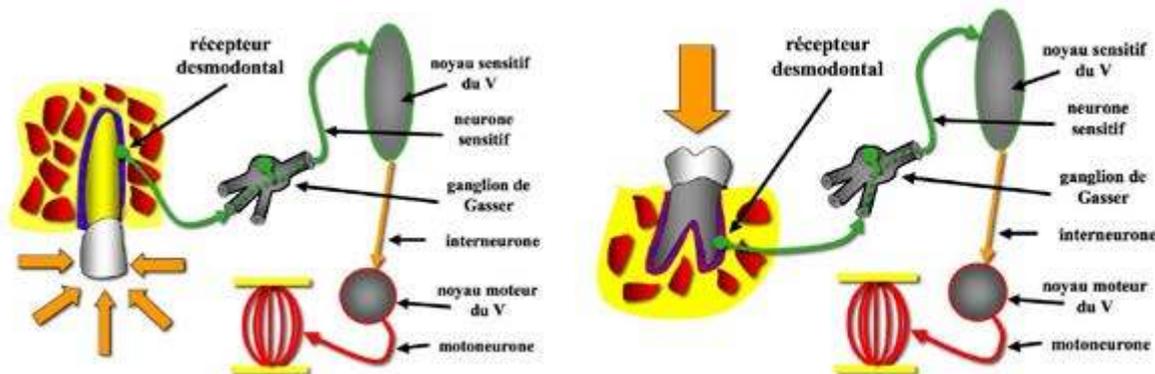
Force de traction	0,6 g	0,8 g	1 g	1,2 g	1,4 g	1,6 g	1,8 g	2 g	2,2g
incisive	non	oui	oui*	oui*	oui*	oui*	oui*	oui*	oui*
canine	non	oui*	oui*	oui*	oui*	oui*	oui*	oui*	oui*
prémolaire	non	non	non	oui	oui	oui	oui*	oui*	oui*
molaire	non	non	non	non	non	non	non	oui	oui

**Dent naturelle** \* = directionnelle

Figures 15-4 à 15-7 : Une tige métallique est fixée sur une dent à l'aide d'un composite et reliée à un dynamomètre sensible au 1/5 de gramme. Le patient est invité à lever une main dès qu'il ressent une pression et il lui est demandé de préciser la direction de cette pression (V ou L). L'expérience montre qu'il lève franchement la main (sensibilité dite "épicritique", c'est-à-dire fine et discriminative) et qu'il existe bien un gradient antéropostérieur. De plus, même avec une traction de 2 grammes, aucune molaire ne semble transmettre une information directionnelle.

Ainsi, les récepteurs sensitifs ligamentaires permettent aux incisives et aux canines de percevoir des informations très fines et directionnelles (Huang *et al.*, 2011), alors que

ceux des molaires ne peuvent transmettre correctement que des informations axiales [FIG. 15-8, 15-9].



Figures 15-8, 15-9 : Sur ces représentations schématiques, les incisives et les canines peuvent enregistrer des contraintes axiales et latérales, que le patient identifie parfaitement, en indiquant le sens de la poussée lorsqu'elle est latérale. Par contre, les molaires n'enregistrent que les pressions axiales, leurs récepteurs ne semblant adaptés qu'à ces pressions.

Les pressions latérales appliquées sur les molaires, et dans une moindre mesure sur les prémolaires, sont à l'origine de messages sensitifs perturbés [FIG. 15-10]. Ces pressions latérales, liées le plus souvent à des interfé-

rences en latéralité et en propulsion, peuvent engendrer des fasciculations musculaires nettement enregistrables à l'électromyographie (Bert & Leclercq, 2015).

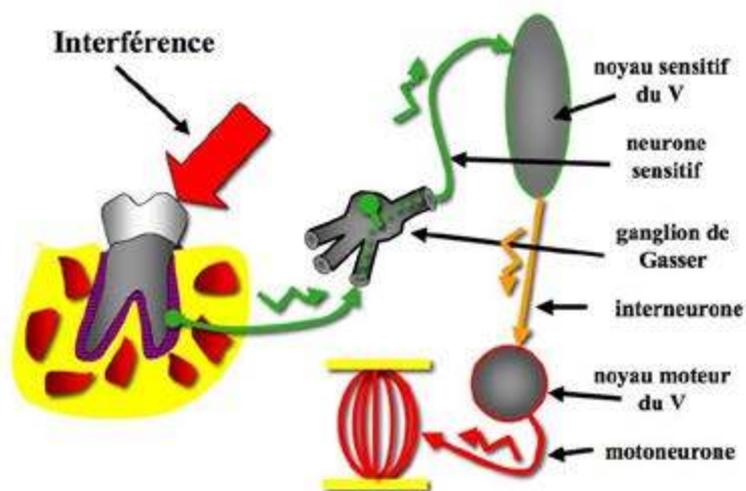


Figure 15-10 : Des contraintes latérales sur les molaires peuvent engendrer des messages sensitifs perturbés, à l'origine de contractions anarchiques des fibres musculaires des muscles masticateurs de type fasciculation, essentiellement les élévateurs et les propulseurs.

### Conséquences cliniques

La clinique confirme que plus les contraintes sont latérales sur les molaires, plus la réaction musculaire est désordonnée, permettant de comprendre les désordres musculaires liés à ces interférences [FIG. 15-11].



Figure 15-11 : Le guidage postérieur en propulsion (flèche) a engendré des désordres musculaires importants du côté gauche, la fasciculation du masséter étant perceptible à la pression manuelle, entraînant pour la patiente l'impression d'avoir le côté gauche de la tête pris "en étau". L'extraction de la 38 a entraîné un report des douleurs du côté droit, avec toujours un guidage postérieur en propulsion, mais moindre. L'extraction de la 48 a fait totalement cesser les douleurs. (Cas d'expertise)

Woda (1983) signale qu'une stimulation mécanique du parodonte évoque, selon son intensité, une sensation de tact, de pression ou de douleur. Cet auteur distingue le seuil absolu (plus petite épaisseur perçue) et le seuil différentiel (plus petite variation d'épaisseur perçue), seuils qui vont permettre l'appréciation, par les récepteurs parodontaux et pendant la mastication, de la texture du bol alimentaire et d'adapter la pression musculaire.

Les récepteurs parodontaux ne sont cependant pas les seuls impliqués dans l'élaboration des sensations de position mandibulaires, toujours selon Woda : "Par

contre, lorsque l'objet est plus volumineux, une anesthésie parodontale ne modifie qu'assez peu l'appréciation de l'épaisseur [...] ce qui montre bien que d'autres récepteurs situés dans les muscles manducateurs et surtout dans l'ATM sont, dans cette situation, prédominants."

Dans une étude sur le chat, Cadden *et al.* (1983) relèvent que les récepteurs sensitifs du parodonte sont couplés à des neurones dont la vitesse de propagation de l'influx varie de 57,7 à 0,9 m/s, indiquant que l'information est conduite par des fibres A-bêta, A-delta et C.

### Les récepteurs de la gencive

Les récepteurs sensitifs de la gencive lui donnent différents niveaux de sensibilité (Boulais *et al.*, 2008), comme vu au chapitre 10 [FIG. 15-12] :

- la sensibilité à la pression est déclenchée par des appuis importants sur la surface de la gencive et est transmise par les disques de Merkel (superficiels) et les corpuscules de Ruffini (profonds) ;
- la sensibilité au toucher est détectée par des récepteurs de vitesse comme les corpuscules

- de Meissner et par les terminaisons libres tapissant l'épithélium ;
- la sensibilité à la vibration est le fait des corpuscules de Pacini, sensibles aux variations rapides d'intensité ;
- la sensibilité à la douleur de faible intensité est déclenchée par les terminaisons libres, dites aussi "terminaisons nociceptives" (Tallagas *et al.*, 2015).

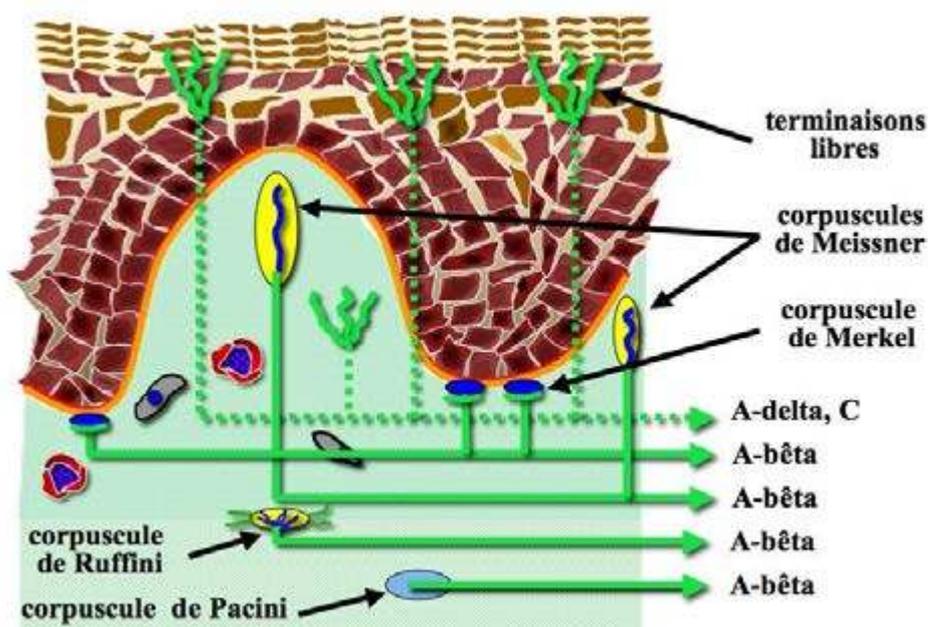


Figure 15-12 : Représentation schématique du système nerveux sensitif de la gencive. Seules les terminaisons libres innervent sensitivement l'épithélium, reliées à des fibres amyéliniques de petit diamètre (C). On les retrouve dans le tissu conjonctif, avec des récepteurs encapsulés comme ceux de Merkel, Meissner, Ruffini et Pacini, reliés, eux, à des fibres myélinisées à grande vitesse de conduction (A-bêta).

### Les récepteurs de l'ATM

L'articulation temporo-mandibulaire comprend, selon Woda (1983), plusieurs types de récepteurs capables de :

- déterminer avec une certaine précision l'angle d'ouverture buccale ;
- déterminer le début et la fin des mouvements d'ouverture et de fermeture ;

- inhiber les forces trop importantes appliquées sur les muscles ;
- induire une réponse douloureuse en cas de pathologie.

Ces récepteurs, très semblables à ceux du parodonte, ont une importance certaine pour l'occlusion dentaire [FIG. 15-13].

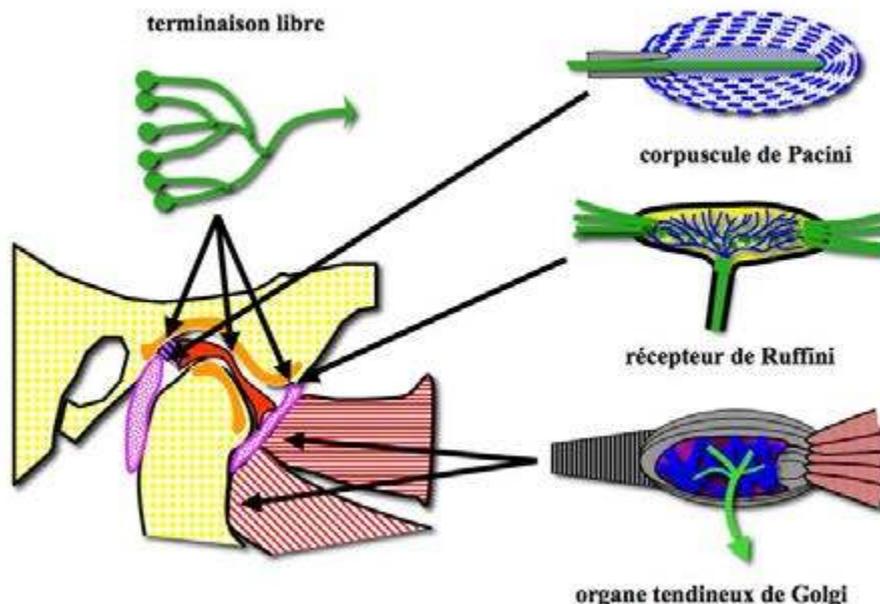


Figure 15-13 : Les récepteurs de l'ATM sont des récepteurs de Ruffini, capables de fournir des informations relatives à la position de la mandibule, des corpuscules de Pacini signalant le début et la fin d'un mouvement et situés essentiellement dans la capsule et des terminaisons libres, présentes en grand nombre dans toutes les zones innervées. Il existe de plus des récepteurs tendineux de Golgi, qui jouent un rôle de protection, car lorsqu'ils sont sollicités en raison d'une tension musculaire forte, ils inhibent la contraction et protègent le muscle d'une déchirure ou d'une rupture.

Woda (1983) indique : “De même que les récepteurs du parodonte, les messages issus de l'ATM exercent une influence sur les motoneurons commandant les muscles masticateurs. Les récepteurs de Ruffini ont probablement un rôle essentiel dans le maintien de la posture mandibulaire et les récepteurs de Pacini dans le contrôle des mouvements. Outre la douleur, les récepteurs de l'ATM participent également à l'élaboration des sensations proprioceptives. Il existe une sensation de position appelée “statesthésie” et une sensation de mouvement appelée “kines-

thésie”. La sensation de position est très précise puisque le sujet est capable de retrouver une position d'ouverture à environ 1 mm près. Cette précision est considérablement diminuée lorsque l'articulation est anesthésiée, ce qui montre bien que les récepteurs articulaires sont très importants dans ce type de sensation.” On admet aujourd'hui que des récepteurs situés à l'intérieur des muscles, en particulier les fuseaux neuromusculaires, participent également à l'élaboration de sensations proprioceptives.

### Conséquences cliniques

Les récepteurs parodontaux sont essentiels pour l'appréciation des faibles interférences. Les interférences plus importantes seront enregistrées par des récepteurs situés dans les muscles et au niveau de l'ATM.

Les récepteurs de l'ATM sont responsables en partie de la position de repos mandibulaire, avec les fuseaux neuromusculaires et les récepteurs tendineux de Golgi. Il s'agit d'une position indépendante des dents, donc

ne faisant pas appel aux récepteurs desmodontaux, d'où leur intérêt dans les édentements complets pour déterminer la dimension verticale du patient.

### Les récepteurs sensitifs musculaires

Les muscles et les tendons qui les rattachent aux structures osseuses ont leurs propres récepteurs sensoriels, transformant un stimulus mécanique en un message nerveux électrique (Türker, 2002). Ce sont les fuseaux neuro-

musculaires pour les muscles et les récepteurs tendineux de Golgi pour les tendons, faisant dire à Roll (1998) que les muscles sont des "organes de la perception".

#### \* Le fuseau neuromusculaire

Le fuseau neuromusculaire est une unité motrice différenciée en organe récepteur. Ses fibres musculaires, au nombre d'une dizaine,

sont rassemblées au sein d'une capsule conjonctive fibreuse [FIG. 15-14].

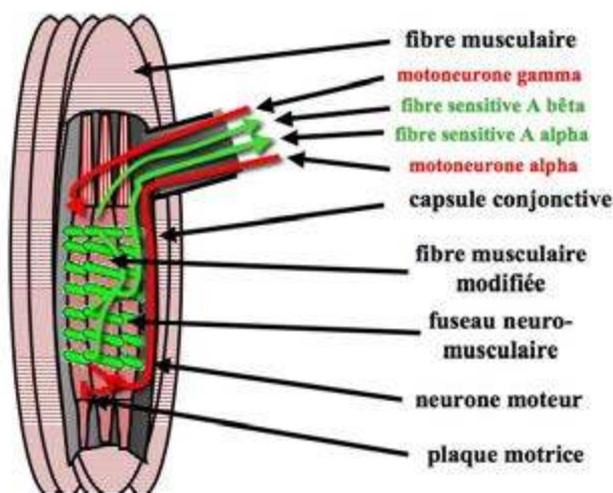


Figure 15-14 : Le fuseau neuromusculaire, représenté schématiquement ici, est une fibre musculaire modifiée possédant en son sein des faisceaux sensibles à l'étirement et qui vont en informer les centres supérieurs par l'intermédiaire de fibres sensitives A-alpha et A-bêta. Ces centres vont commander la contraction du muscle par l'intermédiaire de motoneurones, afin de le ramener à sa longueur initiale. Au repos, en position verticale, ces faisceaux sont légèrement étirés, entraînant une réponse motrice permettant de maintenir la position verticale.

Un choc sur une dent mandibulaire va générer un mouvement réflexe immédiat d'ouverture de la bouche, entraînant l'activation des fuseaux neuromusculaires qui vont déclencher, par voie réflexe également, une contraction des muscles élévateurs et la fermeture de la bouche (Sodeyama

et al., 1996). Ce réflexe de fermeture est appelé réflexe "myotatique".

Lors d'une contraction volontaire, les fuseaux deviennent inactifs et ce sont plutôt les organes tendineux de Golgi qui interviennent.

*\* L'organe tendineux de Golgi*

L'organe tendineux de Golgi est constitué de corpuscules fusiformes conjonctifs situés dans les tendons [FIG. 15-15].

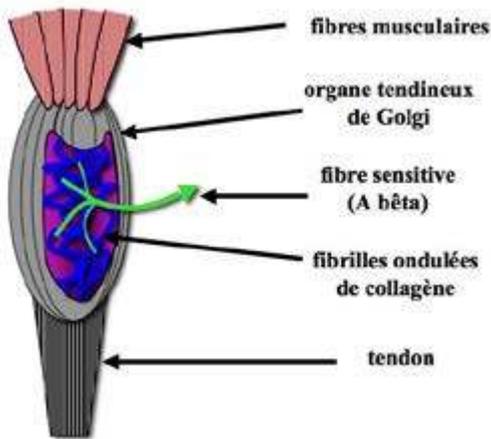


Figure 15-15 : L'organe tendineux de Golgi, représenté ici schématiquement, réagit lorsqu'un muscle subit une contraction active en informant les centres supérieurs par un neurone sensitif de type A-bêta, centres qui vont déclencher une inhibition de la contraction de ce muscle. Cette inhibition se fait par un interneurone inhibiteur ou, pour le nerf trijumeau, par un noyau inhibiteur, le noyau supra-trigéminal.

L'innervation réciproque de l'organe tendineux de Golgi est donc l'inverse de celle résultant du fuseau neuromusculaire. Le fuseau est donc spécialisé pour renseigner les

centres sur la longueur du muscle, alors que l'organe tendineux est spécialisé pour renseigner les centres sur la tension du muscle [FIG. 15-16].

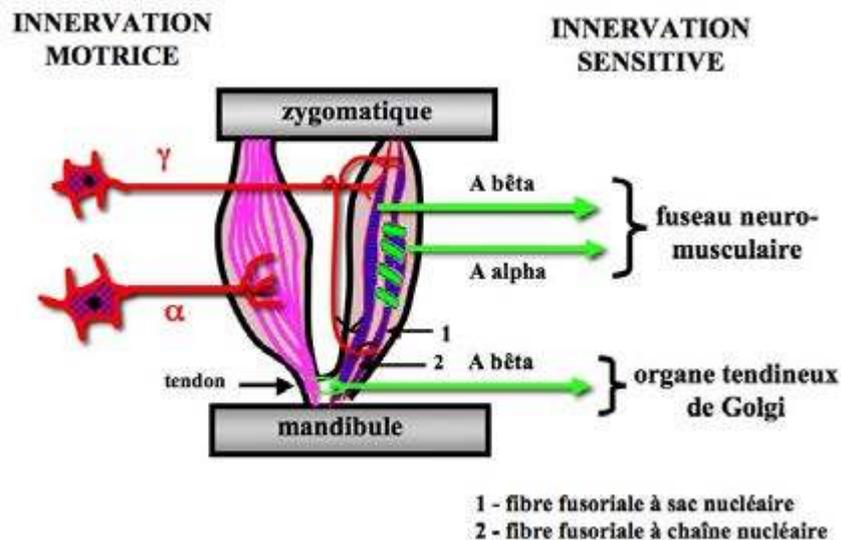


Figure 15-16 : Le fuseau neuromusculaire et l'organe tendineux de Golgi. Le fuseau neuromusculaire est sensible à l'étirement. Les fibres fusoriales à sac nucléaire transmettent l'influx nerveux sensitif par des fibres A-alpha ; celles à chaîne nucléaire par des fibres A-bêta. Ce fuseau reçoit son innervation motrice par des motoneurones gamma, le muscle lui-même étant animé par des motoneurones alpha. L'organe tendineux de Golgi transmet l'information sensitive par l'intermédiaire de fibres A-bêta. (D'après Woda, 1983)

**Conséquences cliniques**

Le fuseau neuromusculaire protège contre un étirement passif ou inadéquat et renseigne sur la longueur du muscle, ce qui adapte en permanence sa longueur et son tonus ; l'organe tendineux de Golgi protège contre une tension et/ou une contraction inappropriées du muscle.

Ces 2 organes sensitifs agissent de concert pour faire adapter, via la co-activation alpha-gamma issue des voies motrices descendantes, un tonus et une longueur physiologiques de repos constants du muscle par des ajustements positifs et négatifs alternés mais

continus, ainsi que pour préparer le muscle à un mouvement volontaire. C'est la position de repos mandibulaire, dépendante aussi des récepteurs de l'articulation temporo-mandibulaire.

### Conséquences cliniques

La position de repos mandibulaire est liée aux récepteurs de l'ATM, aux fuseaux neuromusculaires et aux organes tendineux de Golgi.

### Les fibres ascendantes

#### Les protoneurones trigéminaux

Les fibres ascendantes sont issues pour la plupart du nerf trijumeau, 5<sup>e</sup> paire crânienne. C'est un nerf uniquement sensitif pour ses branches ophtalmiques de Willis (V1) et maxillaire (V2), et mixte, sensitif et moteur pour sa branche mandibulaire (V3). Si la branche ophtalmique ne transmet aucune information concernant les dents et le parodonte, les branches maxillaire et mandibulaire vont transmettre aux centres supérieurs les informations perçues par les récepteurs desmodontaux [FIG. 15-17] :

– le nerf maxillaire (V2) innerve sensitivement la peau de la zone située sous l'œil

(dont la paupière inférieure), la joue, les narines, la lèvre supérieure, les dents et les gencives maxillaires, la muqueuse nasale, le toit du pharynx, les sinus ethmoïdaux et sphénoïdaux et certaines parties des méninges ;  
– la partie sensitive du nerf mandibulaire (V3S) innerve la peau de la zone temporale postérieure, la partie antérieure du pavillon de l'oreille, le conduit auditif externe, la lèvre inférieure, les dents mandibulaires, le menton ainsi qu'une partie de la langue et de la muqueuse de la cavité buccale ; sa partie motrice innerve de nombreux muscles.

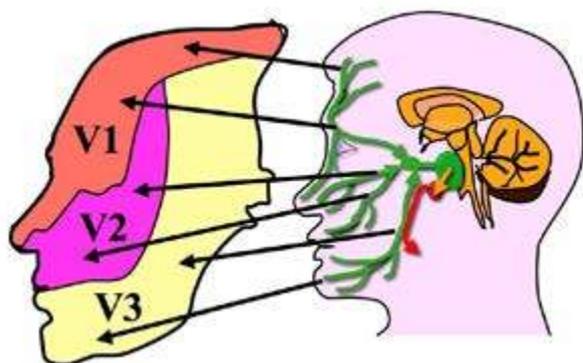


Figure 15-17 : La classique représentation des territoires sensitifs du nerf trijumeau, bien différenciés, n'est pas exacte sur le plan anatomique, car les territoires respectifs de chacun des nerfs se recouvrent largement, rendant parfois difficile l'attribution à une branche de perturbations nociceptives

Leston (2009) indique que les nerfs moteurs sont fonctionnellement très différents des nerfs sensitifs et que leur association avec ces derniers dans les branches périphériques

du nerf mandibulaire (V3) pourrait être une "commodité" de l'évolution plutôt qu'une nécessité fonctionnelle.

Les fonctions de ce nerf sont complexes et ses ramifications très nombreuses, permettant d'appréhender l'idée qu'une perturbation sur une de ses branches ou une surcharge d'informations puisse se transmettre à d'autres zones innervées par la même branche ou à d'autres branches du nerf. Cette particularité explique les réactions à distance

qui ne seront traitables qu'en revenant à la cause initiale, d'où la nécessaire connaissance de son anatomie et de sa physiologie, et le nécessaire rappel permanent que la dent est un des nombreux "capteurs" de ce nerf, dent que l'on peut considérer comme étant une "branche" du trijumeau [FIG. 15-18].

**La dent est une « branche » du trijumeau !**

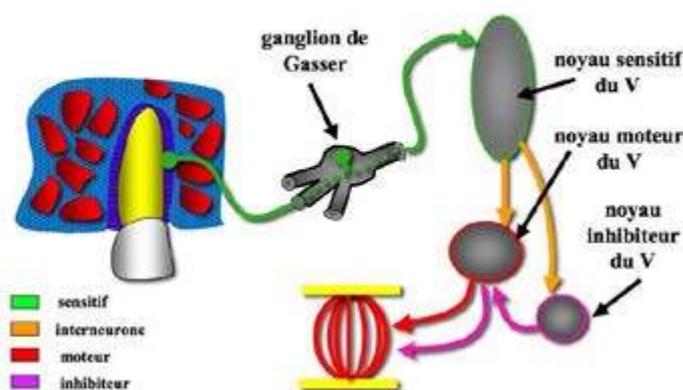


Figure 15-18 : De par les récepteurs nociceptifs de sa pulpe et les mécanorécepteurs de son parodonte, entre autres, la dent doit être considérée comme une "branche" très active du nerf trijumeau, un capteur sensitif. Une pathologie pulpaire ou parodontale sur une dent aura une influence importante sur le fonctionnement de ce nerf.

Les neurones sensitifs constituant le trijumeau sont en "T", c'est-à-dire qu'ils ont leur corps cellulaire situé dans un ganglion céphalique appelé ganglion semi-lunaire, connu

surtout sous le nom de ganglion de Gasser par les odontologistes, situé dans le cavum de Meckel, sur la face endocrânienne antérieure du rocher du temporal [FIG. 15-19].

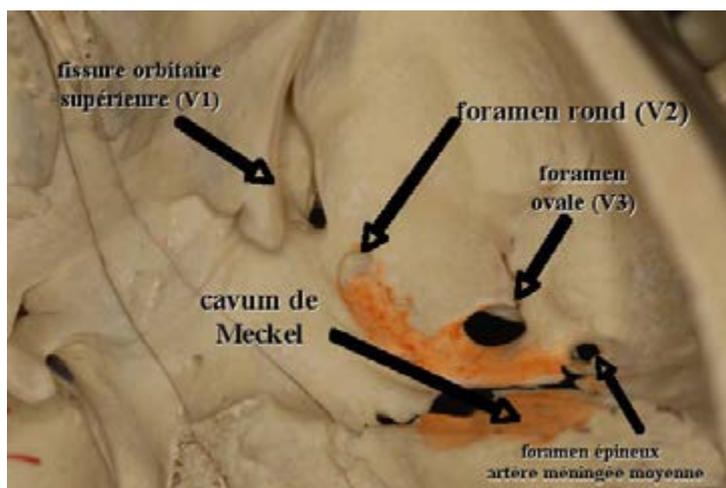
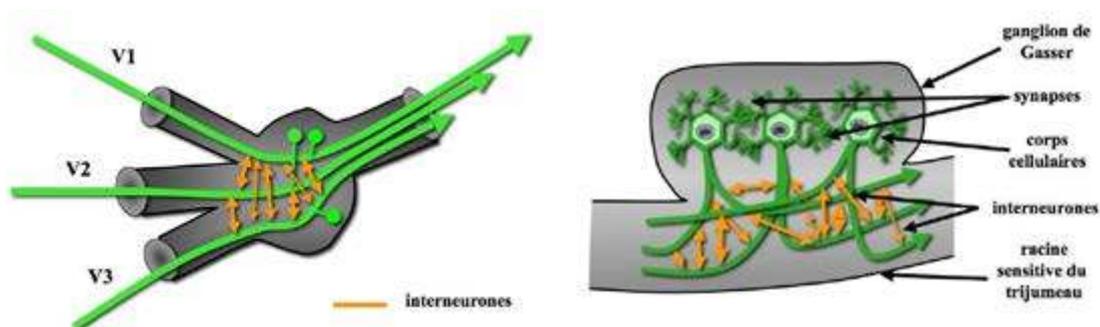


Figure 15-19 : Le cavum de Meckel se situe à l'intérieur du crâne, juste au-dessus de la face endocrânienne de l'os sphénoïde, ici du côté droit, et reçoit les racines sensitives du nerf trijumeau. L'ophtalmique de Willis (V1) arrive par la petite fissure orbitaire supérieure. La branche sensitive du maxillaire (V2) arrive par le foramen rond. La branche mandibulaire (V3), comprenant des fibres sensitives et toutes les fibres motrices, passe par un orifice de plus gros diamètre, le foramen ovale. Le foramen épineux, autrefois trou petit rond, laisse le passage à l'artère méningée moyenne.

Le ganglion de Gasser n'est pas qu'un lieu de passage de l'influx nerveux. C'est aussi un lieu d'échanges en raison des dendrites issues des corps cellulaires des différentes branches

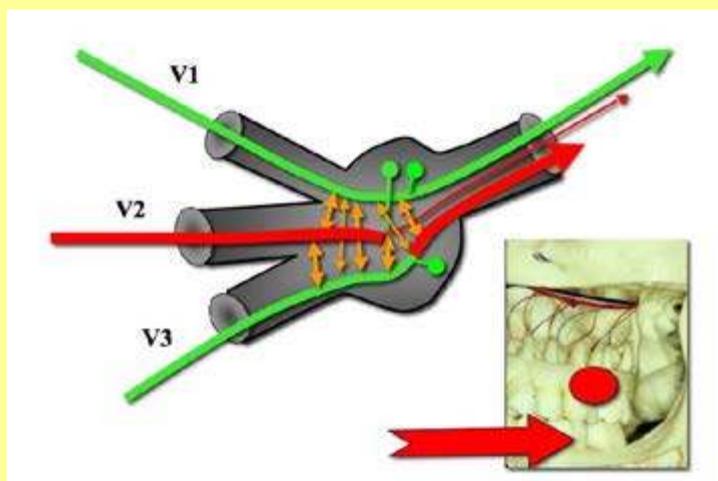
du nerf les faisant communiquer entre eux, ainsi que des nombreux interneurons présents [FIG. 15-20, 15-21].



Figures 15-20, 15-21 : Le ganglion de Gasser contient les corps cellulaires des 3 branches du trijumeau, mais est également un lieu d'échange d'informations sensibles en raison des très nombreux interneurons reliant ces branches entre elles et des synapses reliant les dendrites de leurs corps cellulaires.

### Conséquences cliniques

Une information, surtout lorsqu'elle surcharge un nerf comme dans le cas d'une douleur aiguë, peut se "décharger" vers un autre, créant ainsi le paradoxe bien connu des cliniciens : le patient indique une douleur mandibulaire alors que la carie est maxillaire [FIG. 15-22]. Le traitement de cette carie maxillaire, après bien des efforts de persuasion de la part du praticien vis-à-vis du patient, soulage la douleur mandibulaire, au grand étonnement dudit patient...



Figures 15-22 : Une surcharge d'information sur une des branches du nerf peut induire un transfert des "données" vers une autre branche, générant ainsi une sensation de douleur erronée quant à sa localisation réelle. La carie maxillaire (rond rouge) entraîne une surcharge d'informations sur la branche maxillaire (V2), pouvant occasionner, en raison des dendrites des noyaux et des interneurons, une sensation douloureuse sur la branche mandibulaire (V3S, flèche rouge), s'apparentant à une "douleur fantôme". La connaissance des bases fondamentales permet d'expliquer beaucoup de choses...

Il faut noter que certains protoneurones issus des récepteurs desmodontaux ont leurs corps cellulaires situés dans le noyau mésencéphalique du trijumeau (voir plus loin) et qu'ils ont un couplage avec les corps cellulaires des

neurones issus des fuseaux neuromusculaires situés dans les muscles masticateurs et transmettant une information sensitive d'origine musculaire par l'intermédiaire du trijumeau (Türker, 2002).

Cette complexité fait dire à Damasio (1999) que "le nerf trijumeau est un nerf 'global', car il véhicule trois types d'informations nécessaires au système somato-sensoriel :

– des informations viscéro-internes par la peau qu'il innerve au niveau du massif facial ;

– des informations musculo-squelettiques par les muscles masticateurs ;

– des informations proprioceptives fines par les dents et le desmodonte.

Le trijumeau est ainsi un nerf global, c'est-à-dire capable de véhiculer les 3 sources d'informations somesthésiques aussi bien sur un mode protopathique (vague, diffus) que discriminatif".

### Les protoneurones non trigéminaux

Les afférences sensibles du nerf facial (VII), du nerf glossopharyngien (IX) et du nerf pneumogastrique (X) innervent classiquement un petit territoire situé sur l'oreille externe. Leurs corps cellulaires sont respectivement situés dans les ganglions géniculé, pétreux supérieur et noueux. Cependant,

Woda (1983) indique que les territoires faciaux réellement innervés par le VII, le IX et le X sont beaucoup plus larges et chevauchent considérablement les territoires innervés par le V, si bien que les zones cutanées innervées exclusivement par le trijumeau sont, en réalité, réduites.

### Conséquences cliniques

L'innervation sensitive de la face est assurée, en plus du trijumeau, par les nerfs : facial, glossopharyngien et pneumogastrique.

### Les voies descendantes

Les voies descendantes constituent la racine motrice du trijumeau. Elles sont issues du noyau moteur principal, ainsi que du noyau accessoire. Les fibres du noyau accessoire descendent rejoindre celles du noyau moteur du nerf trijumeau et, avec elles, se portent en avant et en dehors à travers le pont, passant en dehors du lemme médial, puis des tractus pyramidaux. La racine motrice est ainsi en dedans de la racine sensitive du nerf trijumeau et sort avec elle à l'union de la face antérieure et de la face latérale du pont. Ces

voies rejoignent les muscles de la mastication. Il existe 3 types de motoneurones :

– les motoneurones alpha  $A\alpha$  (diamètre : 10 à 18  $\mu\text{m}$ ) qui innervent les fibres musculaires responsables de la contraction ;

– les motoneurones gamma  $A\gamma$  (diamètre : 2 à 8  $\mu\text{m}$ ) qui innervent les fuseaux neuromusculaires, ajustant ainsi la sensibilité du muscle à l'étirement ;

– les motoneurones bêta  $A\beta$  (diamètre 6 à 12  $\mu\text{m}$ ) qui innervent les 2 types de fibres.

## Le système nerveux central

### Le noyau sensitif du trijumeau

Selon Woda (1983), le complexe sensitif du trijumeau comprend 2 noyaux [FIG. 15-23] :

- le noyau spinal, qui prolonge la corne dorsale de la moelle épinière. Très étendu, il occupe toute la hauteur du bulbe rachidien. Le noyau spinal est subdivisé en 3 sous-noyaux :

- \* le sous-noyau caudal qui présente, comme la corne dorsale de la moelle épinière, une organisation lamellaire ; il reçoit les fibres nociceptives (de la douleur) de la face et des sinus ;

- \* le sous-noyau interpolaire, relais de la sensibilité tactile épicrotique (ou discriminative) ;

- \* le sous-noyau oral, en position rostrale (vers le haut du crâne), stimulé par le sous-noyau caudal et intervenant pour la sensibilité tactile et nociceptive de la cavité buccale ;

- le noyau principal, beaucoup plus petit, est situé à l'extrémité rostrale du complexe et est le principal relais de la sensibilité tactile épicrotique et de la proprioception.

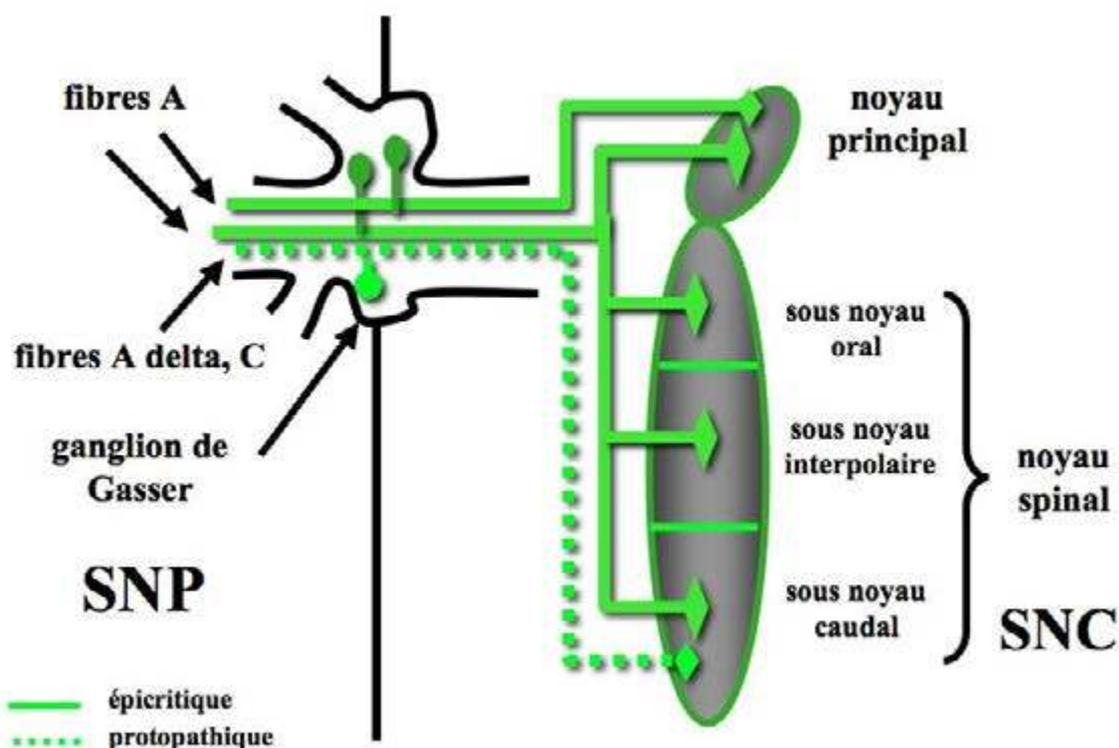


Figure 15-23 : Schéma du complexe sensitif du trijumeau. Les fibres proprioceptives et de la sensibilité tactile (fibres A, gros diamètre, myélinisées, conduction rapide) vont directement sur le noyau principal du V et sur le sous-noyau oral et, pour certaines, le sous-noyau interpolaire. Les fibres C (en pointillés, petit diamètre, non myélinisées, conduction lente), nociceptives, descendent le long de la racine sensitive et viennent faire leur synapse dans le sous-noyau caudal. (D'après Woda, 1983)

SNC : système nerveux central ; SNP : système nerveux périphérique.

Il faut noter, comme on l'a vu au chapitre 14, que les connexions internucléaires du trijumeau se font au niveau du tronc cérébral,

avec de très nombreuses connexions entre ces noyaux grâce à la présence de nombreux interneurons [FIG. 15-24].

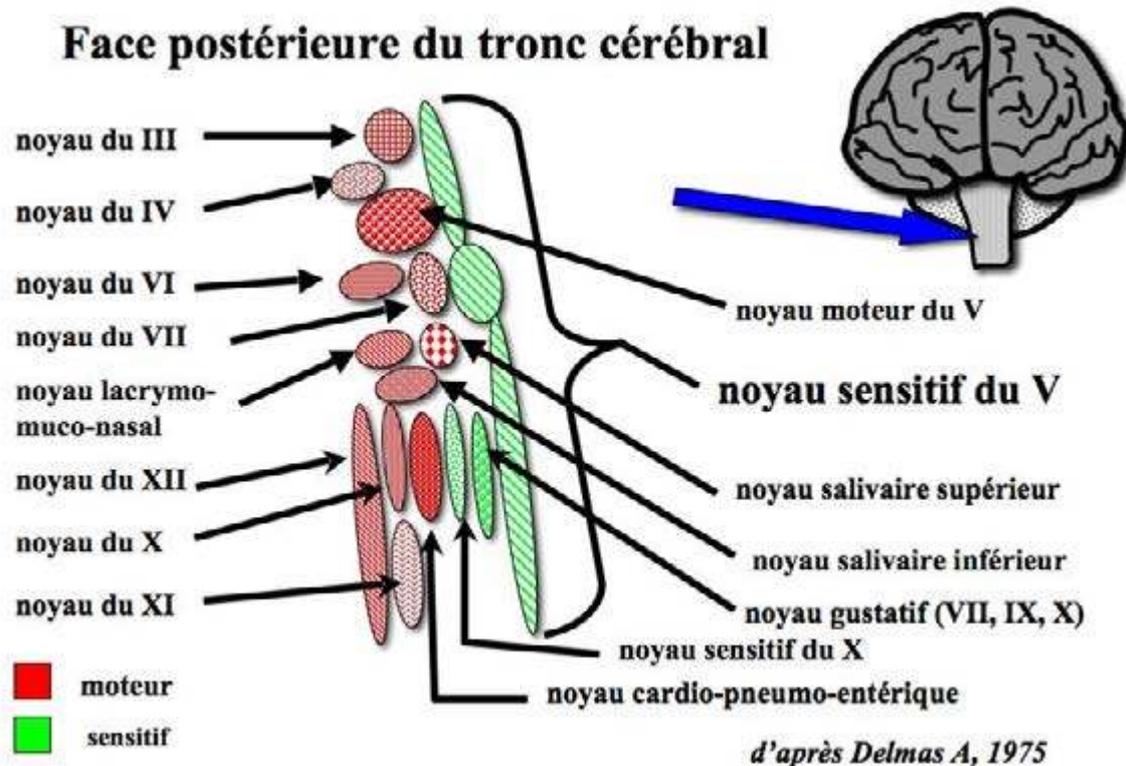


Figure 15-24 : Projection sur la face postérieure du tronc cérébral des noyaux des nerfs crâniens. On note l'importance des noyaux sensitifs du trijumeau (noyau mésencéphalique, noyau principal et noyau spinal) qui occupent tout le tronc cérébral et sont en contact ou à proximité de nombreux noyaux sensitifs ou moteurs d'autres nerfs crâniens, expliquant leur interdépendance. (D'après Delmas, 1975)

### Conséquences cliniques

Le noyau sensitif du trijumeau est relié à de nombreux noyaux moteurs qu'il peut activer (facial, lacrymo-nasal, salivaire, etc.).

#### *Le noyau mésencéphalique*

Le noyau mésencéphalique, situé au-dessus du noyau principal du trijumeau, reçoit les fibres sensitives des muscles masticateurs et des muscles oculaires. Les corps cellulaires de ces fibres ne sont pas dans un ganglion spinal ou céphalique (cas unique dans le système nerveux). Ce noyau est un ganglion sensitif qui est demeuré à l'intérieur du cer-

veau [FIG. 15-25]. Les fibres afférentes sont originaires des fuseaux neuromusculaires des muscles masticateurs et les fibres efférentes vont au noyau moteur du trijumeau, appelé aussi noyau masticateur. Le noyau mésencéphalique a un rôle essentiel dans le réflexe myotatique trigéminal (fermeture réflexe de la bouche, le plus souvent monosynaptique).

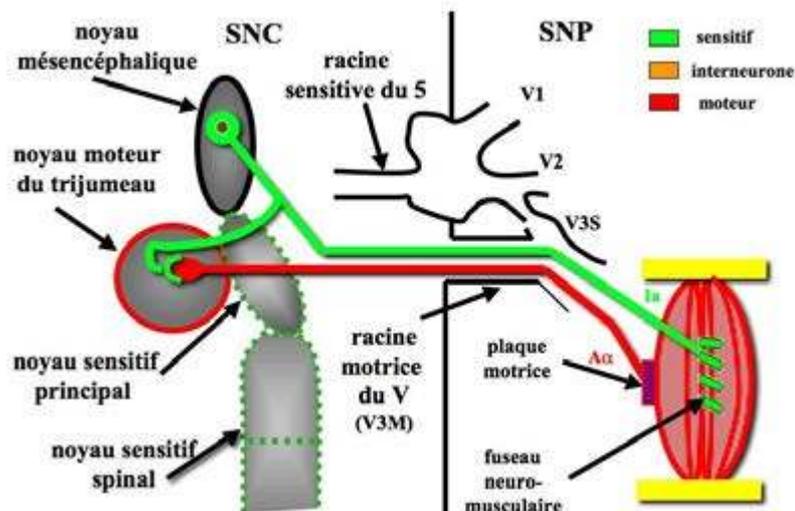


Figure 15-25 : Le noyau mésencéphalique. Le réflexe myotatique trigéminal fait intervenir le noyau mésencéphalique, dans lequel se trouvent les corps cellulaires des fibres sensibles originaires des fuseaux neuromusculaires sensibles à l'étirement du muscle. La synapse de ces fibres se tient dans le noyau moteur du V et déclenche une contraction réflexe du muscle. Les voies sensibles (en vert) et motrices (en rouge) empruntent la racine motrice du trijumeau. (D'après Woda, 1983)

SNC : système nerveux central SNP : système nerveux périphérique

### Le noyau supratrigéminal

La différence de puissance entre les muscles élévateurs et les muscles abaisseurs est telle qu'il existe une collection d'interneurons formant un noyau distinct, le noyau supratrigéminal [FIG. 15-26], dont la fonction est entièrement dévolue à l'inhibition des muscles élévateurs.

Outre les afférences en provenance des récepteurs desmodontaux, le noyau supratrigéminal reçoit des afférences des muqueuses buccales, des récepteurs de l'ATM et de la langue, provoquant par exemple un arrêt immédiat de la contraction en cas de morsure de cette dernière.

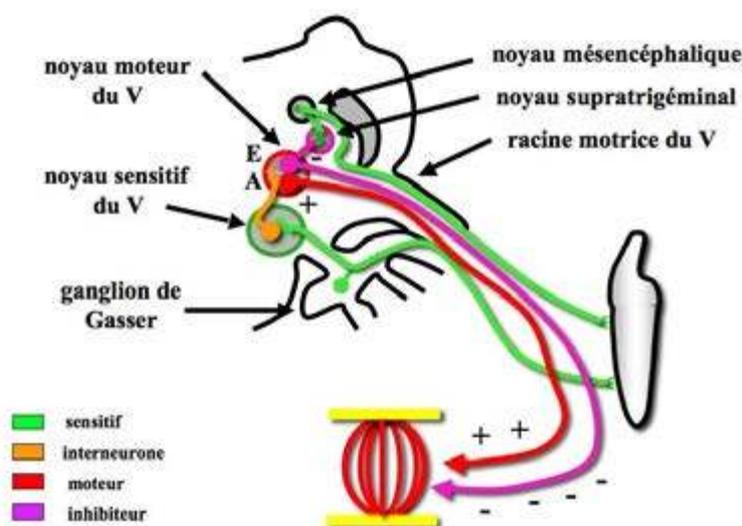


Figure 15-26 : Le noyau supratrigéminal peut être considéré comme le noyau "inhibiteur" de la musculature élévatrice de la mandibule, inhibition nécessaire à l'action des muscles abaisseurs de très faible puissance. Il est constitué d'interneurons formant un noyau distinct des autres noyaux du trijumeau. (D'après Woda, 1983)

### Le noyau moteur

Le noyau moteur principal (appelé aussi noyau masticateur) envoie des fibres motrices vers les muscles de la mastication : muscles éleveurs et muscles abaisseurs sus-hyoïdiens. Ce noyau fait partie de la colonne branchiale motrice (noyaux moteurs branchiaux), qui contient les noyaux innervant les

muscles striés des arcs branchiaux (mastication, déglutition, phonation, mimiques). Les fibres motrices issues du noyau moteur empruntent la racine motrice du trijumeau, structure assez grêle, et rejoignent la branche mandibulaire pour sortir du crâne par le trou grand ovale [FIG. 15-27].

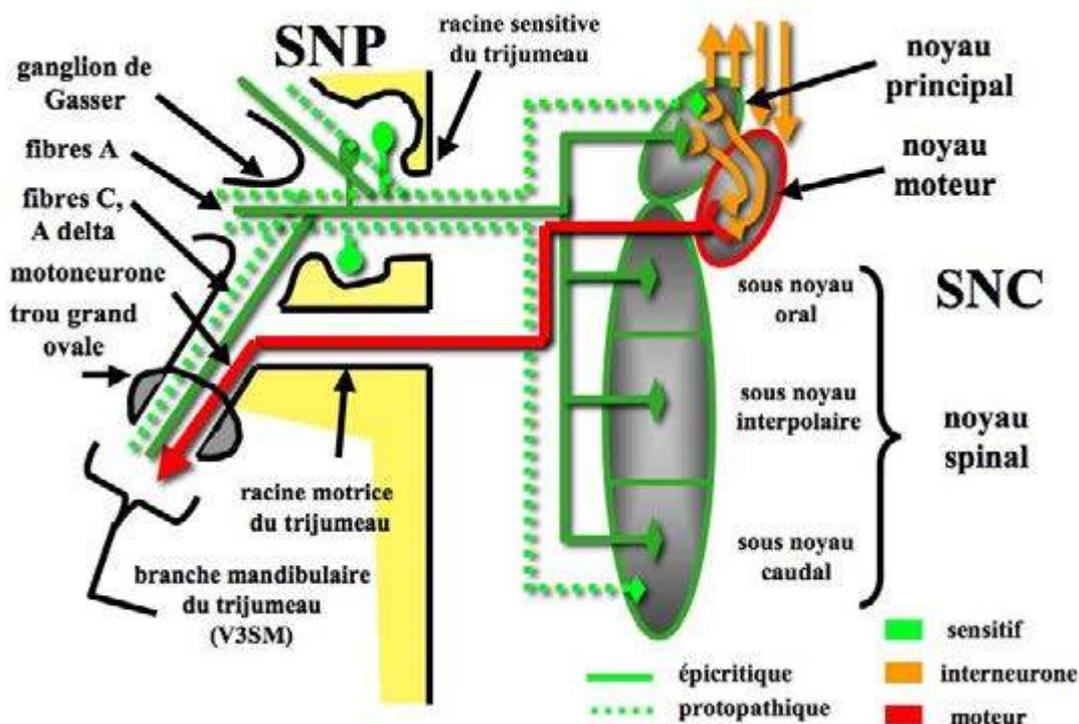


Figure 15-27 : Le noyau moteur du trijumeau. Les fibres issues du noyau moteur (ou noyau masticateur) sortent du système nerveux central (SNC) par la racine motrice du trijumeau (V3M), qui rejoint la branche mandibulaire de ce même nerf (V3) à l'union de la face antérieure et de la face latérale du pont anciennement appelé pont de Varole. Le noyau moteur contrôle 8 muscles principaux : le masséter, le temporal, les 2 ptérygoïdiens, les muscles tenseurs du voile du palais, le digastrique, le mylo-hyoïdien et les muscles du marteau. (D'après Delmas, 1975)

## Somesthésie orale

### Les voies et les centres

Si les récepteurs de l'articulation temporo-mandibulaire ne subissent aucune modification en présence de dents ou d'implants, l'absence de récepteurs desmodontaux autour des implants nécessite d'appréhender le rôle de ces récepteurs pour l'occlusion habituelle et les conséquences de leur absence (Cazals, 2018). Trulsson *et al.* (2004, 2007) ont montré que les sujets n'ayant pas de récepteurs

desmodontaux présentait une dysfonction marquée dans le contrôle des forces fines, précises et de faible intensité. Ces auteurs indiquent que les récepteurs desmodontaux jouent un rôle essentiel dans la tenue et la manipulation du bol alimentaire entre les dents, rôle qui ne peut pas être compensé, en cas d'absence, par d'autres mécanorécepteurs (muqueuse, articulation, muscles, tendons).

### Les voies ascendantes

Une pression sur une dent va être enregistrée par les récepteurs desmodontaux et transmise aux centres supérieurs par le premier neurone sensitif ou protoneurone : nerf maxillaire (V2) pour les dents de l'arcade supérieure ou nerf mandibulaire (ou V3S) pour celles de l'arcade inférieure [FIG. 15-28]. Il s'agit d'un neurone "en T", dont le corps cellulaire se situe dans le ganglion de Gasser, et constitué de fibres A-bêta, fibres nerveuses de moyen

calibre (6 à 12  $\mu\text{m}$ ), myélinisées, à conduction rapide (50 à 90 m/s), véhiculant uniquement la sensibilité proprioceptive fine. On retrouve également des fibres A-delta (information douloureuse bien localisée, précoce, fibres faiblement myélinisées, conduction : 4 à 40 m/s) et C (douleur de fond, fibres amyéliniques, conduction : 0,5 à 2 m/s).

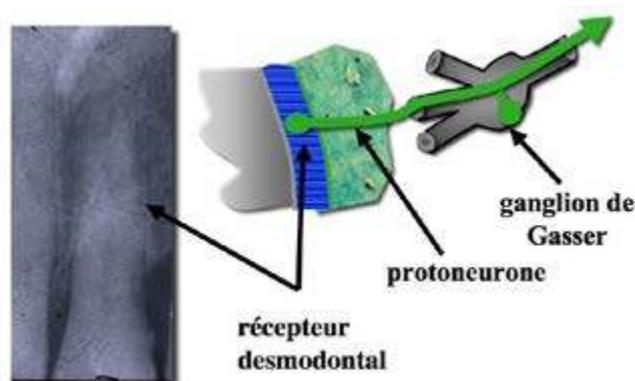


Figure 15-28 : La pression enregistrée par un récepteur desmodontal est transmise aux centres supérieurs par l'intermédiaire d'un premier neurone, ou protoneurone, cellule en T dont le corps cellulaire se situe dans le ganglion de Gasser.

L'information arrive sur le noyau sensitif du trijumeau [FIG. 15-29].

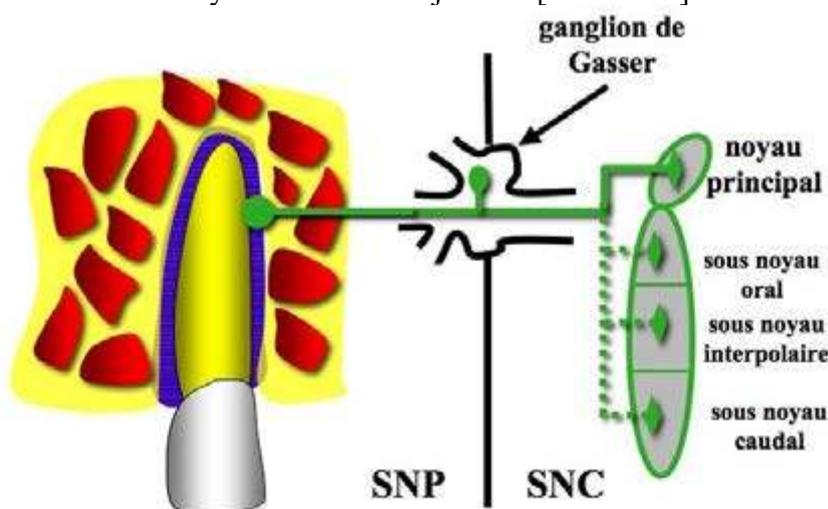


Figure 15-29 : La première synapse s'effectue dans le noyau sensitif du trijumeau, au niveau le plus souvent du noyau principal pour les fibres A-bêta. Les fibres A-delta et C, transportant la douleur de fond et l'information tactile "grossière", arrivent sur les sous-noyaux spinaux.

### L'intégration de l'information

L'information transmise par le protoneurone arrive au niveau du système nerveux central, sur le noyau sensitif du trijumeau. En fonction de la nature de l'information, la première synapse s'effectue soit directement avec un motoneurone dans le cas d'un mouvement

réflexe, soit avec un deuxième neurone sensitif (deutoneurone) permettant à l'information d'être traitée dans les centres supérieurs, au niveau automatique ou volontaire [FIG. 15-30].

### Niveaux d'intégration

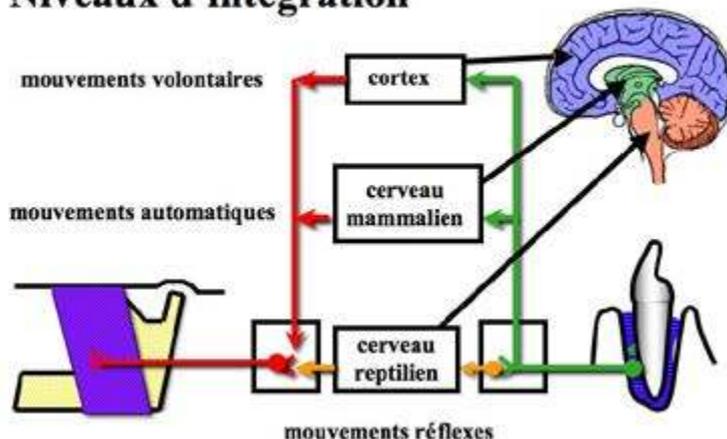


Figure 15-30 : L'intégration de l'information issue d'un récepteur desmodontal peut se faire au niveau du cerveau dit "reptilien" et aboutir à un mouvement réflexe, au niveau du cerveau "limbique" (ou mammalien) et aboutir à un mouvement automatique ou au niveau du cortex et donner un mouvement volontaire. (D'après Woda, 1983)

### Les voies descendantes

Les voies descendantes sont toutes constituées de motoneurones alpha issus du noyau moteur du V, ou noyau masticateur, qui peut subir des influences excitatrices et d'autres inhibitrices [FIG. 15-31]. L'origine de ces influences peut être d'ordre réflexe, mono-

ou bisynaptique, mais elles sont le plus souvent liées à des mouvements automatiques lors de la mastication ou de la déglutition. Les voies descendantes aboutissent aux muscles éleveurs et abaisseurs de la mandibule.

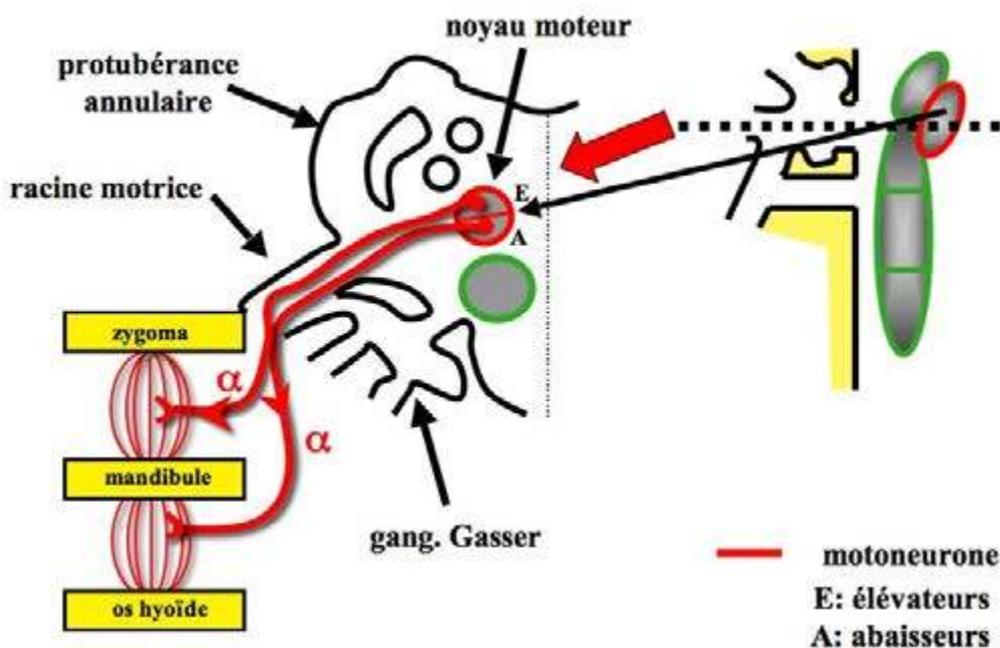


Figure 15-31 : Les voies descendantes sont toutes originaires du noyau moteur du trijumeau et sortent du bulbe par la racine motrice. Ces motoneurones viennent directement innervent les muscles éleveurs et abaisseurs de la mandibule par des motoneurones alpha.

### Les mouvements réflexes

Les mouvements réflexes sont une réponse involontaire, stéréotypée et très rapide à un stimulus. Une activité réflexe est produite par un arc réflexe, qui est le mécanisme de réponse intégrée d'un centre nerveux sans in-

tervention du cortex et de la volonté consciente [FIG. 15-32]. Les réflexes sont souvent des réactions de défense, comme le retrait d'un membre en cas de brûlure, avant que le cerveau ait perçu la douleur.

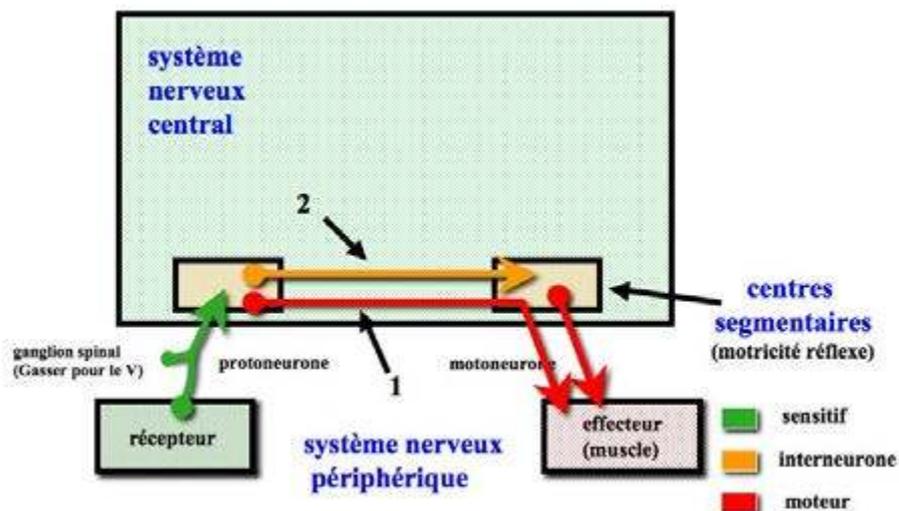


Figure 15-32 : Les mouvements réflexes issus du récepteur desmodontal sont le plus souvent monosynaptiques (1), la synapse se situant dans les centres segmentaires situés dans le tronc cérébral. Ils peuvent également être polysynaptiques (2).

Les réflexes sont issus du cerceau “reptilien” de l’homme, premier stade des 3 cerveaux apparus au cours de l’évolution phylogénétique du cerveau humain. Il assure les fonctions vitales de l’organisme en contrôlant la fréquence cardiaque, la respiration, la température corporelle, l’équilibre, entre autres. On sait maintenant que les 3 structures céré-

brales décrites par McLean (1968) ne fonctionnent pas de manière indépendante et qu’elles ont tissé de nombreuses connexions par lesquelles elles peuvent s’influencer mutuellement. Les voies nerveuses qui vont du système limbique au cortex sont par exemple particulièrement développées.

### Le réflexe d’ouverture de la gueule

La stimulation mécanique des dents chez l’animal (choc avec un marteau) active les récepteurs parodontaux et provoque un mouvement réflexe d’abaissement de la mandibule (Sodeyama *et al.*, 1996) appelé “réflexe d’ouverture de la gueule” (ROG) par les neurophysiologistes, car mis en évidence chez le chat [FIG. 15-33]. Comme pour tous les réflexes, il comprend une composante excitatrice d’un groupe de muscles agonistes – les muscles abaisseurs – et une composante inhibitrice d’un groupe antagoniste – les élévateurs

de la mandibule. En raison de la différence de puissance considérable entre les deux groupes de muscles en présence, la composante inhibitrice prend dans le cas du ROG une très grande importance, à tel point qu’il existe une collection d’interneurones formant un noyau distinct, le noyau supratrigéminale, dont la fonction est entièrement dévolue à l’inhibition des muscles élévateurs, noyau pouvant être considéré comme le noyau “inhibiteur” de la musculature élévatrice.

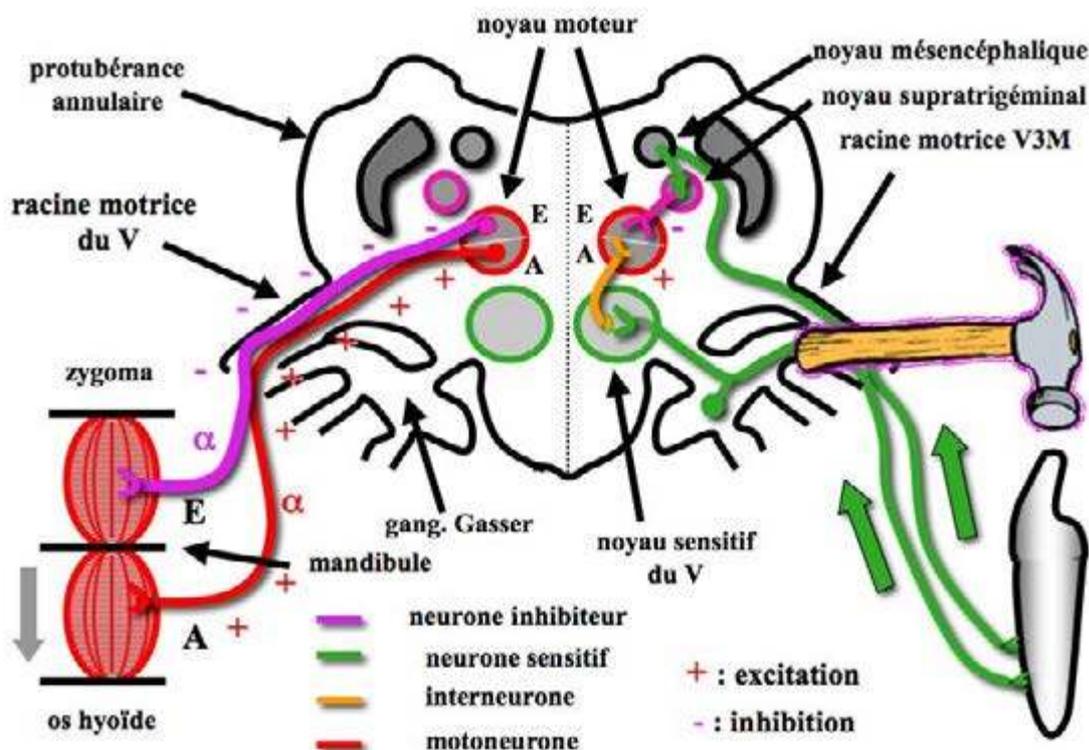


Figure 15-33 : Le réflexe d'ouverture de "la gueule". Sur cette représentation très schématique et pour la clarté du dessin, les protoneurones et les interneurones du réflexe ont été représentés à droite et les motoneurones à gauche. Un choc sur une dent entraîne un mouvement réflexe d'ouverture de la bouche avec une excitation des muscles abaisseurs (A). Le protoneurone "en T", dont le corps cellulaire se situe dans le ganglion de Gasser, arrive dans le noyau sensitif du V où il fait synapse avec un interneurone qui arrive dans le noyau moteur et excite les muscles abaisseurs (+). Ces muscles ayant une puissance faible, il est nécessaire d'avoir une inhibition simultanée des muscles élévateurs (E) de forte puissance par un neurone sensitif passant par la racine motrice du V, ayant son corps cellulaire dans le noyau mésencéphalique et faisant synapse avec un interneurone dans le noyau supratrigéminal. Ce second neurone arrive dans le noyau moteur et a une action inhibitrice (-) sur les muscles élévateurs. (D'après Woda, 1983)

### Conséquences cliniques

Un choc sur une dent mandibulaire déclenche un réflexe immédiat d'ouverture de la bouche.

C'est ce même réflexe qui intervient lorsqu'un corps "dur" (noyau d'olive, os...) est intercalé entre les arcades durant la mastication. La contraction des muscles élévateurs

est immédiatement stoppée, avec très souvent une activation réflexe des muscles abaisseurs [FIG. 15-34].

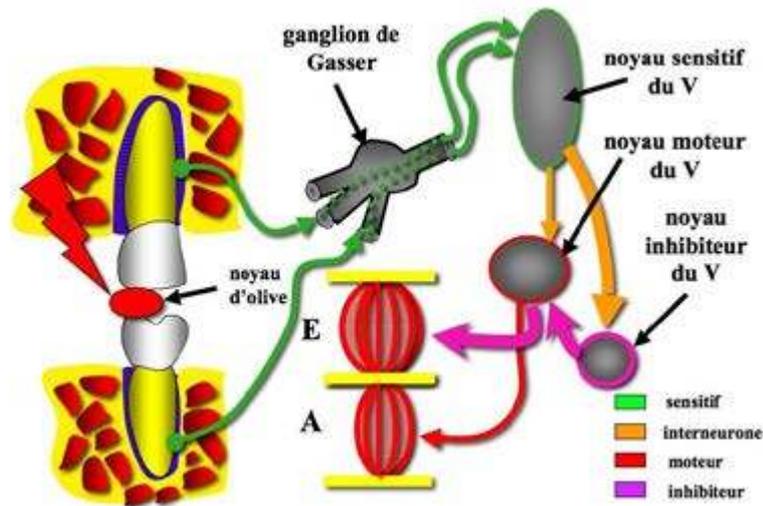


Figure 15-34 : Lorsqu'un obstacle entrave le fonctionnement normal du cycle masticatoire, le noyau sensible du trijumeau, informé par les récepteurs sensitifs desmodontaux, produit, d'une manière réflexe et simultanée, 2 actions : inhibition de la contraction de la musculature élévatrice ; activation de la contraction des abaisseurs. Ces réflexes stoppent l'élévation mandibulaire, avec un léger mouvement d'abaissement.

Woda (1983) indique qu'outre le ventre antérieur du digastrique, le mylo-hyoïdien et le géniohyoïdien, muscles abaisseurs classiques, le ventre postérieur du digastrique, innervé par le facial (7<sup>e</sup> paire crânienne) se-

rait également actif dans ce réflexe, traduisant les relations étroites, dans le tronc cérébral, entre le noyau sensible du trijumeau et de nombreux autres noyaux, sensitifs ou moteurs.

### Le réflexe myotatique trigéminial

L'abaissement de la mandibule lors du réflexe d'ouverture de la gueule provoque l'étirement passif des muscles élévateurs et l'excitation des fuseaux neuromusculaires contenus dans ces muscles, aboutissant à

l'émission d'un train d'ondes de potentiel d'action se propageant le long des voies réflexes, ce qui active le motoneurone alpha, conduisant à une contraction réflexe de ce muscle [FIG. 15-35].

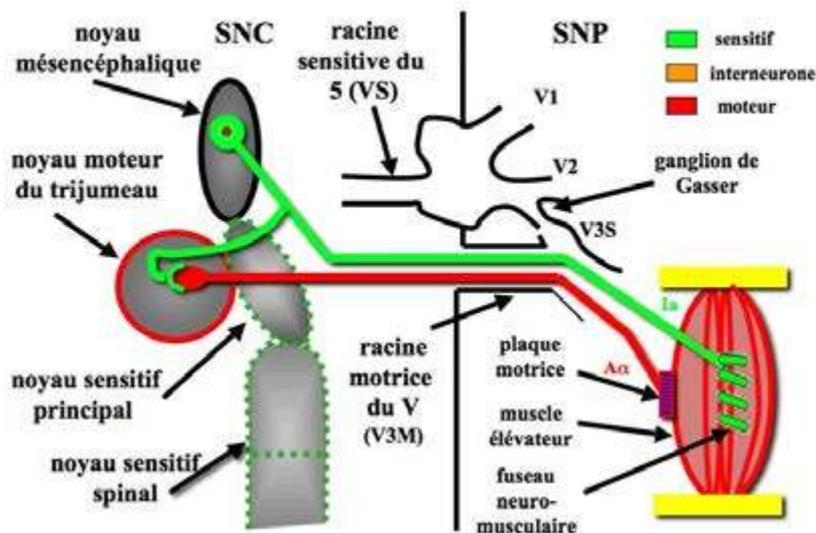
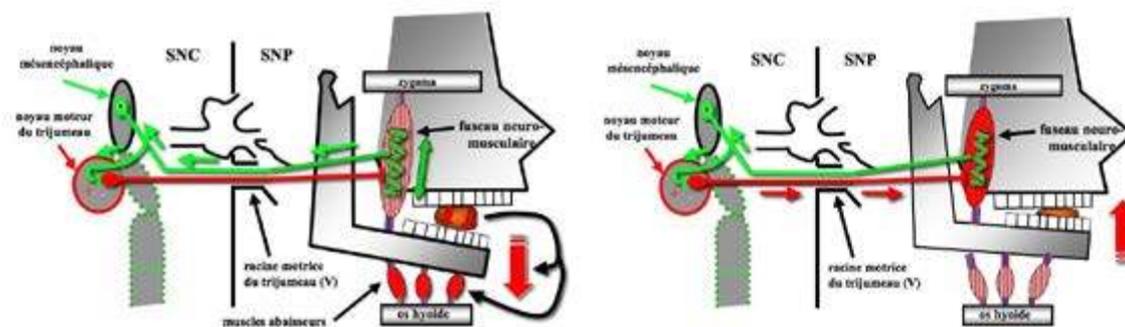


Figure 15-35 : Le réflexe myotatique trigéminial est purement monosynaptique. L'étirement du fuseau neuromusculaire entraîne l'envoi d'un potentiel d'action sur le motoneurone alpha du muscle concerné, donc entraîne sa contraction. Le protoneurone sensible emprunte la racine motrice du trijumeau et non la racine sensitive, son corps cellulaire se situant dans le noyau mésoencéphalique. (D'après Woda, 1983)

Le réflexe myotatique trigéminal (RMT) a longtemps été considéré, avec le réflexe d'ouverture de la gueule, comme un acte élémentaire sous-tendant la mastication, faisant dire à Creed & Sherrington en 1932 : "Lorsque l'on mord dans un aliment, les pressions développées tendent à provo-

quer un réflexe d'ouverture. Lors de cette ouverture, il y a étirement des fuseaux neuromusculaires des éleveurs, ce qui déclenche un réflexe de fermeture lequel sera suivi d'un réflexe d'ouverture, et ainsi de suite, tant qu'il y a quelque chose entre les mâchoires" [FIG. 15-36, 15-37].



Figures 15-36, 15-37 : La mastication selon Creed et Sherrington (prix Nobel de médecine en 1932...). La pression exercée par le bol alimentaire sur les dents et leurs récepteurs desmodontaux active le réflexe d'ouverture de la bouche (ROG) par la contraction des muscles abaisseurs de la mandibule. L'ouverture de la bouche étire les muscles éleveurs et leurs faisceaux neuromusculaires, entraînant l'activation de ces muscles (RMT) et la fermeture de la bouche sur le bol alimentaire, excitant à nouveau les récepteurs desmodontaux, et ainsi de suite...

Les études ultérieures ont montré que la mastication n'était pas qu'un simple mouvement réflexe, mais un mouvement automatique d'une très grande complexité, faisant intervenir en permanence les récepteurs parodontaux chargés d'apprécier la texture du bol alimentaire et de déclencher la déglutition lorsque celui-ci est correctement broyé et insalivé (voir plus loin).

également en jeu, car la contraction de la musculature élévatrice entraîne l'excitation de ces récepteurs situés dans les tendons du muscle et provoque l'inhibition de sa contraction par un réflexe bisynaptique mettant en jeu un interneurone inhibiteur situé dans le noyau supratrigéminal, ou noyau inhibiteur du V. C'est le réflexe myotatique inverse [FIG. 15-38].

Les récepteurs tendineux de Golgi entrent

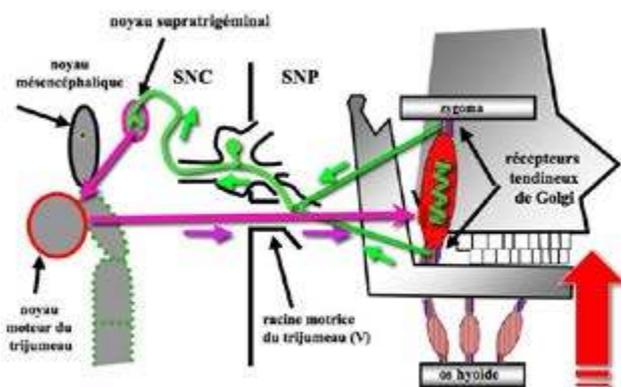


Figure 15-38 : En plus des récepteurs desmodontaux entraînant un réflexe d'ouverture lors de pressions importantes sur les dents, les récepteurs tendineux de Golgi, lorsque la contraction musculaire est importante, exercent par voie réflexe un effet inhibiteur sur le muscle (en violet), par l'intermédiaire du noyau inhibiteur : le noyau supratrigéminal. C'est le réflexe myotatique inverse.

La combinaison de ces différents réflexes permet un contrôle fin de la contraction musculaire

[FIG. 15-39].

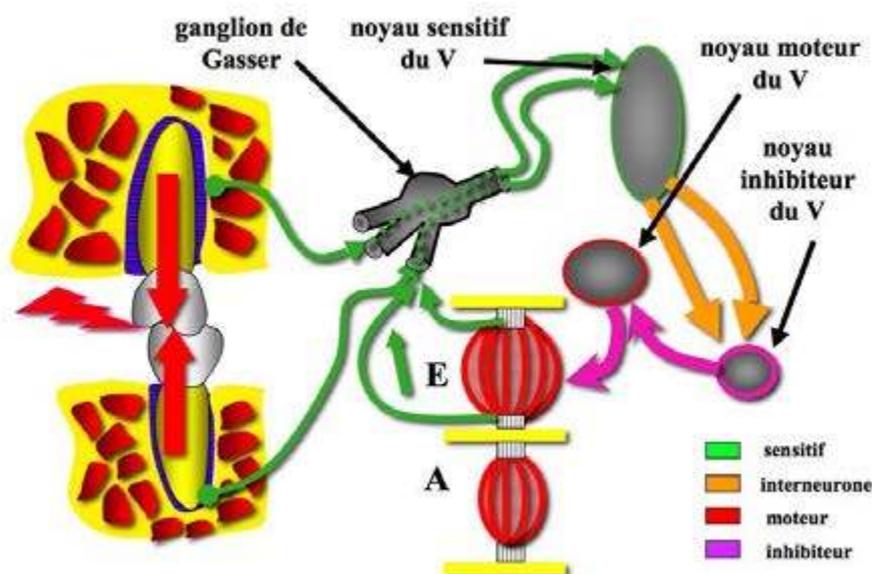


Figure 15-39 : Le serrage excessif des dents ne peut pas être maintenu plus de quelques secondes, car 2 mécanismes protecteurs entrent en jeu, les récepteurs desmodontaux et les organes tendineux de Golgi qui vont induire rapidement une inhibition de la contraction de la musculature élévatrice (E). Un niveau de stress élevé peut perturber ce mécanisme et induire des contractions prolongées, à l'origine d'un bruxisme diurne, statique.

### Conséquences cliniques

Les récepteurs desmodontaux et les organes tendineux de Golgi protègent les dents et le parodonte de toute charge excessive.

### Les mouvements automatiques

On peut considérer les mouvements automatiques comme des réflexes contrôlés en permanence par notre deuxième cerveau, dit "cerveau limbique" ou mammalien, apparu avec les premiers mammifères, capable de mémoriser les comportements agréables ou

désagréables, et par conséquent responsable chez l'humain de ce que nous appelons les émotions [FIG. 15-40]. C'est le siège de nos jugements de valeur, inconscients, qui exercent une grande influence sur notre comportement.

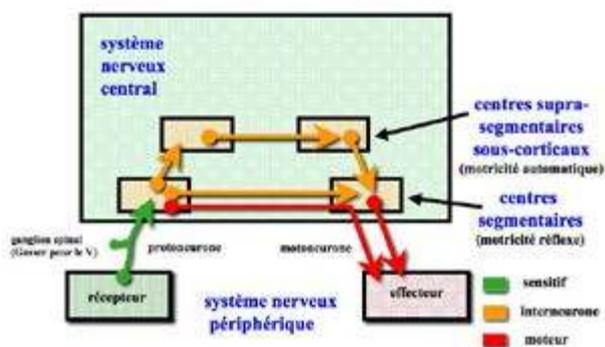


Figure 15-40 : Les mouvements automatiques doivent être considérés comme des mouvements réflexes "améliorés" et contrôlés en permanence par des centres supérieurs situés dans les centres supra-segmentaires, mais sous-corticaux, c'est-à-dire ne mettant pas en jeu la conscience.

La plupart des informations issues des récepteurs de la sphère oro-faciale sont à l'origine de 2 mouvements automatiques principaux :

la mastication et la déglutition (Piancino *et al.*, 2017).

### La mastication

Initialement décrite par Creed & Sherrington (1932) comme étant une succession de réflexes, la pression du bol alimentaire sur les dents entraînant l'ouverture de la bouche, l'étirement des muscles entraînant au contraire sa fermeture, les études récentes indi-

quent que c'est un mouvement d'une complexité extrême (Miles, 2004). En simplifiant, les informations issues des récepteurs desmodontaux (V) vont permettre l'appréciation de la texture du bol alimentaire (Piancino *et al.*, 2017) [FIG. 15-41].

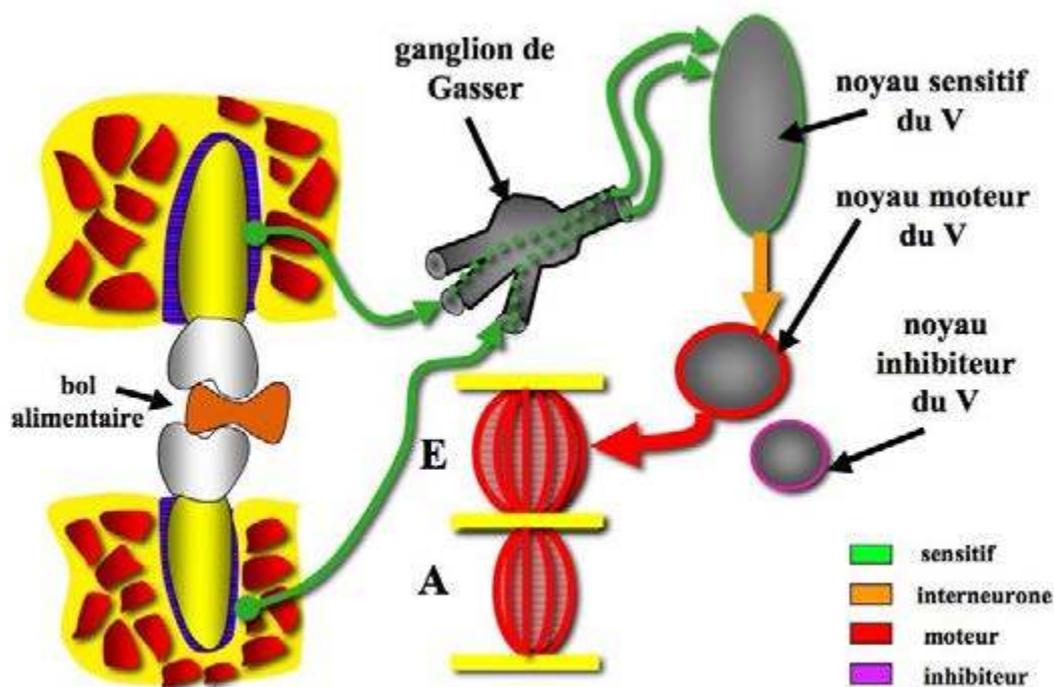


Figure 15-41 : Les récepteurs desmodontaux apprécient la texture du bol alimentaire présent entre les dents et, par des neurones à grande vitesse de conduction (50 à 90 m/s), en informent le noyau sensitif du trijumeau, véritable "processeur" de ce nerf. Le noyau sensitif, par l'intermédiaire d'interneurones, "commande" alors au noyau moteur une contraction adaptée à la texture de ce bol, ni trop ni trop peu... Au fur et à mesure des cycles masticatoires, cette contraction va s'adapter, grâce aux récepteurs desmodontaux, à cette texture afin de rendre le bol "déglutissable"...

#### Conséquences cliniques

Les récepteurs desmodontaux permettent la régulation de la contraction des muscles élévateurs, l'adaptant en permanence à la texture du bol alimentaire. L'absence de ces récepteurs peut rendre la mastication difficile, sauf avec des prothèses amovibles complètes, car les récepteurs gingivaux permettent également une perception fine, quoique moins discriminative.

Fontenelle & Woda (1975) ont montré que ce mouvement est beaucoup plus “sophistiqué” [FIG. 15-42] et fait intervenir en plus certains récepteurs sensitifs issus de la langue (XII).

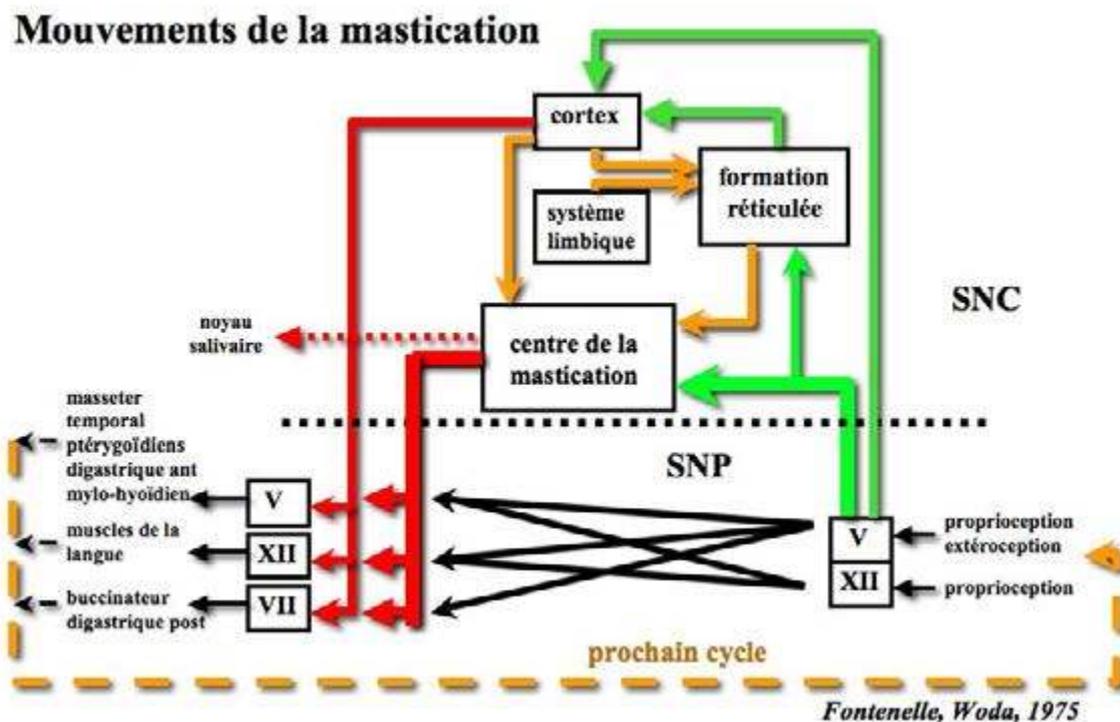


Figure 15-42 : Il existerait un centre de la mastication rythmique (vraisemblablement un groupement d’interneurones) au niveau du tronc cérébral, activé par des informations sensibles issues essentiellement des récepteurs desmodontaux (V), mais aussi des récepteurs sensitifs de la langue (XII), qui ont une action directe sur ce centre par la voie classique des réflexes segmentaires (en plus épais). Ce centre est également sous l’influence de nombreux noyaux sous-corticaux et du cortex, apportant une régulation des mouvements de mastication en les adaptant aux conditions extérieures. Le centre de la mastication active les noyaux moteurs du nerf trijumeau (VM), du nerf facial (VII) et du nerf grand hypoglosse (XII). (D’après Fontenelle & Woda, 1975)

On peut penser que le contact du bol alimentaire avec les dents pourrait déclencher un réflexe d’ouverture de la bouche, ne permettant pas la pression nécessaire au broiement de ce bol (Peck, 2016). Cependant, la contraction se poursuit, mettant en évidence le phénomène de rétroaction positive. Fougere et al. (2014) signalent que “la mastication est régulée majoritairement par des systèmes ‘en boucle fermée’ ou rétroactifs (feedback), c’est-à-dire réflexes à partir des récepteurs périphériques, essentiellement les fuseaux neuromusculaires et les mécanorécepteurs parodontaux, et dans une moindre

mesure par des systèmes ‘en boucle ouverte’ ou anticipatoires (feed-forward) d’action plus rapide, mais moins précis que les systèmes rétroactifs. Plus la fréquence des cycles masticatoires augmente, plus les contrôles anticipatoires prédominent. Ces contrôles anticipatoires signifient que, lors de la rencontre d’un corps alimentaire résistant au cours d’un cycle masticatoire, l’activité des muscles masticateurs dès le cycle suivant sera accrue dans un délai très court pour rompre le bol alimentaire”, montrant là encore l’extrême sophistication du mouvement de mastication.

Lorsque le bol alimentaire est suffisamment réduit (et insalivé...), les récepteurs issus du desmodonte et de la langue en informent les

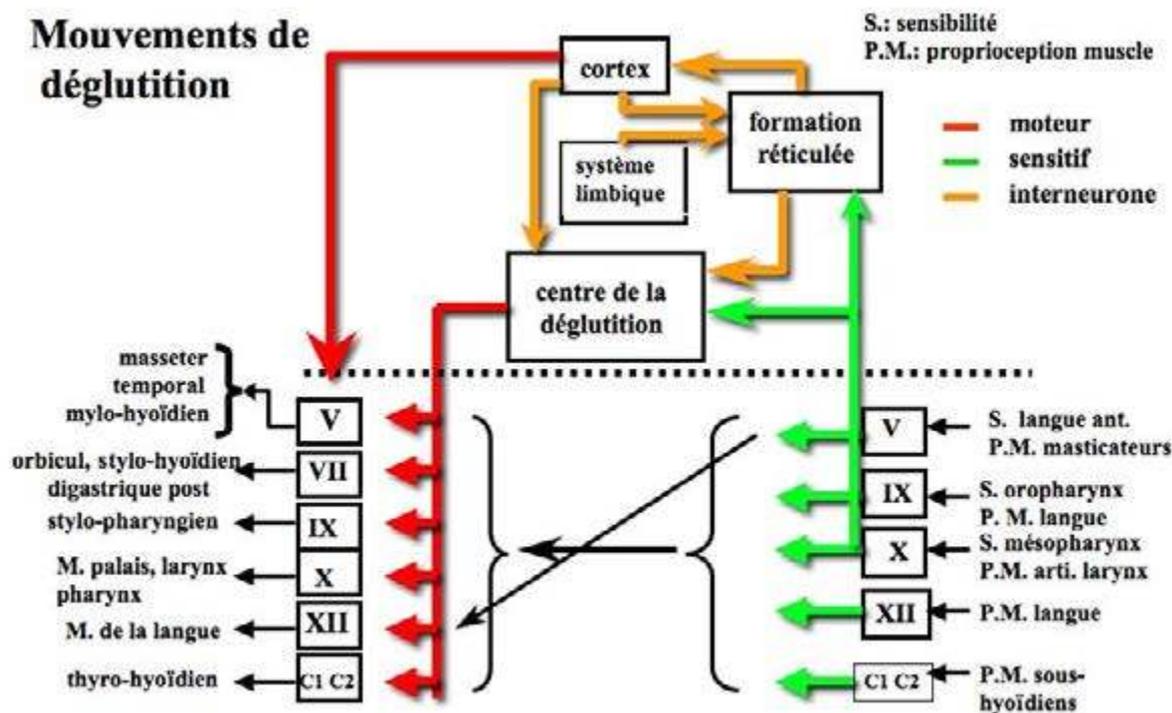
centres supérieurs, qui déclenchent alors la déglutition.

### La déglutition

Les informations permettant le déclenchement de la déglutition sont issues pour la plupart des récepteurs linguaux et desmodontaux. Fontenelle & Woda (1975) indiquent qu'elle peut également être déclenchée, chez l'animal, par des stimulations électriques des branches du nerf glossopharyngien (IX), du nerf vague (X, pneumogastrique) ainsi que

par des stimulations du cortex, de la formation réticulée ou du système limbique (Storey, 1967).

La déglutition, avec ses 3 temps – buccal, pharyngien, œsophagien (Sherwood, 2006 ; Pocock *et al.*, 2004) –, fait intervenir de nombreux récepteurs sensitifs et actionne de nombreux noyaux moteurs [FIG. 15-43].



d'après Fontenelle, Woda, 1975

Figure 15-43 : Comme pour la mastication, il existerait un centre de la déglutition, coordonnant la succession des mouvements nécessaires à sa bonne exécution. En simplifiant à l'extrême, le temps buccal fait intervenir la langue qui plaque le bol alimentaire contre le palais et l'amène par péristaltisme vers l'isthme du gosier. Le temps pharyngien permet à l'épiglotte de venir fermer les voies aériennes et d'ouvrir le sphincter supérieur de l'œsophage. Le temps œsophagien assure le transfert des aliments du sphincter supérieur de l'œsophage jusqu'au cardia grâce à une onde péristaltique qui parcourt l'œsophage de haut en bas.

La déglutition est liée, bien évidemment, à l'ingestion d'aliments, mais elle est surtout active en tant que déglutition à vide, 1 500 à 2 000 fois par jour, aux multiples fonctions. À l'état de veille, Kerr *et al.* (1960) ont montré qu'une déglutition "à vide" survient environ toutes les 2 minutes, avec un contact dentaire. Lors du sommeil profond, Powell (1963) indique que ces déglutitions sont très irrégulières et très nettement moins fréquentes, permettant une mise au repos musculaire en cas d'interférence et expliquant la

réapparition des symptômes pathologiques au cours de la journée, lorsque le rythme des déglutitions est plus rapide et que la fatigue musculaire apparaît.

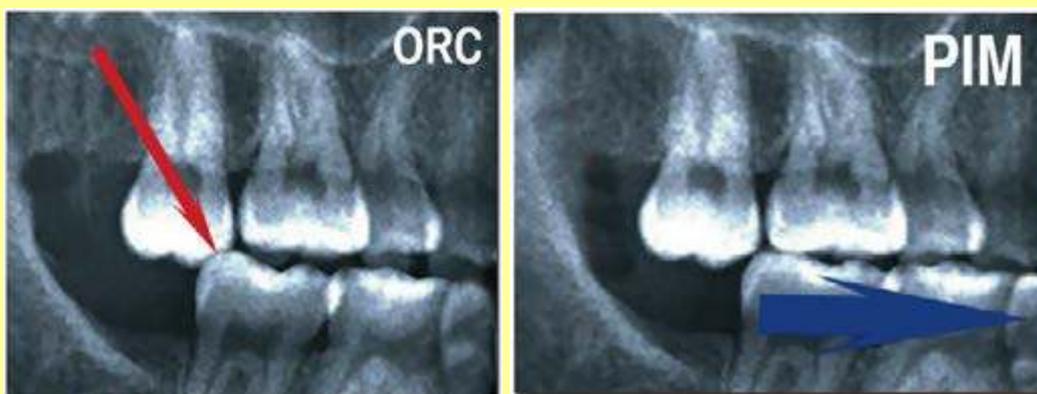
Cette déglutition à vide nécessite que les dents soient en intercuspidie maximale. Fontenelle & Woda (1975), reprenant les constatations de Ramfjord & Ash (1966), ont montré l'apparition de pathologies douloureuses "lorsqu'il existe un décalage transversal de l'occlusion de relation centrée à la position d'intercuspidie maximale avec des asynchro-

*nismes dans les contractions des éleveurs pendant la déglutition. Si des meulages sont pratiqués pour corriger l'anatomie occlusale et donc modifier les stimuli à point de départ parodontaux pendant la déglutition, les asynchronismes des contractions disparaissent en même temps que disparaissent les douleurs évoquées”.*

Le décalage transversal évoqué est essentiellement lié au muscle ptérygoïdien latéral, dont la contracture est souvent confondue avec une névralgie de la branche maxillaire du trijumeau (Bert & Leclercq, 2015 ; Bert, 2020).

### Conséquences cliniques

Une interférence sur la trajectoire de fermeture en relation centrée, empêchant l'intercuspédie maximale, est mémorisée dans le cycle de fermeture de la bouche, induisant un évitement en propulsion unilatérale comme dans le cas illustré [FIG. 15-44, 15-45]. Cet évitement, commandé au niveau automatique, est systématiquement reproduit à chaque fermeture, sollicitant le muscle ptérygoïdien latéral, inadapté aux 1 500 déglutitions à vide. Après 400 à 500 contractions, il présente une contracture douloureuse sur le trajet de la branche maxillaire du nerf trijumeau.



Figures 15-44, 15-45 : L'interférence en occlusion de relation centrée (ORC), liée à la dent égressée, entraîne un évitement en propulsion, permettant l'intercuspédie maximale (PIM). Le patient présente des douleurs apparaissant en fin de matinée et s'accroissant au fil de la journée. L'élimination de l'interférence a fait cesser les douleurs.

### Les mouvements volontaires

Les mouvements volontaires sont issus de notre 3<sup>e</sup> cerveau, ou néocortex, qui prend de l'importance chez les primates et culmine chez l'humain avec nos deux gros hémisphères cérébraux dont le rôle est démesuré [FIG. 15-46]. C'est grâce à eux que se sont

développés le langage, la pensée abstraite, l'imagination, la conscience. Le néocortex a des possibilités d'apprentissage quasi infinies. Les mouvements conscients ne font que peu ou pas appel aux récepteurs buccaux.

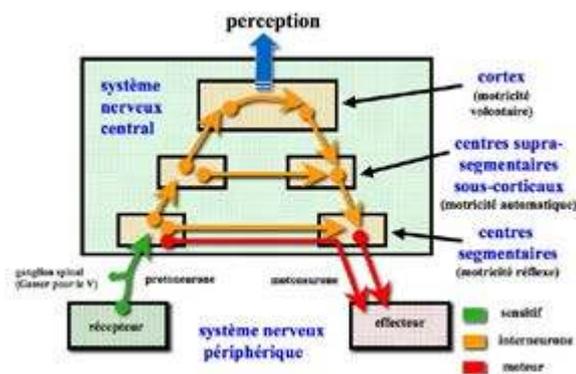
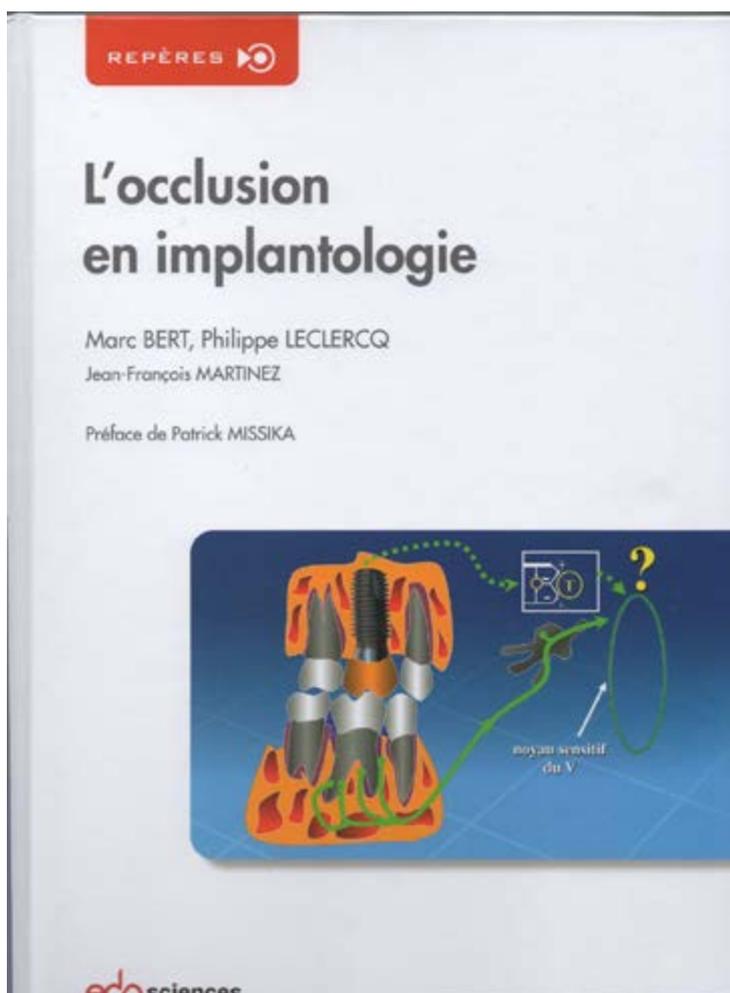


Figure 15-46 : Les mouvements conscients sont liés à l'évolution ultime du cerveau, permettant des actions volontaires d'ouverture et de fermeture de la bouche, de déglutition, de propulsion, de latéralité, etc.

Le rôle fondamental du récepteur desmodontal dans la plupart des actions occlusales, et surtout sa fonction de protection des dents contre des pressions excessives, doit faire s'interroger sur les mécanismes d'intégration de ces informations par un implant, dépourvu

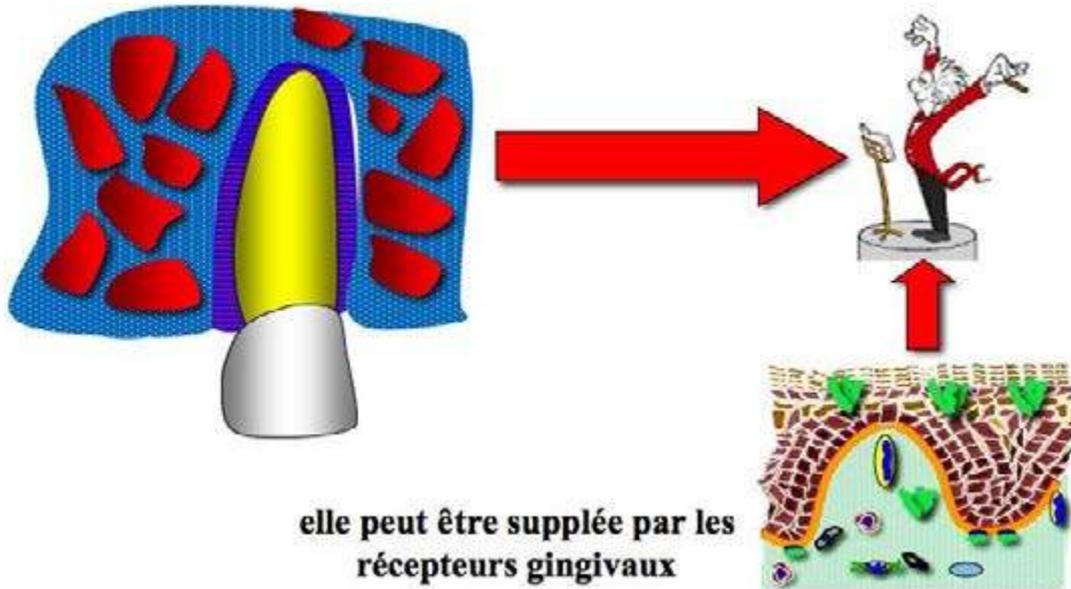
de tout récepteur de ce type. Seule une approche fondamentale permettra d'apporter des solutions basées sur la compréhension de ces mécanismes et d'éviter les "recettes" malheureusement trop souvent diffusées.

**Lecture (fortement) conseillée**

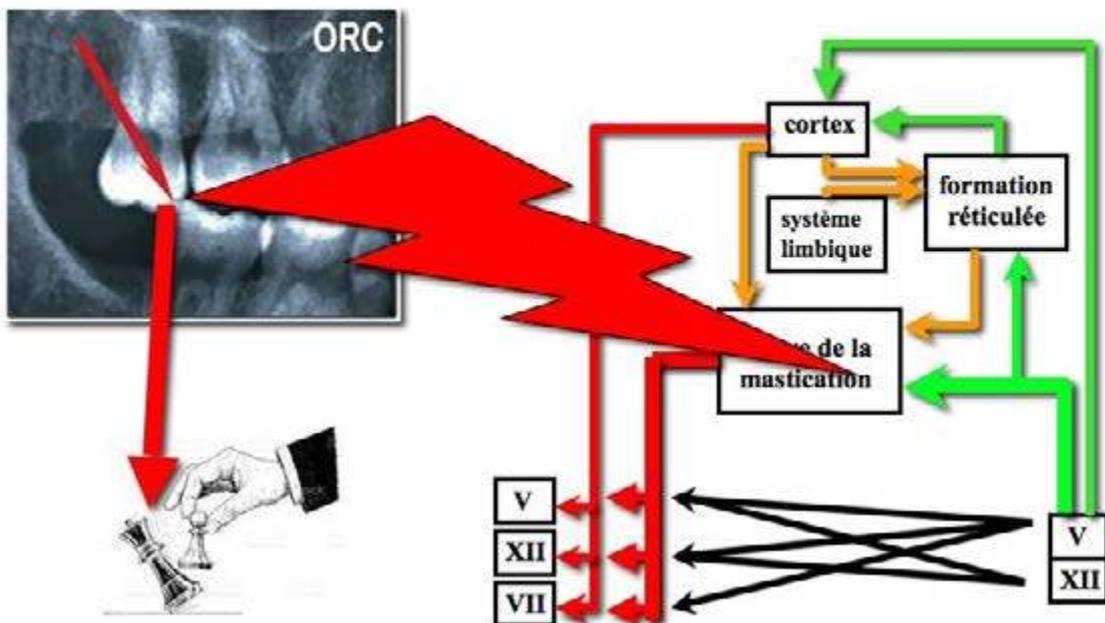


## Fiches résumées des conséquences cliniques

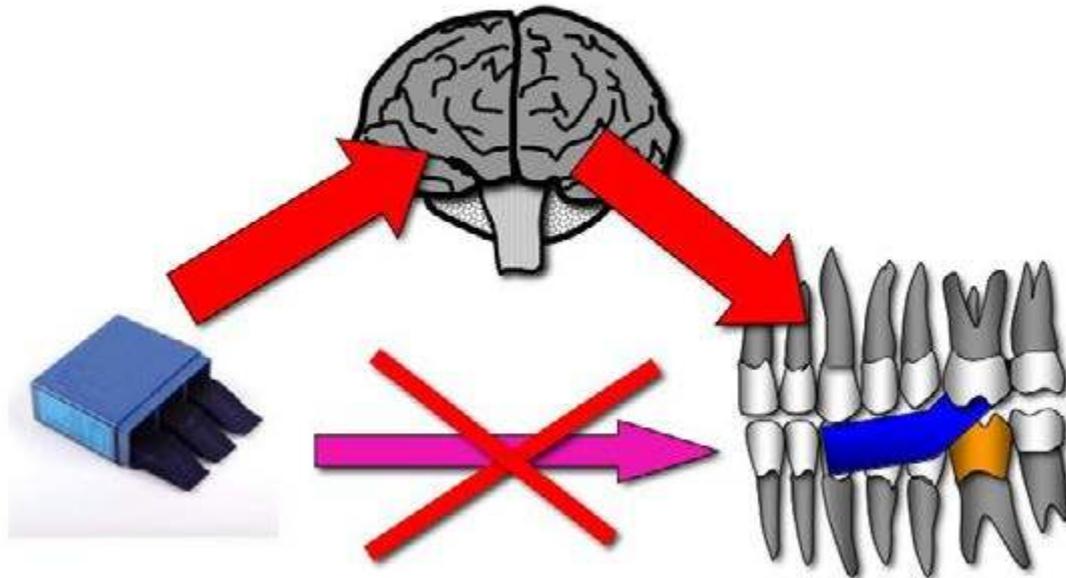
### 1 - la dent, par ses récepteurs desmodontaux, est le « chef d'orchestre » de l'occlusion



### 2 - une interférence sur la trajectoire de fermeture viendra perturber l'équilibre physiologique de la mastication



### 3 - l'utilisation du papier à articuler doit s'appuyer sur la réflexion et les bases fondamentales



#### Bibliographie

Bert M, Leclercq P, Martinez JF. L'Occlusion en implantologie. Montrouge, EDP Sciences, 2015.

Bert M. Orthodontie et occlusion. À propos d'un cas. Rev Orthoped Dento-Fac 2020;54(3):289-303.

Cadden SW, Lisney SJ, Matthews B. Thresholds to electrical stimulation of nerves in cat canine tooth-pulp with A-beta-, A-delta- and C-fibre conduction velocities. Brain Res 1983;261(1):31-41.

Cazals G. Neurophysiologie de l'occlusion : rôle des mécanorécepteurs parodontaux. Actual Odonto-Stomatol 2018;290. doi.org/10.1051/aos/2018042.

Creed RS, Sherrington CS. Reflex activity of the spinal chord. Oxford, Clarendon, 1932.

Damasio A. Le sentiment même de soi. Corps, émotions, conscience. Paris, O. Jacob, 1999.

Delmas A. Voies et centres nerveux. Introduction à la neurologie. 10<sup>e</sup> édition. Paris, Masson, 1975.

Fontenelle A, Woda A. Activité tonique et posture de la mandibule ; mastication, déglutition. In Chateau M. Orthopédie dento-faciale, bases fondamentales. Paris, J. Prêlat, 1975.

Fougeront N, Garnier B, Fleiter B. Automatismes de l'appareil manducateur et fonctions cervicales connexes (2<sup>e</sup> partie). Med Buccale Chir Buccale 2014;20:253-61.

Fougeront N. Neurophysiologie de l'occlusion. Des sciences fondamentales à la pratique clinique. Actual Odonto-Stomatol 2018;290. doi.org/10.1051/aos/2018043.

- Hannam AG. Receptor fields of periodontal mechanosensitive units in the dog. *Arch Oral Biology* 1970; 15(10):971-78.
- Huang Y, Corpas LS, Martens W, Jacobs R, Lambrichts I. Histomorphological study of myelinated nerve fibres in the periodontal ligament of human canine. *Acta Odontol Scandin* 2011;69(5):279-86.
- Kerr AC, Lea CS, Moody S. A method of measuring the frequency of swallowing in man. *J Dent Res* 1960;39:668-73.
- Leston JM. Anatomie fonctionnelle du nerf trijumeau. *Neurochirurgie* 2009;55:99-112.
- McLean PD. The three brains. *Clin Neurophysiol* 1952;4:407-18.
- Miles TS. Mastication. *In Clinical Oral Physiology*. Chicago, Quintessence Publishing, 2004.
- Peck CC. Biomechanics of occlusion. Implications for oral rehabilitation. *J Oral Rehabil* 2016;43(3):205-14.
- Piancino MG, Isola G, Cannavale R, Cutroneo G, Vermiglio G, Bracco P, Anastasi GP. From periodontal mechanoreceptors to chewing motor control: a systematic review. *Arch Oral Biology* 2017;78:109-21.
- Pocock G, Richards CD. *Physiologie humaine*. Paris, Elsevier, 2004.
- Powell RN. Touch contact during sleeping. Thesis, University of Rochester, 1963.
- Ramfjord SP, Ash MM. *L'Occlusion*. Paris, J. Prélat, 1975.
- Roll JP. Les muscles, organes de la perception. *Pour la science* 1998;6:92-9.
- Sherwood L. *Physiologie humaine*. Amsterdam, de Boeck, 2006.
- Sodeyama T, Maeda T, Takano Y, Hara K. Responses of periodontal nerve terminals to experimentally induced occlusal trauma in rat molars: an immunohistochemical study using PGP 9.5 antibody. *J Periodont Res* 1996;31(4):235-48.
- Storey AT. Extra-trigeminal sensory system related to oral function. *In Bosma JF, Symposium on Oral Sensation and Perception*. Springfield, Charles C Thomas, 1967.
- Talagas M, Misery L. Innervation cutanée. *EMC – Kinésithérapie – Médecine physique – Réadaptation* 2015;11(2):1-6 [26-007-A-05].
- Trulsson M, Essick GK. Mechanosensation. *In Clinical Oral Physiology*. Copenhagen, Quint Publ, 2004.
- Trulsson M. Force encoding by human periodontal mechanoreceptors during mastication. *Arch Oral Biology* 2007;52(4):357-60.
- Trulsson M, Essick GK. Sensations evoked by microstimulation of single mechanoreceptive afferents innervating the human face and mouth. *J Neurophysiol* 2010;103(4):1741-47.
- Türker KS. Reflex control of human jaw muscles. *Crit Rev Oral Biol Med* 2002;13(1):85-104.
- Woda A, Fontenelle A. Cinématique ; organisation générale du système nerveux. *In Chateau M. Orthopédie dento-faciale, bases fondamentales*. Paris, J. Prélat, 1975.
- Woda A. *Abrégé de physiologie oro-faciale*. Paris, Masson, 1983.

# IMPLANTOLOGIE :

## BASES FONDAMENTALES, CONSÉQUENCES CLINIQUES

### TABLE DES MATIÈRES

#### I – L'OS

---

- 1 – L'os : composition, vascularisation, innervation [télécharger](#)
- 2 – L'os : remaniement et cicatrisation [télécharger](#)
- 3 – Les lois de Wolff [télécharger](#)
- 4 – L'ostéo-architecture [télécharger](#)
- 5 – La stimulation endostée [télécharger](#)
- 6 – La liaison os-implant [télécharger](#)
- 7 – Mise en charge des implants : bases fondamentales [télécharger](#)
- 8 – Bases fondamentales de la gestion des échecs d'intégration osseuse [télécharger](#)
- 9 – Les ennemis de l'os [télécharger](#)

#### II – LA GENCIVE

---

- 10 – La gencive : constitution, vascularisation, innervation [télécharger](#)
- 11 – La gencive : cicatrisation, pathologie [télécharger](#)
- 12 – La gencive péri-implantaire saine [télécharger](#)
- 13 – La gencive péri-implantaire pathologique [télécharger](#)

#### III – NEUROPHYSIOLOGIE ET IMPLANTS

---

- 14 – Organisation générale du système nerveux [télécharger](#)
- 15 – Approche neurophysiologique de l'occlusion *à paraître en septembre 2021*
- 16 – Intégration neurophysiologique d'un implant dentaire *à paraître en septembre 2021*
- 17 – Modulation de la contraction musculaire en implantologie *à paraître en octobre 2021*

Ce contenu a été réalisé par Marc BERT et est diffusé par  
**/dentaire365/**

## **Vous avez apprécié ce contenu ? Découvrez les livres de Marc BERT**



Dépose et remplacement  
d'un implant

**Découvrir**



Gestion pratique des  
complications en implantologie

**Découvrir**



L'occlusion en implantologie

**Découvrir**



Comment « louper » un implant...  
ou les clés de l'échec en implantologie

**Découvrir**



Petit dictionnaire ironique et politiquement  
incorrect de l'art dentaire

**Découvrir**