



HAL
open science

Dispositifs médicaux pour anesthésie dentaire

Mikaël Alexandre Elouadi

► **To cite this version:**

Mikaël Alexandre Elouadi. Dispositifs médicaux pour anesthésie dentaire. Sciences pharmaceutiques. 2018. dumas-01931482

HAL Id: dumas-01931482

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01931482v1>

Submitted on 29 Nov 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

U.F.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

Année 2018

Thèse n°69

THESE POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement

Par ELOUADI, Mikaël Alexandre

Né le 7 janvier 1989 à Bordeaux

Le 27 Septembre 2018

DISPOSITIFS MEDICAUX POUR ANESTHESIE DENTAIRE

Sous la direction du Dr. Noëlie-Brunehilde THEBAUD

Membres du jury :

Pr. MULLER, Bernard
Dr. THEBAUD, Noëlie-Brunehilde
Pr. CATROS, Sylvain
Dr. PHILIP, Vincent
Dr. VILLETTE, Alain

Président
Directrice
Examinateur
Examinateur
Examinateur

«

Now this is not the end.

It is not even the beginning of the end.

But it is, perhaps, the end of the beginning ...

»

Sir Winston Leonard SPENCER-CHURCHILL, 1942.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES.....	2
REMERCIEMENTS.....	6
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	7
LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	9
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	14
CONTEXTE PHYSIOLOGIQUE.....	15
1. L'Organe Dentaire.....	15
1.1. Ontogenèse.....	16
1.1.1. Origine.....	17
1.1.2. Développement de la Denture Déciduale.....	18
1.1.3. Développement de la Denture Permanente.....	21
1.2. Anatomie.....	22
1.2.1. Odonte.....	22
1.2.1.1. Émail.....	23
1.2.1.2. Dentine.....	24
1.2.1.3. Pulpe.....	26
1.2.2. Parodonte.....	27
1.2.2.1. Cément.....	27
1.2.2.2. Desmodonte.....	28
1.2.2.3. Os Alvéolaire.....	30
1.2.2.3.1. Périoste.....	31
1.2.2.3.2. Tissu Osseux Compact.....	32
1.2.2.3.3. Tissu Osseux Spongieux.....	34
1.2.2.3.4. Endoste.....	35
1.2.2.4. Gencives.....	36
1.2.2.4.1. Épithélium Malpighien Kératinisé.....	37
1.2.2.4.2. Tissu Conjonctif Dense Irrégulier.....	38
1.2.2.4.3. Jonction Gingivo-Dentaire.....	38
2. La Cavité Orale.....	40
2.1. Anatomie Générale.....	40

2.1.1. Paroi Antérieure.....	41
2.1.2. Parois Latérales.....	42
2.1.3. Paroi Supérieure.....	43
2.1.4. Parois Inférieures.....	45
2.1.5. Parois Postérieures.....	47
2.2. Anatomie Spécifique.....	48
2.2.1. Ostéologie.....	48
2.2.1.1. Maxillaires.....	48
2.2.1.2. Palatins.....	50
2.2.1.3. Mandibule.....	51
2.2.2. Innervation.....	53
2.2.3. Vascularisation.....	58
3. La Douleur.....	59
3.1. Définition.....	59
3.2. Description.....	59
3.3. Mécanisme.....	60
3.4. Classification.....	61
3.4.1. Temporelle.....	61
3.4.2. Causale.....	61
ANESTHÉSIE DENTAIRE.....	63
1. Les Techniques Médico-Chirurgicales.....	63
1.1. Anesthésies Locales.....	64
1.1.1. Administrations Extra-Osseuses.....	64
1.1.1.1. Anesthésies de Surface.....	65
1.1.1.2. Anesthésies Para-Apicales.....	65
1.1.1.3. Anesthésies Intra-Pulpaire.....	67
1.1.2. Administrations Intra-Osseuses.....	68
1.1.2.1. Anesthésies Intra-Ligamentaires.....	68
1.1.2.2. Anesthésies Intra-Septales.....	69
1.1.2.3. Anesthésies Ostéo-Centrales.....	71
1.1.2.4. Anesthésies Trans-Corticales.....	73
1.2. Anesthésies Loco-Régionales.....	74
1.2.1. Spécifiques aux Arcades Maxillaires.....	75
1.2.2. Spécifiques aux Arcades Mandibulaires.....	75

1.2.2.1. Bloc du Nerf Alvéolaire Inférieur.....	76
1.2.2.2. Bloc du Nerf Mandibulaire.....	78
2. Les Spécialités Pharmaceutiques.....	80
2.1. Anesthésiques Locaux.....	81
2.1.1. Contexte Physiologique.....	81
2.1.2. Mécanisme d'Action.....	83
2.1.3. Structures et Propriétés.....	83
2.2. Vasoactifs.....	85
2.2.1. Contexte Physiologique.....	85
2.2.2. Mécanisme d'Action.....	87
2.2.3. Structures et Propriétés.....	88
2.3. Excipients.....	89
DISPOSITIFS MÉDICAUX.....	90
1. Utilisables en Anesthésie Intra-Ligamentaire.....	92
1.1. Seringues.....	92
1.2. Pistolets & Stylos.....	94
1.3. Dispositifs Electro-Mécaniques.....	96
1.3.1. Description Technique.....	96
1.3.1.1. Philosophie de Conception.....	96
1.3.1.2. Principe de Fonctionnement.....	98
1.3.1.3. Composants et Consommables.....	98
1.3.1.4. Fonctions Clés.....	102
1.3.1.4.1. Éjection.....	102
1.3.1.4.2. Aspiration.....	103
1.3.1.4.3. Retour du Piston.....	103
1.3.2. Performances Cliniques.....	104
1.3.2.1. Relatives aux Praticiens.....	104
1.3.2.2. Relatives aux Patients.....	105
2. Utilisables en Anesthésie Trans-Corticale.....	106
2.1. Kits de Perforation.....	106
2.2. Dispositifs Motorisés.....	107
2.3. Dispositifs Electro-Mécaniques.....	108
2.3.1. Description Technique.....	109
2.3.1.1. Philosophie de Conception.....	109

2.3.1.2. Principe de Fonctionnement.....	110
2.3.1.3. Composants et Consommables.....	110
2.3.1.4. Fonctions Clés.....	115
2.3.1.4.1. Éjection.....	115
2.3.1.4.2. Perçage.....	116
2.3.1.4.3. Aspiration.....	117
2.3.1.4.4. Vissage et Dévissage de l'Aiguille.....	117
2.3.1.4.5. Retour du Piston.....	118
2.3.2. Performances Cliniques.....	118
2.3.2.1. Relatives aux Praticiens.....	118
2.3.2.2. Relatives aux Patients.....	119
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	121
BIBLIOGRAPHIE.....	122

REMERCIEMENTS

Au Dr. Noëlie-Brunehilde THEBAUD

Directrice de Thèse

Au Pr. Bernard MULLER

Président du Jury

Au Pr. Sylvain CATROS

Membre du Jury

Au Dr. Vincent PHILIP

Membre du Jury

Au Dr. Alain VILLETTE

Membre du Jury

LISTE DES ABRÉVIATIONS

BAE	Boîtier d'Alimentation Électrique	NASM	Nerf Alvéolaire Supérieur Moyen
BC	Boîtier de Contrôle	NB	Nerf Buccal
BNAI	Bloc du Nerf Alvéolaire Inférieur	NGP	Nerf Grand Palatin
BNM	Bloc du Nerf Mandibulaire	NI	Nerf Incisif
CNR	Container Non Rotatif	NL	Nerf Lingual
CR	Container Rotatif	NM	Nerf Mentonnier
CSVD	Canal Sodique Voltage-Dépendant	NMH	Nerf Mylo-Hyoïdien
CCLADS	Computer-Controlled Local Anesthetic Delivery System	NNP	Nerf Naso-Palatin
DEL	Diodes Electro-Luminescentes	NPP	Nerf Petit Palatin
Fig.	Figure	OCIS	Ostéo-Centrale/Intra-Septale
IL	Intra-Ligamentaire	ORF	Ondes Radio-Fréquences
MAVP	Muqueuse Vestibulaire/Palatine Attachée	p.	page
NAI	Nerf Alvéolaire Inférieur	PAT	Para-Apicale/Tronculaire
NASA	Nerf Alvéolaire Supérieur Antérieur	PAM	Pièce A Main
NASP	Nerf Alvéolaire Supérieur Postérieur	PSF	Pédale Sans Fil

QS3 QuickSleeper 3

SO4 SleeperOne 4

QS4 QuickSleeper 4

SO5 SleeperOne 5

QS5 QuickSleeper 5

SPAM Support de Pièce A Main

SO3 SleeperOne 3

RVB Rouge Vert Bleue

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Fig. 1	Coupe de l'organe dentaire.	Original	[86]	p. 15
Fig. 2	Dentures déciduale et permanente.	Modifié	[8]	p. 16
Fig. 3	Vues antérieures et latérale gauche d'un embryon de quatre semaines.	Original	[29]	p. 17
Fig. 4	Coupes sagittales de bourgeons dentaires.	Original	[60]	p. 18
Fig. 5	Coupes sagittales de germes dentaires au stade de la coiffe.	Modifié	[60, 86]	p. 18
Fig. 6	Coupes sagittales de germes dentaires au stade de la cloche.	Original	[60]	p. 19
Fig. 7	Coupe sagittale d'un germe dentaire au stade de la couronne.	Modifié	[60]	p. 20
Fig. 8	Coupes sagittales de dents déciduales en éruption.	Original	[60]	p. 21
Fig. 9	Vues antérieure et droite d'une partie de la face disséquée d'un enfant.	Original	[29]	p. 21
Fig. 10	Coupes sagittales de dents permanentes en éruption.	Original	[60]	p. 22
Fig. 11	Coupe d'une mandibule.	Modifié	[29]	p. 23
Fig. 12	Coupe d'une couronne de dent.	Modifié	[86]	p. 24
Fig. 13	Coupes de couronnes de dents.	Modifié	[86]	p. 25
Fig. 14	Coupe d'une dent.	Modifié	[29]	p. 26
Fig. 15	Coupe d'une dent.	Original	[86]	p. 27

Fig. 16	Coupe transversale de la racine d'une dent.	Modifié	[29]	p. 28
Fig. 17	Coupe de l'organe dentaire.	Original	[86]	p. 29
Fig. 18	Coupe d'un os plat.	Original	[7]	p. 30
Fig. 19	Cellules spécifiques aux tissus conjonctifs osseux.	Modifié	[7]	p. 31
Fig. 20	Périoste.	Original	[7]	p. 32
Fig. 21	Vue en deux dimensions du tissu osseux compact.	Original	–	p. 33
Fig. 22	Vue en trois dimensions du tissu osseux compact.	Original	[7]	p. 34
Fig. 23	Tissu osseux spongieux.	Original	[7]	p. 35
Fig. 24	Endoste.	Original	[7]	p. 35
Fig. 25	Photographie de la jonction muco-gingivale mandibulaire.	Original	–	p. 36
Fig. 26	Coupe d'une muqueuse de mastication.	Original	[86]	p. 37
Fig. 27	Tissu conjonctif dense irrégulier.	Original	[7]	p. 38
Fig. 28	Coupe schématique d'un sulcus.	Original	–	p. 39
Fig. 29	Coupes sagittales de la tête et du cou.	Modifié	[8]	p. 40
Fig. 30	Vue antérieure de la cavité orale.	Original	[7]	p. 41
Fig. 31	Vues antérieures de la tête.	Modifié	[7, 86]	p. 42
Fig. 32	Vues latérales droite et gauche de la tête.	Original	[29, 86]	p. 43

Fig. 33	Coupe sagittale de la tête et du cou.	Modifié	[29, 86]	p. 43
Fig. 34	Palais dur.	Original	[29]	p. 44
Fig. 35	Vues latérale gauche et antérieure du cou.	Original	[29]	p. 45
Fig. 36	Vues latérales gauche et antérieure de la langue.	Modifié	[7, 29]	p. 46
Fig. 37	Vue antérieure de la cavité orale.	Modifié	[29]	p. 47
Fig. 38	Coupe sagittale de la tête et du cou.	Original	[7]	p. 48
Fig. 39	Os maxillaires.	Modifié	[87]	p. 49
Fig. 40	Vues latérales gauche et droite des os maxillaires.	Original	[7, 29]	p. 49
Fig. 41	Os palatins.	Modifié	[87]	p. 50
Fig. 42	Vues latérale droite et postérieure de l'os palatin gauche.	Original	[29]	p. 51
Fig. 43	Mandibule.	Modifié	[87]	p. 52
Fig. 44	Vues latérales intérieur et extérieur de la mandibule.	Original	[29]	p. 52
Fig. 45	Innervation crânio-faciale.	Original	[29]	p. 53
Fig. 46	Nerf trijumeau.	Original	[29]	p. 54
Fig. 47	Nerf ophtalmique.	Original	[29]	p. 54
Fig. 48	Nerf maxillaire.	Original	[29]	p. 56
Fig. 49	Nerf mandibulaire.	Original	[29]	p. 57

Fig. 50	Carte heuristique des nerfs d'intérêts en anesthésie dentaire.	Original	–	p. 58
Fig. 51	Vaisseaux sanguins de la tête et du cou.	Original	[29]	p. 58
Fig. 52	Anesthésie de surface.	Modifié	[59]	p. 65
Fig. 53	Anesthésie para-apicale.	Modifié	[59]	p. 66
Fig. 54	Anesthésie intra-pulpaire.	Modifié	[59]	p. 67
Fig. 55	Anesthésie intra-ligamentaire.	Modifié	[59]	p. 69
Fig. 56	Anesthésie intra-septale.	Modifié	[59]	p. 70
Fig. 57	Anesthésie ostéo-centrale.	Original	[108]	p. 72
Fig. 58	Anesthésies trans-corticales.	Modifié	[108]	p. 74
Fig. 59	Vues latérales gauche et droite de la face.	Original	[29]	p. 76
Fig. 60	Bloc du nerf alvéolaire inférieur par la méthode d'HALSTEAD.	Original	–	p. 77
Fig. 61	Anatomie de l'oreille externe et du muscle temporal.	Original	[29]	p. 78
Fig. 62	Bloc du nerf mandibulaire par la méthode de GOW-GATES.	Modifié	[86]	p. 79
Fig. 63	Cartouche standard de spécialité pharmaceutique anesthésiante.	Original	–	p. 80
Fig. 64	Anatomies d'un neurone multi-polaire et d'un nerf périphérique.	Original	[8]	p. 81
Fig. 65	Potentiel d'action.	Original	[8]	p. 82
Fig. 66	Canal sodique voltage-dépendant.	Original	[86]	p. 83

Fig. 67	Anesthésiques locaux de la famille des amino-amides.	Original	[86]	p. 84
Fig. 68	Anatomies des vaisseaux sanguins.	Original	[8]	p. 86
Fig. 69	Cellule musculaire lisse.	Original	[39]	p. 87
Fig. 70	Structures chimiques de deux catécholamines.	Original	[86]	p. 88
Fig. 71	Carte heuristique des dispositifs médicaux pour anesthésie dentaire.	Original	–	p. 90
Fig. 72	Aiguille standard.	Original	–	p. 91
Fig. 73	Seringues classiques.	Original	–	p. 92
Fig. 74	Stylos pour anesthésie intra-ligamentaire.	Original	–	p. 95
Fig. 75	SLEEPERONE 5® de DENTAL HI TEC®.	Original	[22]	p. 97
Fig. 76	Composants du SLEEPERONE 5® de DENTAL HI TEC®.	Modifié	[22]	p. 99
Fig. 77	INTRAFLOW HTP® de PRO-DEX®.	Original	[98]	p. 107
Fig. 78	QUICKSLEEPER 5® de DENTAL HI TEC®.	Original	[22]	p. 109
Fig. 79	Composants du QUICKSLEEPER 5® de DENTAL HI TEC®.	Modifié	[22]	p. 111

INTRODUCTION GÉNÉRALE

En 2014, TERRER écrivait, en français, ces quelques phrases : « La phobie du chirurgien-dentiste est une problématique toujours d'actualité puisque de nombreux patients continuent de renoncer aux soins dentaires par peur de la douleur. Cette crainte de souffrir pendant les soins amène certains à ne consulter qu'en cas d'urgence, c'est-à-dire lorsqu'une douleur aiguë liée à une pathologie dentaire est installée. La situation est alors critique, puisque c'est lors de la prise en charge des urgences dentaires, et particulièrement lors des pulpites sur les molaires inférieures, que le taux d'échec des anesthésies locales ou locorégionales est le plus important. ». De l'autre côté de l'Atlantique, BASSET rédigeait, à la traduction de l'anglais près, ces quelques mots : « Quelle que soit la confiance qu'un patient puisse accorder à son chirurgien-dentiste, il ne suffit que d'un peu de douleur pour qu'il commence à la perdre, cela dans des circonstances pourtant largement évitables ». Ces deux chirurgiens-dentistes, à quelques milliers de kilomètres l'un de l'autre, témoignent, en 2014, de l'importance de la gestion de la douleur en odontologie. De là, la santé publique dentaire ne saurait connaître de plus grand péril qu'une défiance des populations envers leurs dentistes [5, 71].

Ainsi, tout chirurgien-dentiste se doit de maîtriser les différents aspects de l'anesthésie dentaire. Néanmoins, l'anatomie orale étant ce qu'elle est, sa pratique peut, pour certains, se révéler, dans certaines conditions, très difficile. Aussi, de nombreux dispositifs médicaux visent à les faciliter, notamment par l'intermédiaire de techniques innovantes. D'après le « Règlement (UE) 2017/745 », un dispositif médical est un article – dont l'action n'est pas principalement portée par des moyens pharmacologiques, immunologiques ou métaboliques – destiné par son fabricant à être utilisé spécifiquement à des fins diagnostiques et/ou thérapeutiques chez l'Homme. En tant qu'appareils destinés à être utilisés en association chez l'Homme à des fins de modification d'un processus physiologique, les systèmes d'injection pour anesthésie dentaire constituent des dispositifs médicaux. Nombreux, ceux-ci disposent, tant de conceptions que de performances, différentes. Aussi, nous nous proposons d'explorer ce domaine [5, 71, 110].

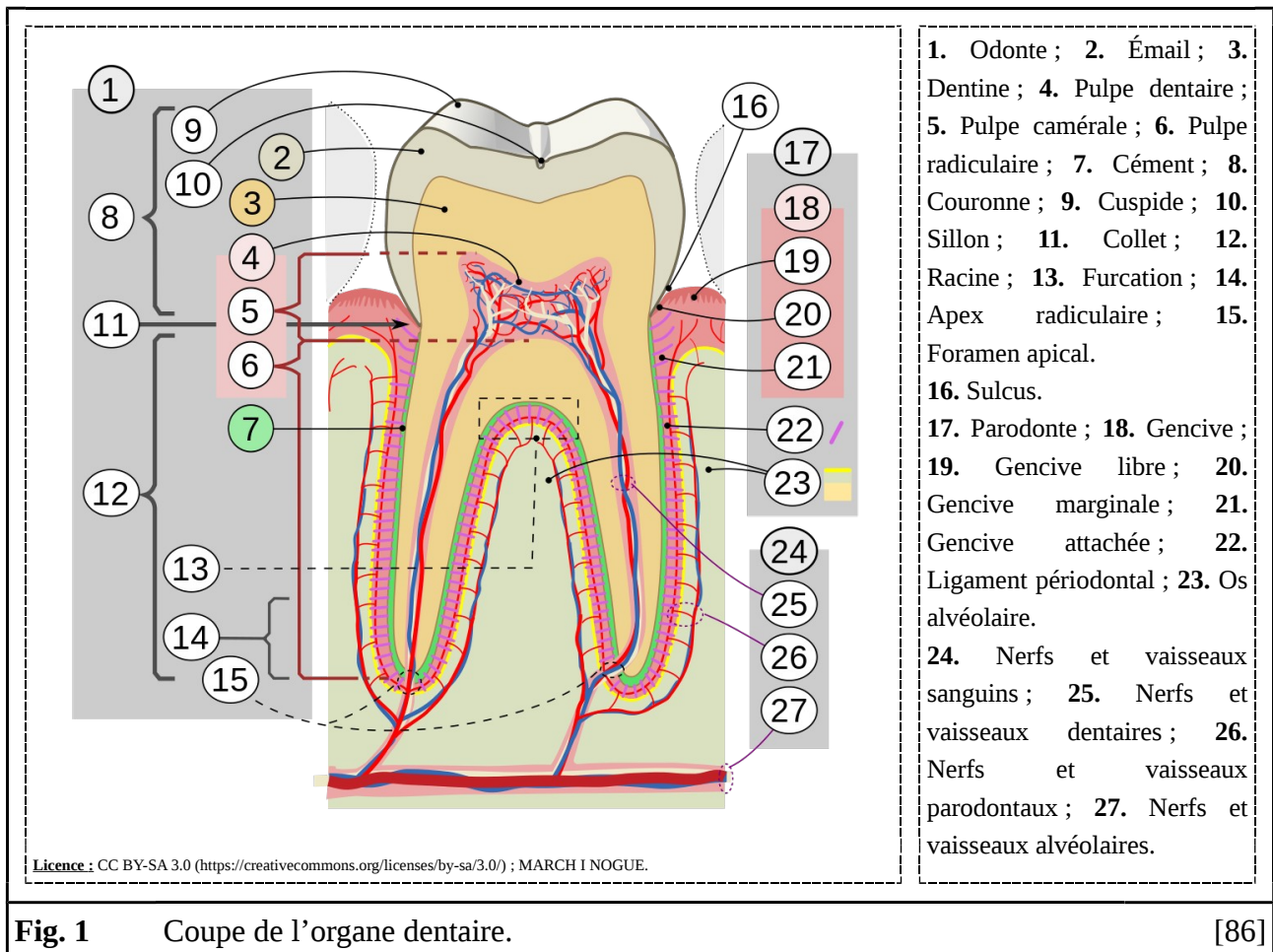
Pour cela, nous commencerons par évoquer diverses notions relatives à la cavité orale. Nous poursuivrons par la présentation de quelques éléments de contexte en rapport avec les anesthésies dentaires. Néanmoins, nous ne rechercherons aucune exhaustivité dans ces descriptions préalables. Enfin, nous traiterons de différents dispositifs médicaux utilisés dans ce domaine.

CONTEXTE PHYSIOLOGIQUE

Afin d'expliciter les différentes notions d'anatomie et de physiologie nécessaires à la compréhension de nos développements ultérieurs, nous nous proposons de procéder, en la matière, à quelques rappels d'ordres généraux.

1. L'Organe Dentaire

L'organe dentaire constitue un assemblage complexe au sein de la cavité buccale. Il se compose de deux ensembles complémentaires : l'odonte et le parodonte [7, 27, 53, 56, 102].

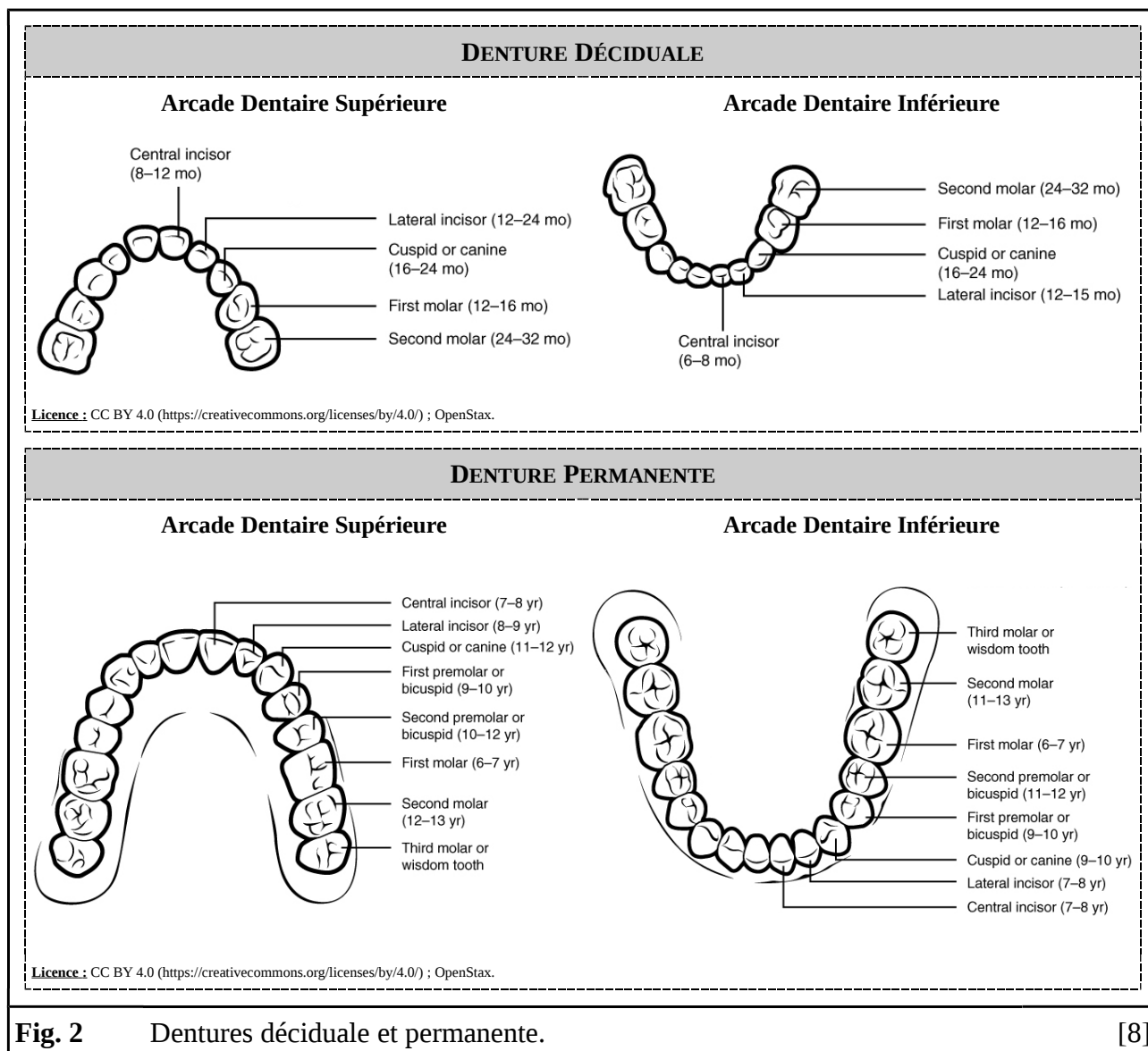


Toutes les dents sont formées d'une couronne, d'un collet et d'une ou plusieurs racines. Leurs couronnes, qui émergent au-dessus des gencives, se composent d'une cavité pulpaire interne, d'une couche de dentine intermédiaire et d'une couche d'émail externe. S'enchantant dans des alvéoles osseuses, leurs racines, correspondent à des structures allongées en dentine, recouvertes de cément et liées à l'os alvéolaire par le desmodonte. Chaque racine est creusée d'un canal pulpaire

interne qui débouche, à l'une de ses extrémités, dans la cavité pulpaire coronaire. Séparant couronnes et racines, les collets se matérialisent par des lignes sinueuses entre émail et ciment [7, 27, 29, 38, 53, 56, 102].

1.1. Ontogenèse

Physiologiquement, un individu sain développe, durant sa vie, deux dentures distinctes. Composée de vingt dents (à savoir : huit incisives, quatre canines et huit molaires), la denture déciduale, éphémère, apparaît la première. Composée de trente-deux dents (à savoir : huit incisives, quatre canines, huit prémolaires et douze molaires), la denture permanente, définitive, n'émerge que secondairement. Néanmoins, le processus de remplacement des dents déciduales par leurs homologues permanentes s'étalant sur plusieurs années, un enfant dispose, durant celles-ci, d'une denture mixte mi-déciduale mi-permanente [8, 27, 29, 38, 53, 56, 60].



Ainsi, l'odontogenèse se manifeste au travers d'un ensemble complexe de phénomènes. Qui, démarrant à un stade embryonnaire très précoce, se poursuivent longtemps après la naissance, jusqu'à l'âge adulte [27, 29, 38, 56, 60].

1.1.1. Origine

Durant les troisième et quatrième semaines de développement se produisent de nombreux mécanismes embryologiques fondamentaux, comme : la gastrulation, la neurulation et la délimitation. Par leurs biais, un disque embryonnaire didermique – formé de l'ectoblaste et de l'endoblaste – simple devient un embryon tridermique – formé de l'ectoderme, du mésoderme et de l'endoderme) – complexe, toriçoïde et creux [8, 29, 53, 56, 60].

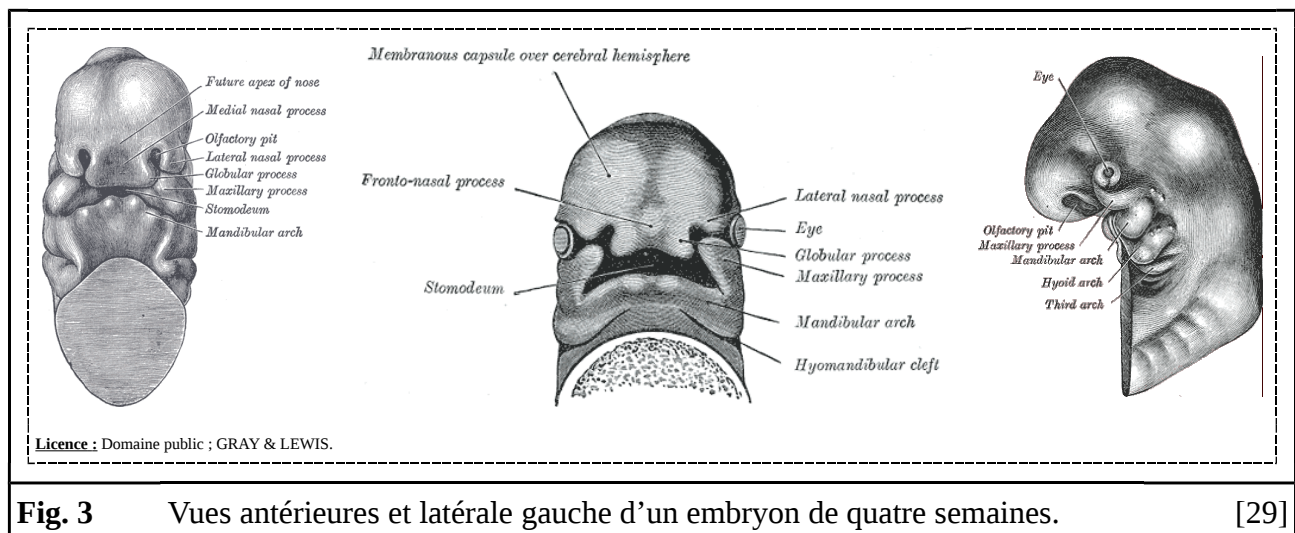
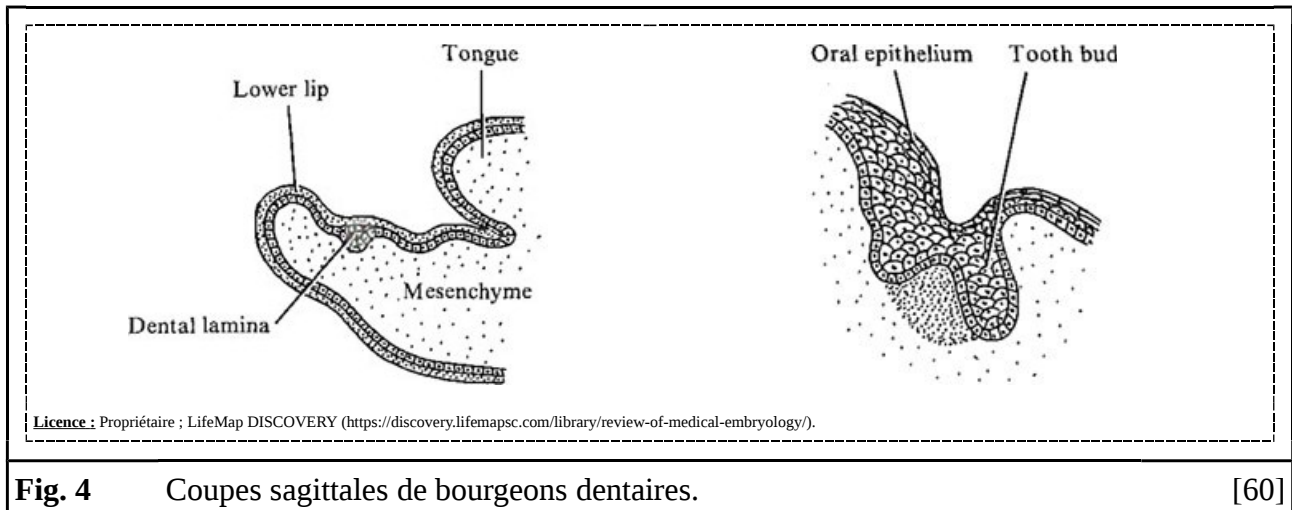


Fig. 3 Vues antérieures et latérale gauche d'un embryon de quatre semaines. [29]

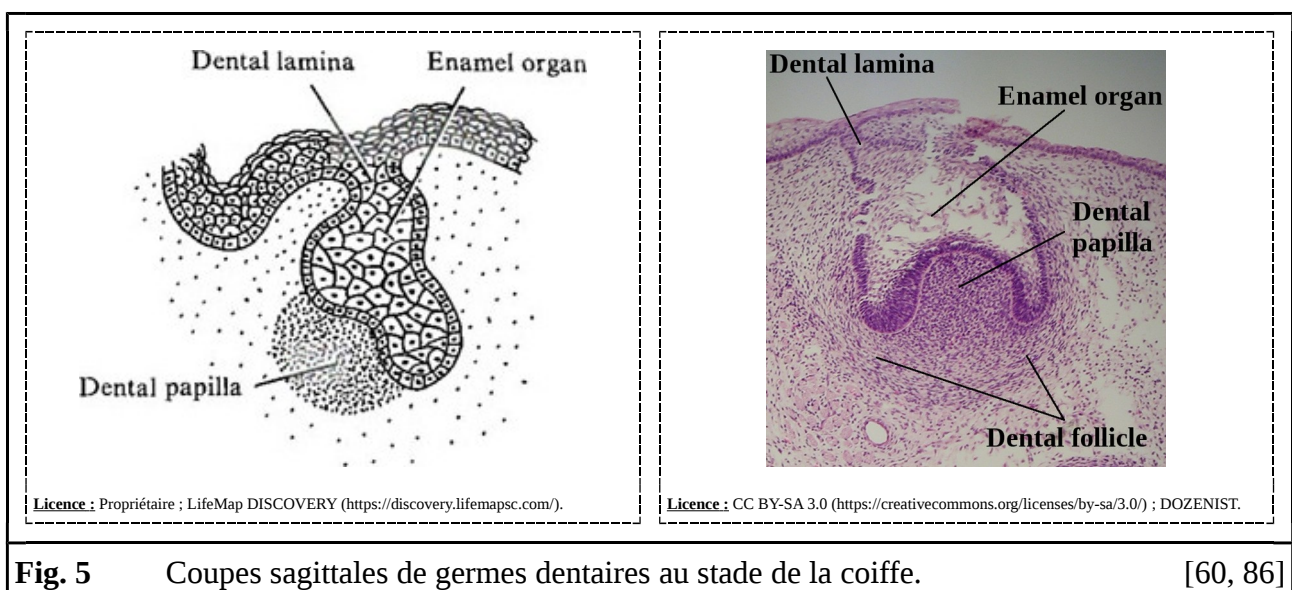
A la fin de la quatrième semaine de développement, la région « péri-orale » de l'embryon se compose d'une cavité centrale irrégulière (dénommée « stomodéum »), de deux bourgeons issus de la proéminence fronto-nasale (à savoir, les deux proéminences nasales médiales) et de quatre bourgeons issus du premier arc branchial (à savoir : les deux proéminences mandibulaires et les deux proéminences maxillaires). Proéminence fronto-nasale et premier arc branchial ayant une origine neurectodermique (à savoir, des crêtes neurales), leurs descendances se composent, comme elles, d'une lame ectodermique soutenue par une couche ectomésenchymateuse. A partir de la sixième semaine de développement, de l'épithélium odontogène apparaît sous la forme d'épaississements ponctuels de l'ectoderme des bords libres des deux proéminences mandibulaires fusionnées, des deux proéminences maxillaires et des deux proéminences nasales médiales fusionnées [8, 29, 38, 53, 56, 60].

1.1.2. Développement de la Denture Déciduale

Ainsi, l'organe dentaire dérive des interactions, finement contrôlées, qu'une lame de cellules ectodermiques amorce avec les cellules ectomésenchymateuses de la couche qui la porte. Cinq étapes successives – à savoir : les stades du bourgeon, de la coiffe, de la cloche, de la couronne et de la ou des racines – peuvent être virtuellement individualisées afin de décrire ce phénomène continu [27, 29, 38, 56, 60].



A partir de la sixième semaine de développement, les cellules ectodermiques des placodes odontogènes prolifèrent de telle sorte qu'elles entraînent la formation de lames ectodermiques, dénommées « lames dentaires », dans l'ectomésenchyme sous-jacent. Sous l'influence de ces invaginations, les cellules ectomésenchymateuses leur étant adjacentes se condensent à leurs contacts. Dès lors, apparaissent les premières ébauches dentaires (dénommées « bourgeons dentaires ») [27, 29, 38, 56, 60].



Les cellules ectodermiques des bourgeons dentaires, poursuivant leurs « proliférations migratoires », pénètrent toujours plus profondément dans l'ectomésenchyme sous-jacent. Concomitamment, les cellules ectomésenchymateuses environnantes continuent à s'agglomérer. Finalement, ces mouvements cellulaires aboutissent à la formation de structures ectodermiques, rappelant des coiffes, cernées de condensats d'ectomésenchyme. Aussi, il devient possible, à ce stade, de distinguer les trois régions qui composent les germes dentaires : l'organe de l'émail (c'est-à-dire la coiffe en elle-même), la papille dentaire (c'est-à-dire la masse ectomésenchymateuse séquestrée par la coiffe) et le follicule dentaire (c'est-à-dire la masse ectomésenchymateuse entourant la coiffe) [27, 29, 38, 56, 60].

L'évolution, vers le troisième stade de développement, d'un germe dentaire s'accompagne d'importantes modifications de l'ectoderme de l'organe dentaire. Ainsi, les cellules ectodermiques tapissant l'intérieur de sa coiffe (dénommées « cellules adamantines internes ») évoluent en se démarquant de celles (dénommées « cellules adamantines externes »), au contact de l'ectomésenchyme, qui les enveloppe. Dès lors, les cellules adamantines internes et externes présentent, respectivement, une forme prismatique et cubique. Les cellules ectodermiques centrales, quant à elles, se différencient afin de former un réseau lâche, dénommé « réticulum étoilé », de cellules étoilées [27, 29, 38, 56, 60].

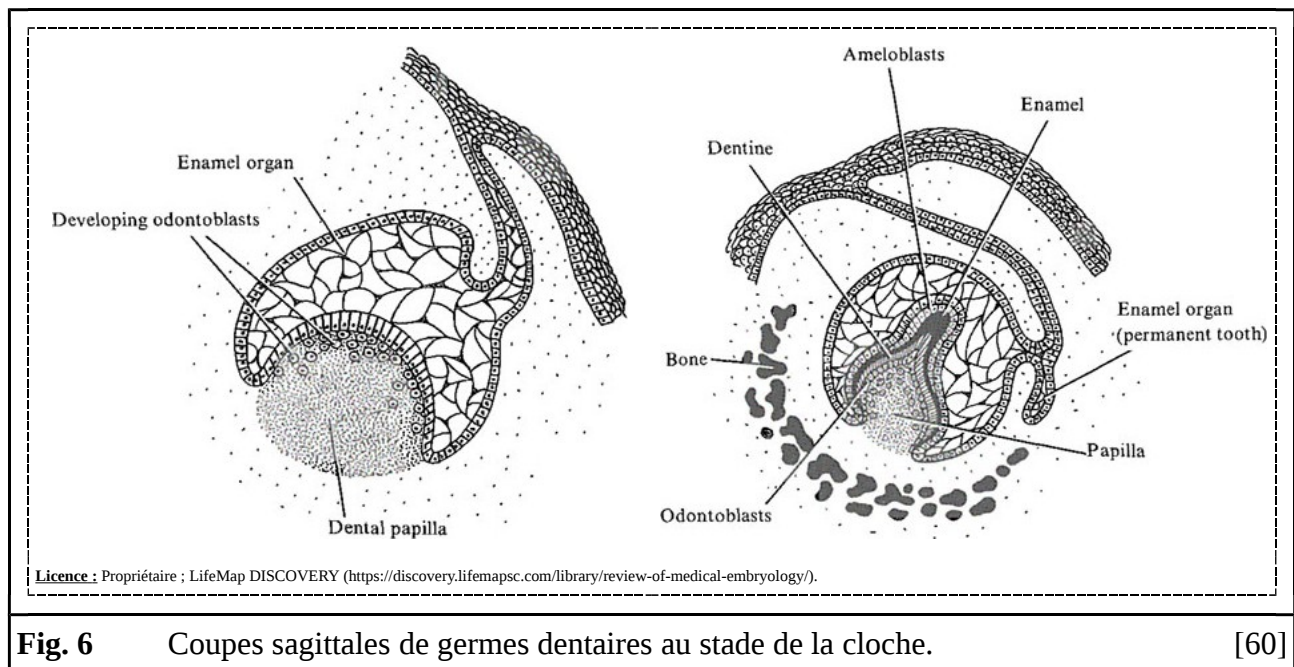
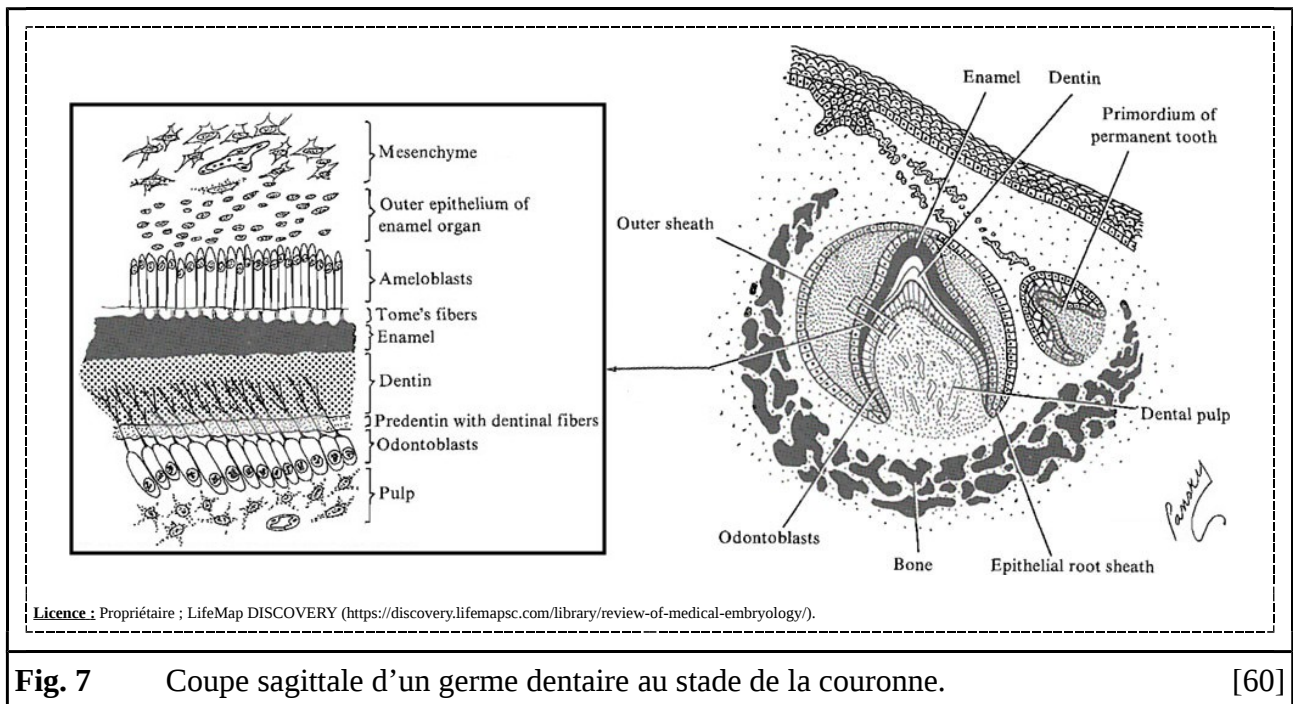


Fig. 6 Coupes sagittales de germes dentaires au stade de la cloche. [60]

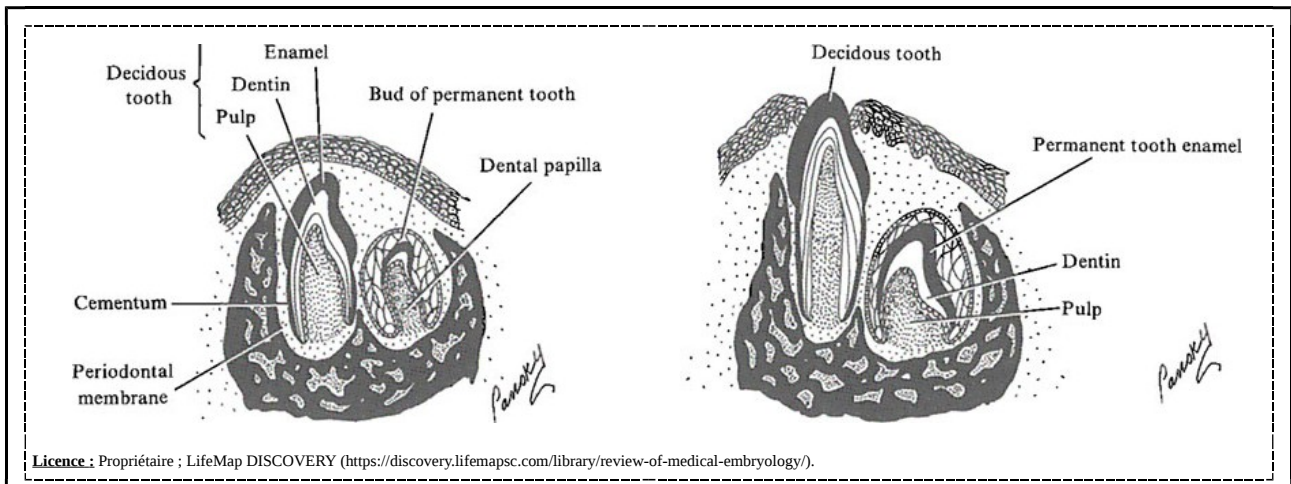
Tandis que les épithélia adamantins internes et externes – liés par leurs extrémités inférieures (dénommées « boucles cervicales ») – continuent de s'enfoncer et de s'écarter dans l'ectomésenchyme, l'organe de l'émail acquiert un aspect de plus en plus allongé rappelant celui d'une cloche. Enfin, les cellules adamantines internes, se différenciant progressivement en

améloblastes, cessent presque toutes de proliférer. Dès lors, la morphologie coronaire se retrouve figée. Par ailleurs, la lame dentaire se désagrégant graduellement, les germes dentaires perdent leurs liens avec les épithélia buccaux [27, 29, 38, 56, 60].



A ce stade, les différentes populations cellulaires du germe dentaire collaborent pour élaborer la couronne. D'une part, les améloblastes sécrètent la matrice organique de l'émail, qui se minéralise secondairement, puis dégénèrent. D'autre part, certaines cellules ectomésenchymateuses de la papille dentaire se différencient en odontoblastes afin de sécréter la prédentine qui se minéralise secondairement pour former la dentine. Finalement, les structures restantes de la papille dentaire composent la pulpe dentaire [27, 29, 38, 56, 60].

De manière analogue, de nombreuses cellules coopèrent pour ériger les racines dentaires. Re commençant à proliférer, les cellules adamantines internes et externes de la boucle cervicale s'enfoncent dans l'ectomésenchyme environnant. Se juxtaposant, ces épithélia forment une gaine, dénommée « gaine épithéliale de Hertwig », aux fonctions capitales. Ainsi, sous son influence, les cellules ectomésenchymateuses de la papille dentaire se différencient en odontoblastes afin d'assurer le prolongement du tissu dentinaire de la couronne à la racine. Enfin, après la rupture de cette gaine, les cellules mésenchymateuses du follicule dentaire, au contact de la dentine radiculaire néoformée, se différencient dans les types cellulaires spécialisés nécessaires à la formation du cément et du desmodonte [27, 29, 38, 56, 60].



Licence : Propriétaire ; LifeMap DISCOVERY (<https://discovery.lifemapsc.com/library/review-of-medical-embryology/>).

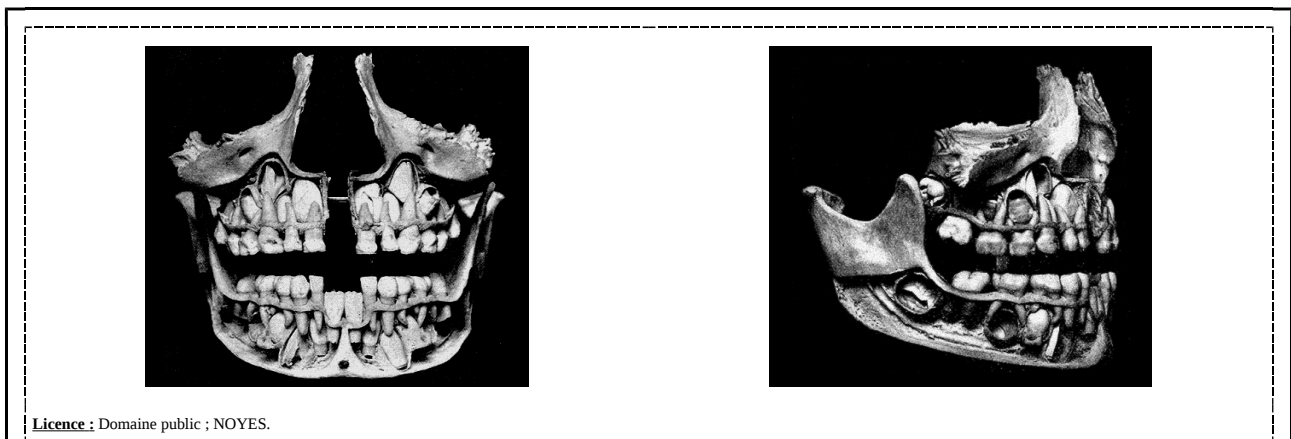
Fig. 8 Coupes sagittales de dents déciduales en éruption.

[60]

L'éruption dentaire constitue un phénomène contemporain au développement radiculaire et, donc, ultérieur au développement coronaire. Généralement, elle commence lorsque s'achève le premier tiers du développement radiculaire. Ainsi, après résorption de l'os et du chorion muqueux, l'épithélium adamantin persistant fusionne avec l'épithélium oral. La dégénérescence de la partie centrale de cette union autorise le passage de la couronne tandis que la persistance de sa partie périphérique assure la formation de la jonction gingivo-dentaire [29, 38, 56, 60].

1.1.3. Développement de la Denture Permanente

La littérature distingue les dents permanentes qui remplacent une dent déciduale de celles qui ne le font pas, comme les douze molaires permanentes. Néanmoins, toutes les dents – qu'elles soient déciduales, permanentes avec prédécesseurs déciduales ou permanentes sans prédécesseurs déciduales – partagent, à quelques détails près, des mécanismes de formation pleinement analogues [29, 56, 60].



Licence : Domaine public ; NOYES.

Fig. 9 Vues antérieure et droite d'une partie de la face disséquée d'un enfant.

[29]

Entre leurs formations et éruptions, les germes des dents permanentes restent, enfouis, à proximité des germes donnant les dents déciduales. On les retrouve, plus précisément, légèrement décalés sur leurs côtés linguaux ou palatins [29, 56, 60].

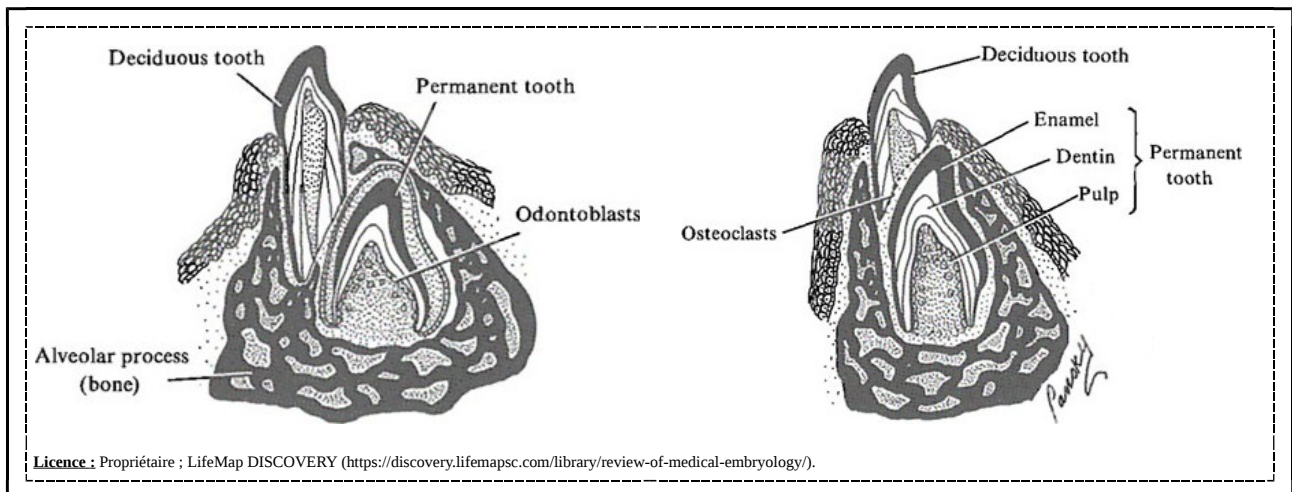


Fig. 10 Coupes sagittales de dents permanentes en éruption.

[60]

Afin d'aménager l'espace nécessaire à la croissance des germes des dents permanentes, des ostéoclastes rongent progressivement les racines des dents déciduales. Enfin, la chute de la dent déciduale facilite l'éruption de la dent permanente qui la remplace [29, 60].

1.2. Anatomie

Les dents assurent de multiples fonctions, tant physiologiques que sociales. Physiologiquement, elles sont impliquées dans la mastication, dans la déglutition et dans la phonation. Socialement, elles peuvent faciliter ou compliquer, relativement à leur esthétique, les relations humaines de leurs propriétaires. Le parodonte, quant à lui, constitue un appareil de soutien indispensable à ces premières [7, 27, 29, 38, 53, 56, 56, 102].

De nombreux phénomènes physique, chimique et biologique – comme les chocs, l'érosion ou les caries dentaires – peuvent compromettre l'une ou l'autre de ces structures. En effet, même si certaines d'entre elles, comme l'émail, peuvent être décrites comme étant – relativement à d'autres organes – extrêmement solides, elles n'en sont pas moins très loin d'être indestructibles [56, 102].

1.2.1. Odonte

Comme nous l'avons vu précédemment, l'être humain est un animal hétérodonte. Néanmoins, quelles que soient leurs morphologies, toutes les dents, déciduales comme permanentes, présentent une histologie semblable. Ainsi, elles révèlent toutes, à l'échelle

microscopique, une architecture multi-structurale formée d'émail, de dentine et de pulpe [7, 27, 29, 38, 53, 56, 102].

1.2.1.1. Émail

Exposé à l'environnement buccal, l'émail compose la couche externe des couronnes dentaires. Il enveloppe la dentine coronaire et forme, au niveau cervical, la jonction amélo-cémentaire avec le cément. Translucide, il est épais sur sa face occlusale et s'affine progressivement sur ses faces latérales à l'approche du collet. Très durable et très résistant, l'émail protège les tissus coronaires (c'est-à-dire la dentine et la pulpe) en les abritant. Constituant la substance la plus minéralisée de l'organisme, il est aussi dur que cassant. Aussi, pour résister aux forces de mastications et aux attaques acides de la nourriture et des bactéries, il s'appuie respectivement sur l'élasticité de la dentine et le pouvoir tampon de la salive [7, 27, 29, 53, 56, 102].

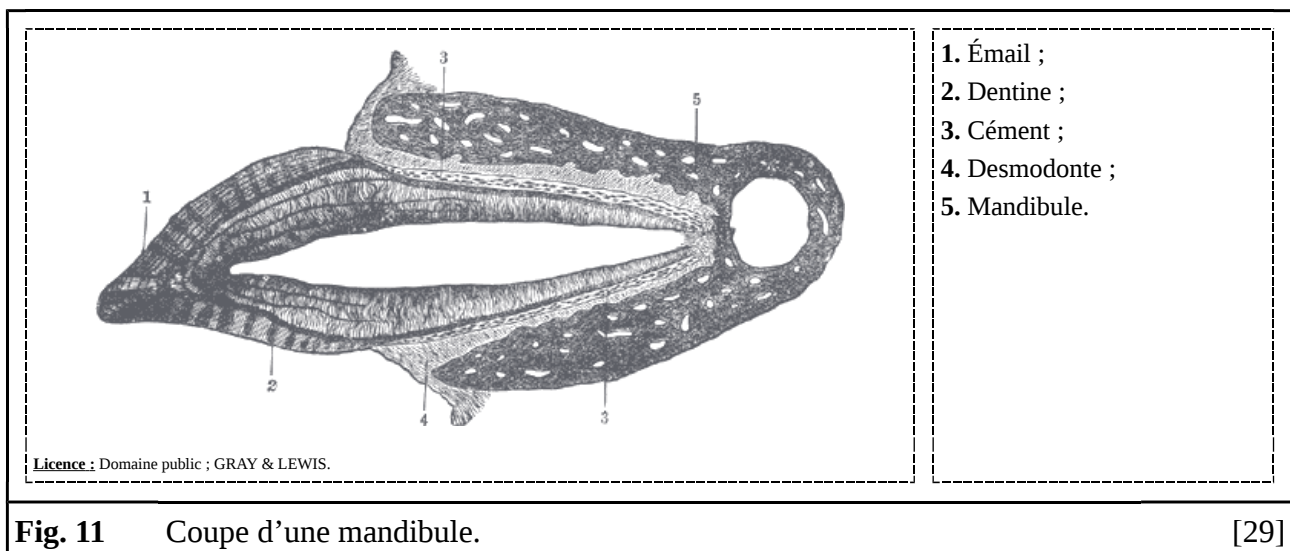


Fig. 11 Coupe d'une mandibule.

[29]

L'émail est constitué d'une matrice organique acellulaire et très hautement minéralisée. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, les améloblastes, à l'origine de l'émail, disparaissent définitivement lors de l'éruption dentaire. Dès lors, biologiquement non vivant, l'émail forme des structures anatomiques insensibles et, en cas de lésion, pas plus réparables que remplaçables. D'un point de vue évolutionnaire, cette incapacité à s'auto-restaurer peut s'expliquer par la composition presque totalement inorganique de l'émail. Ainsi, sa composante minérale, constituant plus de quatre-vingt-quinze pourcents de sa masse, est très abondante. Celle-ci est principalement composée de très longs rubans cristallins d'hydroxyapatite interagissant avec les polymères organiques sus-mentionnés. Typiquement formés à partir de phosphate de calcium et d'hydroxyde de calcium, ces cristaux peuvent cependant fixer d'autres sels (comme le carbonate de calcium) et différents ions (comme le sodium et le fluorure). Sa composante organique, quant à elle, est

essentiellement constituée de protéines globulaires non collagéniques (comme l'amélogénine) et est très réduite (c'est-à-dire inférieure à cinq pourcents de sa masse) [7, 27, 29, 53, 56, 102].

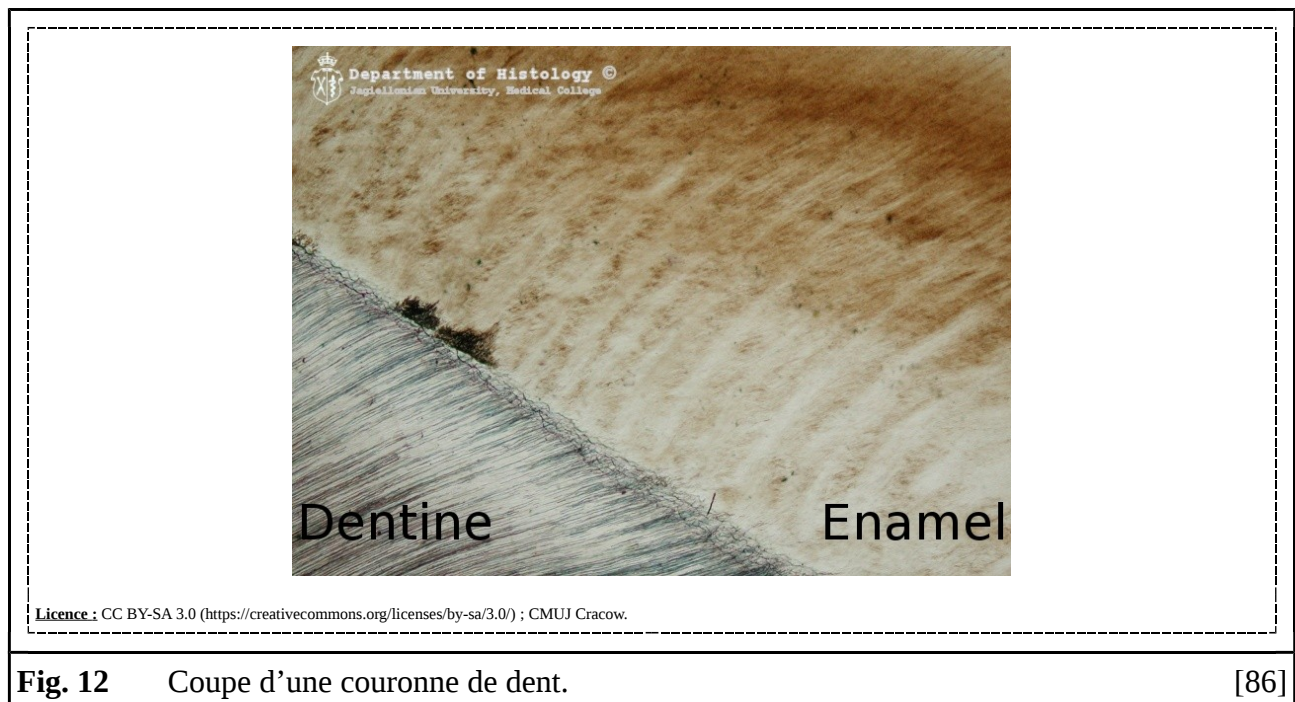


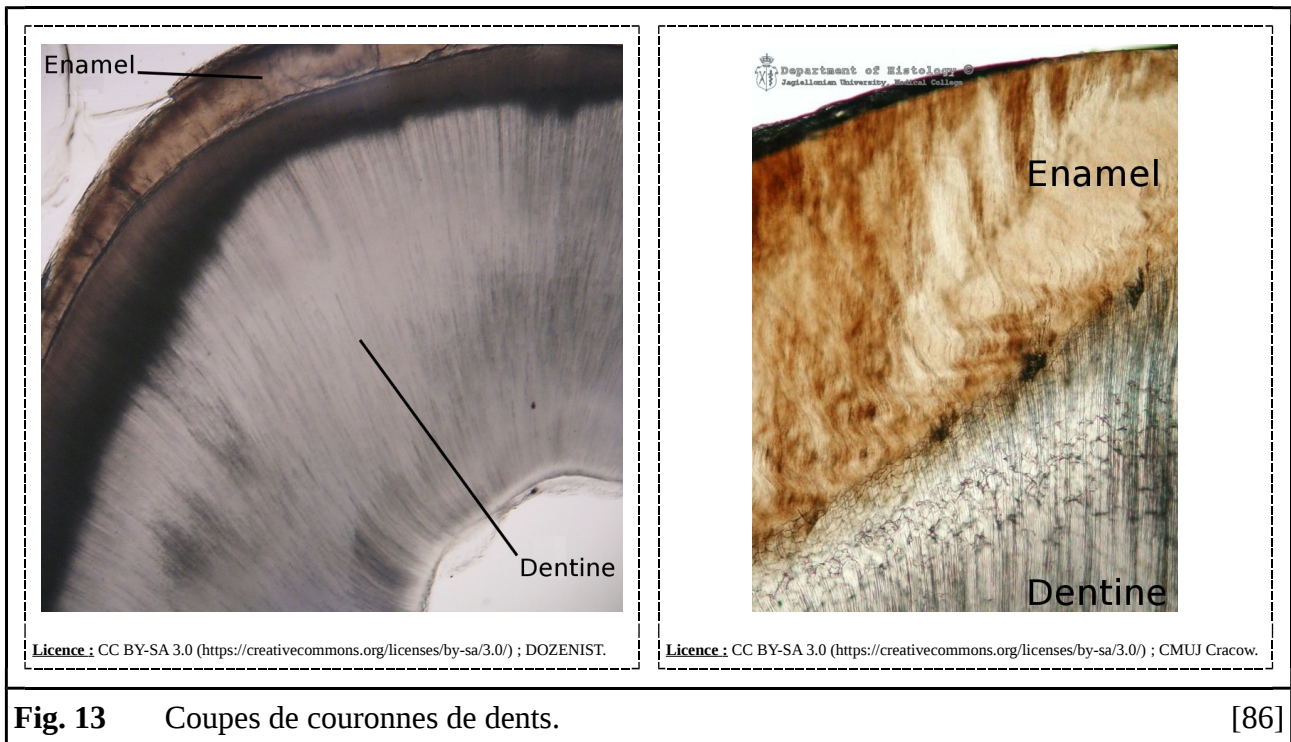
Fig. 12 Coupe d'une couronne de dent.

[86]

Du fait de son architecture, une coupe histologique d'émail peut révéler un aspect strié à l'échelle microscopique. En effet, les cristaux d'apatite de l'émail s'associent les uns avec les autres de manière à créer deux variétés d'émail. L'émail prismatique constitue la première espèce d'émail. Celui-ci est formé de très longs bâtonnets cristallins composés d'une multitude de rubans cristallins parallèles les uns avec les autres. Enveloppés dans des gaines organiques, ces prismes irradient, de la dentine coronaire à la face occlusale de la dent, en s'inclinant légèrement. L'émail interprismatique, qui correspond à la deuxième forme d'émail, occupe les petits espaces angulaires entre les prismes de la première. Dans celle-ci, les rubans cristallins forment des bâtonnets plus courts qui s'orientent de manière plus anarchique [7, 27, 29, 53, 56, 102].

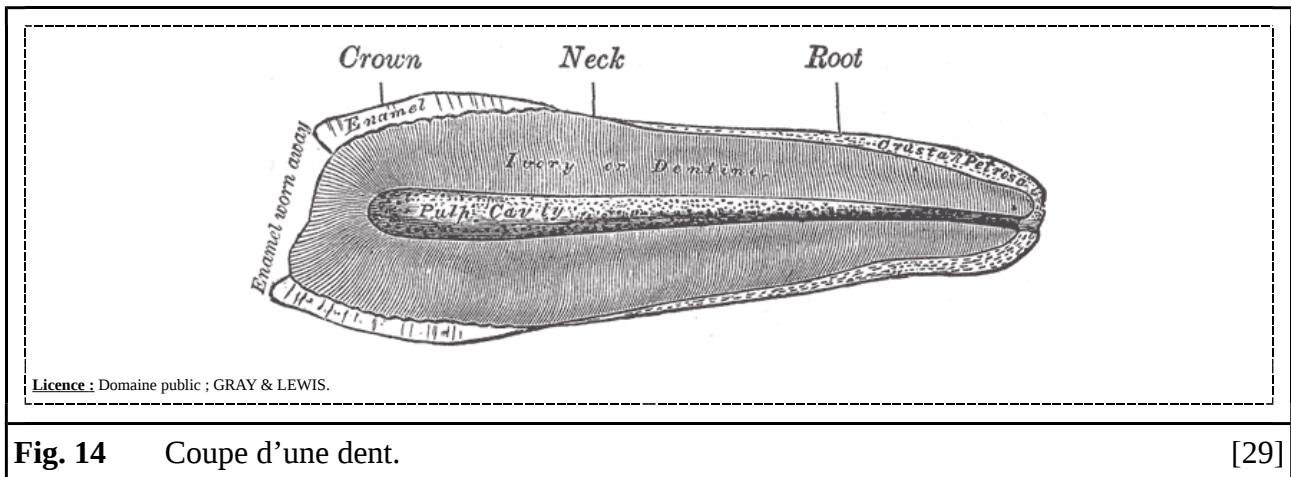
1.2.1.2. Dentine

Principal composant des dents, la dentine constitue l'armature des couronnes et des racines. Délimitant la cavité pulpaire, elle est recouverte, au niveau coronaire, d'émail et, au niveau cervical, de ciment. Elle forme, avec la pulpe, une unité embryologique, histologique et fonctionnelle. Jaunâtre à blanche, elle constitue un tissu très fortement minéralisé. Néanmoins, elle reste beaucoup plus élastique que l'émail et compense sa faible ductilité. Ainsi, l'émail apporte sa dureté à la dent tandis que la dentine lui donne son élasticité [7, 27, 29, 53, 56, 102].



Du fait de son architecture, l'étude d'une coupe histologique de dentine révèle également l'existence de striations microscopiques. Celles-ci sont dues aux innombrables tubules dentinaires qui irradient de la chambre pulpaire à l'émail. Parallèles les uns avec les autres, ces tubules se ramifient tout en décrivant des courbes légèrement ondulées. Les longs et grêles prolongements cytoplasmiques des odontoblastes, dont les corps cellulaires cylindriques tapissent la surface de la cavité pulpaire, occupent ces canaux. Comme nous l'avons vu précédemment, les odontoblastes synthétisent et sécrètent, via leurs longues extensions cytoplasmiques, une matrice organique (dénommée « pré-dentine ») qui se minéralise secondairement. Ainsi, les odontoblastes, en s'emmurant eux-mêmes, minent la dentine d'innombrables canalicules. Dès lors, les odontoblastes persistent, après éruption, dans celle-ci afin de la réparer si nécessaire. Aussi, contrairement à l'émail, la dentine, en tant que tissu, est vivante [27, 29, 56].

Ainsi, contrairement à l'amélogénèse, la dentinogénèse constitue un phénomène persistant. De là, on distingue trois types de dentines : primaire, secondaire et tertiaire. Les dentines primaire et secondaire se forment, respectivement, avant et après l'éruption dentaire. La dentine tertiaire, quant à elle, peut être réactive ou réparatrice selon l'âge des odontoblastes synthétisant sa matrice organique [56].

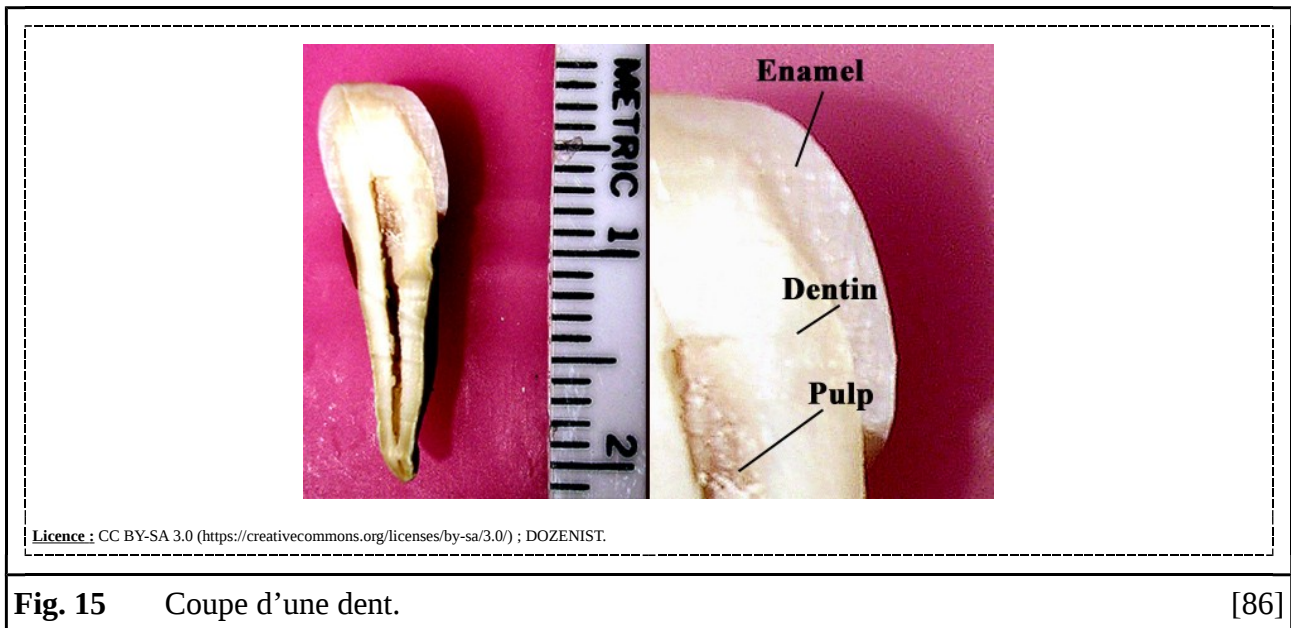


La dentine possède une matrice extra-cellulaire très fortement minéralisée. Ainsi, sa composante minérale, constituant plus de soixante-cinq pourcents de sa masse, est abondante. Interagissant avec les polymères organiques sécrétés par les odontoblastes, les petites plaques cristallines d'hydroxyapatite qui la composent présentent globalement une orientation beaucoup plus anarchique que dans les rubans cristallins de l'émail. Sa composante organique, quant à elle, est essentiellement constituée de fibres de collagène et, avec moins de vingt pourcents de sa masse, est limitée. Par ailleurs, avec une composante aqueuse représentant environ dix pourcents de sa masse, la dentine est un tissu relativement hydraté [27, 29, 56].

1.2.1.3. Pulpe

La pulpe est hébergée, au cœur de la dent, dans la cavité pulpaire. Cette dernière se compose d'une portion coronaire (dénommée « chambre pulpaire ») et d'une portion radiculaire (dénommée « canaux radiculaires »). Avec l'âge, la chambre pulpaire se rétrécit progressivement du fait des dépôts de dentine. Le ou les canaux radiculaires débouchent dans le parodonte par des ouvertures apicales, dénommées « foramina apicaux », dont les diamètres se resserrent, graduellement, pour les mêmes raisons [7, 27, 29, 53, 56].

Vis-à-vis de la dentine, la pulpe remplit quatre fonctions. Ainsi, elle la forme, elle la nourrit, elle la protège et elle la répare [27, 29, 56].



Des axes vasculonerveux, passant par les foramina apicaux des canaux radiculaires, vascularisent et innervent richement les pulpes dentaires. Molles, ces dernières constituent des tissus conjonctifs lâches aréolaires. Ainsi, elles présentent des matrices extra-cellulaires riches en polymères organiques avec : des fibres de collagènes, des glycoaminoglycanes et des glycoprotéines. Elles incorporent de nombreuses cellules différentes – à savoir : des odontoblastes, des fibroblastes, des cellules souches et des cellules immunitaires – et possèdent des structures quadri-couches (à savoir : un cortex odontoblastique, une zone acellulaire, une zone hypercellulaire et une moelle vasculonerveuse) [7, 27, 29, 53, 56, 56, 102].

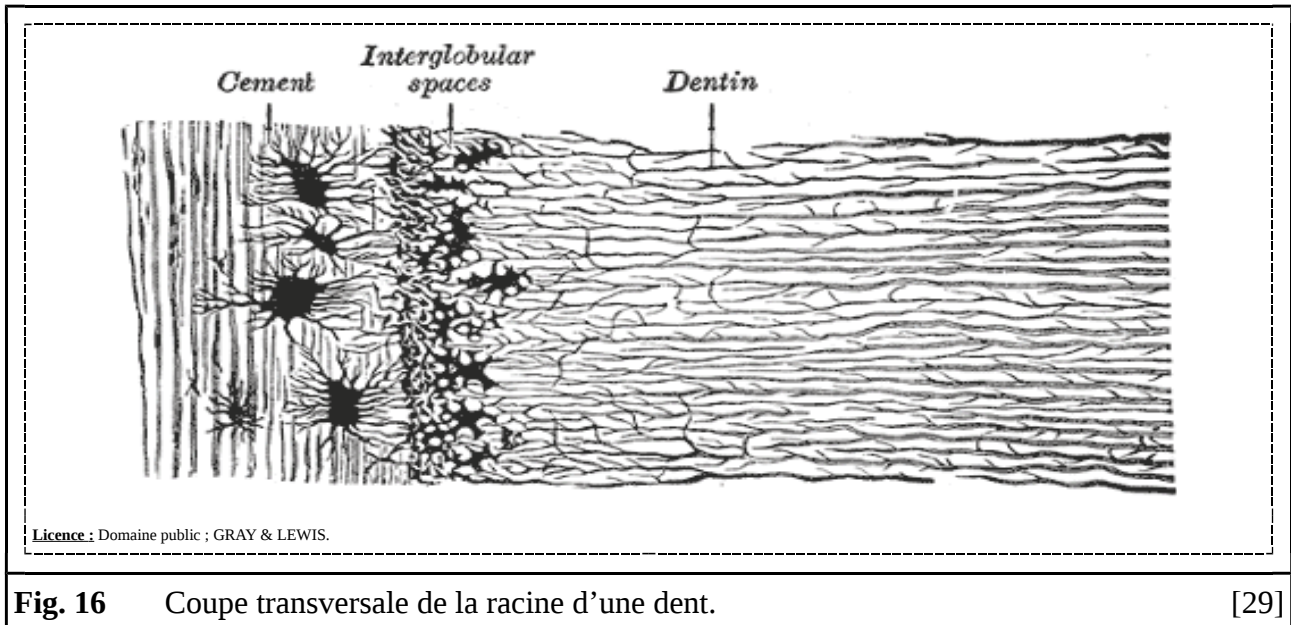
1.2.2. Parodonte

Comme nous l'avons vu précédemment, le parodonte est une structure multi-tissulaire complexe dont la fonction est de « soutenir », au sens le plus large du terme, les dents. Il se compose du cément, du desmodonte, de l'os alvéolaire et de la gencive [7, 27, 29, 38, 53, 56, 102].

1.2.2.1. Cément

Situé entre la dentine radiculaire et le desmodonte, le cément est une structure complexe aux nombreuses fonctions. Ainsi, il donne attache à la dent, s'adapte aux contraintes mécaniques et s'associe aux réparations parodontales. Aussi, on retrouve de nombreuses variétés de cément. Néanmoins, nous n'aborderons que les deux principales, c'est-à-dire : le cément cellulaire et le cément acellulaire. Le premier se forme, lentement, avant l'éruption dentaire tandis que le second se développe, rapidement, après celle-ci. Cette différence de vitesse dans la synthèse de la matrice organique explique le caractère cellulaire ou acellulaire du cément formé. Ainsi, les cémentoblastes

déposant lentement la matrice organique du ciment se replie progressivement avec celle-ci tandis que ceux qui l'excrète rapidement s'y retrouvent piégés. Anatomiquement, sur les deux tiers supérieurs de la racine, on retrouve du ciment acellulaire qui ancre les faisceaux de fibres protéiques du desmodonte. Sur le tiers inférieur de la racine, on retrouve du ciment cellulaire qui joue un rôle dans l'adaptation [7, 27, 29, 53, 56].

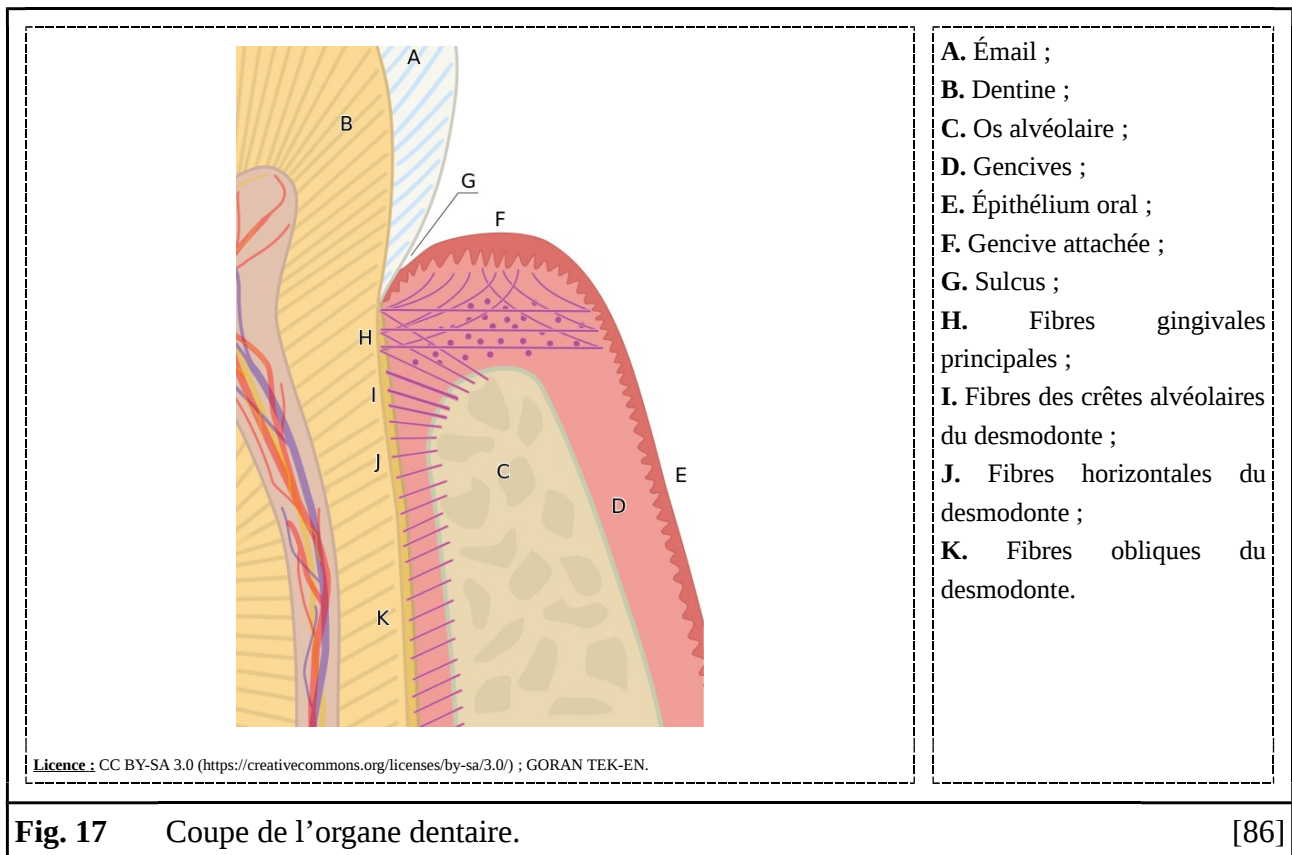


Plus dur que la dentine, le ciment forme une fine couche qui s'épaissit progressivement à l'approche de l'apex radiculaire. Son architecture est souvent comparée à celle de l'os. En effet, avec leurs lacunes et canalicules, leurs matrices extra-cellulaires sont assez similaires. Ainsi, sa composante minérale, formée de petites plaques cristallines d'hydroxyapatite, est relativement abondante avec environ cinquante pourcents de sa masse. Sa composante organique est, comme celle de l'os, essentiellement constituée de fibres de collagène. Par ailleurs, lorsqu'il est cellularisé, le ciment contient des cellules – les cémentoblastes et les cémentocytes – assez analogues aux ostéoblastes et ostéocytes des os. Cependant, contrairement aux os, le ciment est avasculaire et ne contient pas de systèmes semblables aux ostéons [7, 27, 29, 56, 102].

1.2.2.2. Desmodonte

Unissant racines dentaires et os alvéolaire, les articulations alvéolo-dentaires, dénommées « gomphoses », constituent des articulations fibreuses. Fonctionnellement, elles correspondent à des articulations semi-mobiles, relativement stables, aux espaces articulaires réduits. Le desmodonte, dénommé « ligament alvéolo-dentaire », est constitué d'un tissu conjonctif dense régulier. Ainsi, il présente une matrice extra-cellulaire très riche en fibres de collagènes qui, parallèles les unes avec les autres, forment des faisceaux bien définis. Entre ces derniers, on retrouve une substance

fondamentale peu abondante mais très hydratée et de nombreux types cellulaires comme : des fibroblastes, des cellules souches, des cellules immunitaires, des cellules osseuses et des cellules du ciment. Par ailleurs, le desmodonte est extrêmement bien vascularisé et innervé [7, 27, 53, 56].



Situé entre le ciment et l'os alvéolaire, le desmodonte agit comme un système de suspension et d'amortissement pour la dent qu'il lie. Ainsi, il accomplit deux grandes fonctions. Premièrement, il permet à sa dent de résister aux contraintes mécaniques inhérentes à la mastication. Secondairement, grâce aux mécano-récepteurs qu'il contient, il permet la proprioception dentaire. Pour remplir ces fonctions, le desmodonte organise ses faisceaux de fibres en groupes de faisceaux. Chacun d'entre eux présente une orientation particulière (par exemple : horizontale, oblique ou circulaire) associée à une position particulière (par exemple : tiers moyens de la racine ou crêtes alvéolaires). Au sein de ces groupes, chaque fibre de collagène est enfoncée, d'un côté, dans le ciment et, de l'autre, dans l'os alvéolaire. Le déplacement progressif des fibres d'un faisceau permet à celui-ci de se repositionner, sans « interruption de service », pour s'adapter à un nouveau stress [7, 27, 29, 53, 56].

1.2.2.3. Os Alvéolaire

Les os forment un ensemble hétéroclite de structures très élaborées dont l'histogénèse est aussi longue que complexe. Ainsi, ils renferment de nombreux tissus conjonctifs spécialisés avec, d'un côté, des « tissus conjonctifs osseux » – à savoir : le périoste, le tissu osseux compact, le tissu osseux spongieux et l'endoste – et, de l'autre, des « tissus conjonctifs non osseux » comme les moelles osseuses rouges et jaunes. Dynamiques, ils se renouvellent et se remanient tout au long de la vie. Très fortement vascularisés, ils peuvent cicatriser spontanément lorsqu'ils sont lésés. Les os assurent des fonctions biomécaniques et métaboliques aussi diverses qu'indispensables à l'organisme [7, 27, 29, 38, 53].

L'os alvéolaire naît, vit et meurt avec la dent dont il héberge, dans son alvéole, la ou les racines. Macroscopiquement, il se compose, comme les os plats, de deux plaques (dénommées « tables ») périphériques de tissu osseux compact emprisonnant une lame (dénommée « diploë ») centrale de tissu osseux spongieux. Dans la mâchoire, il repose sur une couche d'os (dénommé « os basal ») qui, n'évoluant pas et n'entrant pas en contact avec les dents, n'appartient pas, quant à elle, au parodonte. D'un point de vue histologique, os alvéolaire et basal constituent deux structures continues et relativement semblables [7, 27, 29, 53, 56, 102].

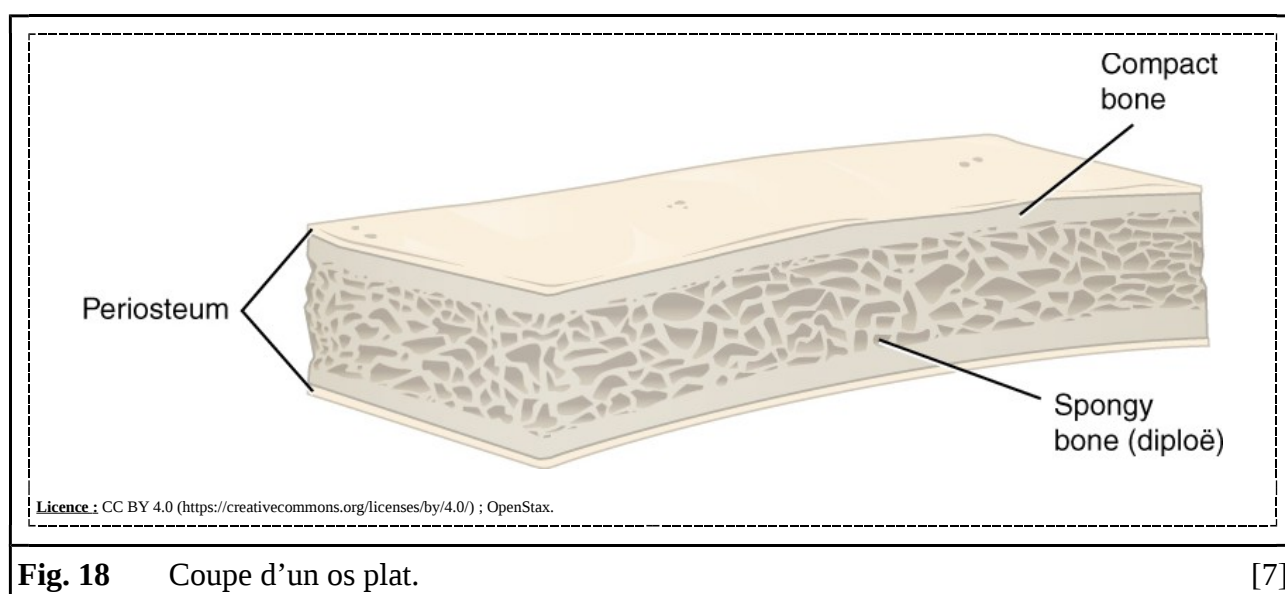


Fig. 18 Coupe d'un os plat.

[7]

Les tissus conjonctifs osseux présentent de multiples populations cellulaires inégalement réparties dans des matrices extra-cellulaires aux compositions et structures variables. Ainsi, on y distingue quatre types cellulaires spécifiques aux fonctions complémentaires. D'un côté, on retrouve les différentes cellules de la lignée cellulaire ostéoblastique avec : les cellules ostéogéniques, les ostéoblastes et les ostéocytes. De l'autre, on reconnaît les ostéoclastes d'origine monocytaire [7, 27, 29, 53].

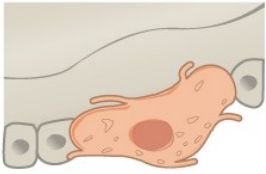
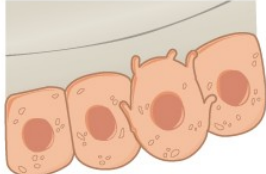

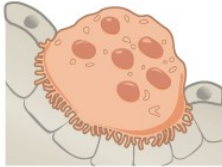
CELLULE	MORPHOLOGIE	DESCRIPTION
Cellule Ostéogénique		Morphologiquement, ces cellules présentent un corps fusiforme ou étoilé. Fonctionnellement, elles constituent des cellules souches unipotentes. Dès lors, elles possèdent la capacité de s'auto-renouveler et la faculté de se différencier en cellules spécialisées. Ainsi, à chaque mitose, une cellule ostéogénique produit une nouvelle cellule ostéogénique ainsi qu'un progéniteur ostéoblaste.
Ostéoblaste		Morphologiquement, ces cellules présentent un corps cuboïde d'où naissent de courts prolongements latéraux les reliant les unes aux autres. Fonctionnellement, elles synthétisent un matériau organique (dén. « matériau ostéoïde ») qui se minéralise secondairement. Ainsi, elles s'emmurent progressivement dans leurs propres excréments. Dès lors, individuellement emprisonnées, elles se différencient en ostéocytes.
Ostéocyte		Morphologiquement, ces cellules présentent un corps aplati et tentaculaire. Bien qu'enfermées dans des lacunes (dén. « ostéoplastes »), elles ne sont pas isolées grâce à de longs prolongements cellulaires qui les relient les unes aux autres. Fonctionnellement, elles présentent une faible, mais néanmoins indispensable, activité métabolique. En effet, elles participent, <i>via</i> leurs sécrétions, au maintien et aux remaniements osseux.
Ostéoclaste		Morphologiquement, ces immenses cellules polynucléées présentent des microvillosités apicales (à s. : bordure en brosse). Fonctionnellement, elles sécrètent des enzymes qui dégradent la phase organique des matrices extra-cellulaires osseuses. De même, elles libèrent des acides qui dissolvent leur phase minérale. Ainsi, ces attaques laissent des lacunes (dén. « lacunes de Howship ») généralement comblées par des ostéoblastes.
<small>Licence : CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ; OpenStax.</small>		

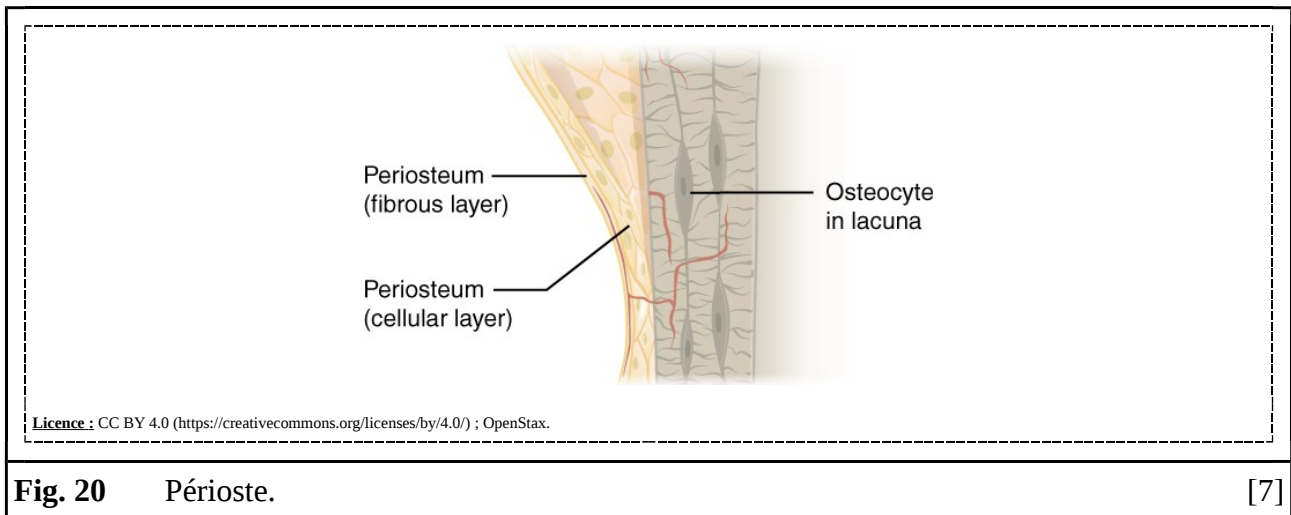
Fig. 19 Cellules spécifiques aux tissus conjonctifs osseux.

[7]

Les tissus conjonctifs non osseux présents dans les os contiennent de nombreuses autres populations cellulaires, comme des adipocytes et des leucocytes [7, 27, 29, 53].

1.2.2.3.1. Périoste

Le périoste est une membrane qui recouvre, à l'exclusion de leurs aires articulaires, les surfaces externes des os. Il se présente sous la forme d'une bicouche enracinée au tissu osseux compact sous-jacent par des fibres de collagènes [7, 27, 29, 53].



Sa couche externe constitue un tissu conjonctif dense irrégulier. Aussi, il possède une matrice extra-cellulaire, isotrope, pauvre en substance fondamentale et riche en fibres protéiques (à savoir, des fibres de collagène). Celle-ci est entretenue par les multiples fibroblastes qu'elle héberge. Ainsi, cette épaisseur fibreuse protège les tissus conjonctifs osseux sous-jacents, arrime les vaisseaux sanguins et lymphatiques, maintient les nerfs et recueille les ancrages tendineux et ligamentaires [7, 27, 29, 53].

Sa couche interne abrite de nombreuses cellules spécifiques aux tissus conjonctifs osseux. Aussi, elle accueille des cellules ostéogéniques et des ostéoblastes. Les ostéoclastes se retrouvent à l'interface entre la couche interne du périoste et l'os sous-jacent. Ainsi, cette région héberge les mécanismes biologiques à l'origine de la plupart des phénomènes de synthèses et de résorptions osseuses [7, 27, 29, 53].

1.2.2.3.2. Tissu Osseux Compact

Le tissu osseux compact est dense, lisse et anisotrope. Il constitue un matériau vivant, résistant, dur et mûre à l'architecture lamellaire. Il présente une constitution en trois couches [8, 27, 29, 53].

Sa partie centrale est formée d'une multitude de structures cylindriques et creuses dénommées « système de Havers » ou « ostéons ». Parallèles les unes aux autres, ces unités présentent une orientation identique à celle des principales contraintes mécaniques qui s'exercent sur la pièce osseuse qu'elles composent. Elles correspondent, individuellement, à des superpositions concentriques d'une dizaine de lamelles circulaires de matrice extra-cellulaire délimitant des conduits centraux dénommés « canaux de Havers » ou « canaux centraux ». Ces derniers sont reliés les uns aux autres par des boyaux transversaux dénommés « canaux de Volkmann » ou « canaux perforants ». Ces deux ensembles de canaux s'associent pour former un réseau assurant le passage, au sein de l'os, des vaisseaux sanguins, des vaisseaux lymphatiques et des nerfs. Entre les ostéons,

on retrouve des structures incomplètes formées de lamelles interstitielles. Celles-ci constituent des vestiges partiellement résorbés de système de Havers [7, 27, 29, 53].

Ses parties internes et externes sont formées d'une succession de plaques courbes, dénommées « lamelles circonférentielles internes » et « lamelles circonférentielles externes », qui présentent une structure relativement analogue aux ostéons. Les lamelles circonférentielles internes soutiennent l'endoste tandis que les lamelles circonférentielles externes supportent le périoste et ancrent les fibres de Sharpey, précédemment décrites, qui les lient [7, 27, 29, 53].

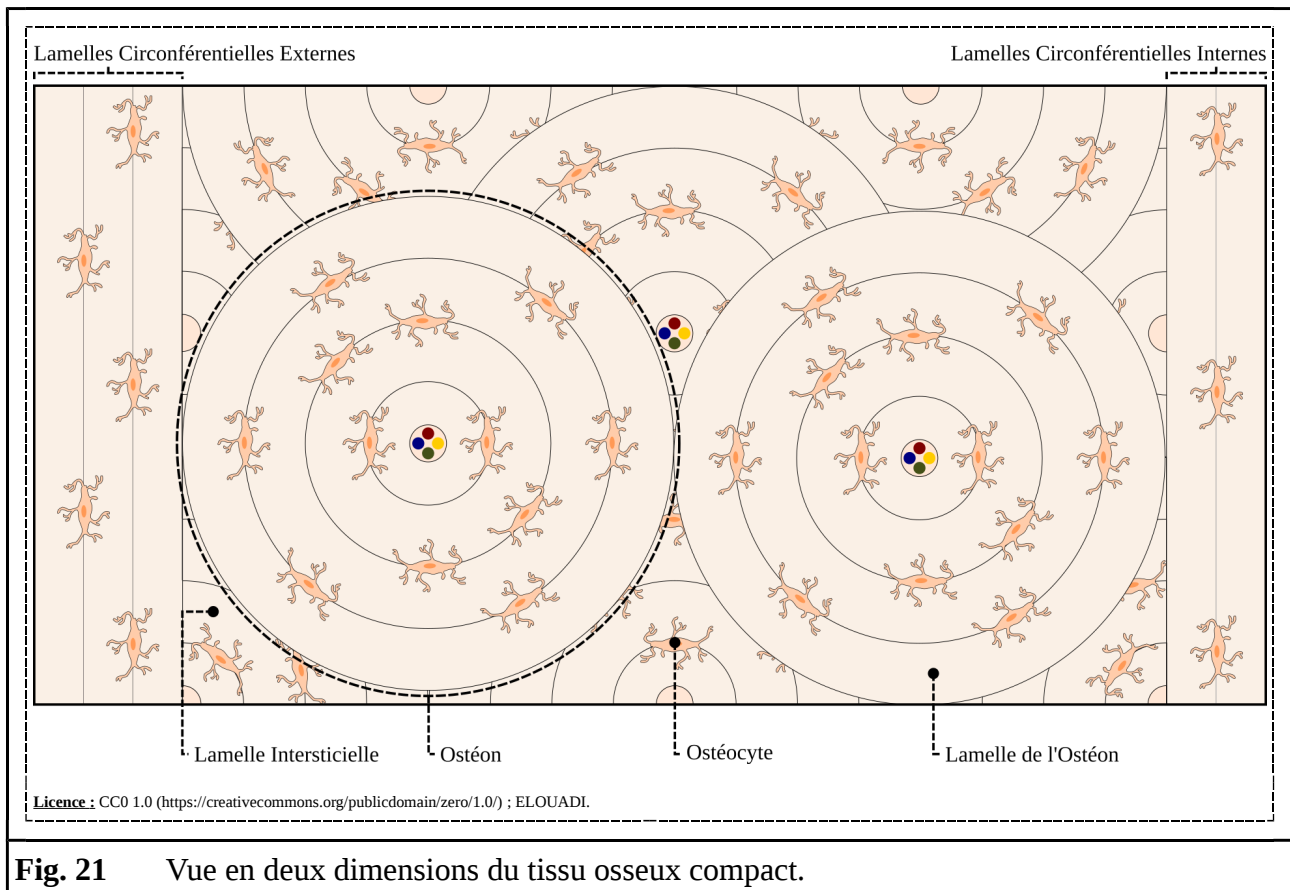


Fig. 21 Vue en deux dimensions du tissu osseux compact.

Le tissu osseux compact possède une matrice extra-cellulaire fortement minéralisée à la structure complexe. Sa composante organique, dénommée « matrice ostéoïde », est extrêmement riche en fibres de collagènes. Dans un ostéon, celles-ci évoluent parallèlement, au sein d'une même lamelle, en suivant des trajectoires hélicoïdales dont les pas varient, en sens et en valeur, d'une lamelle à l'autre. Constituant de cinquante à soixante pourcents de sa masse, sa composante minérale est abondante et essentiellement composée de petites plaques cristallines d'hydroxyapatite interagissant avec les polymères organiques précédemment décrits [7, 27, 29, 53].

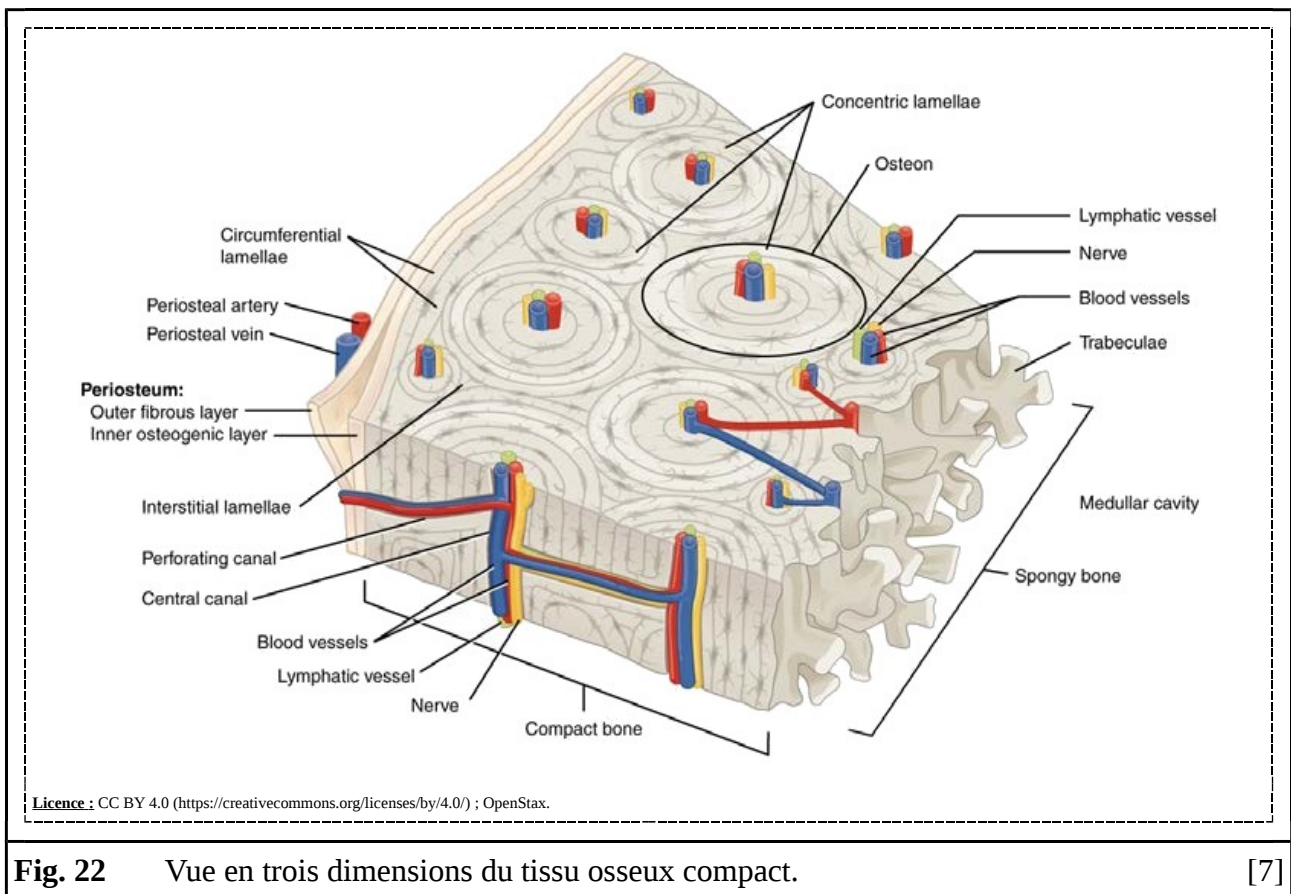


Fig. 22 Vue en trois dimensions du tissu osseux compact.

[7]

Le tissu osseux compact héberge essentiellement des ostéocytes dont les prolongements cellulaires serpentent à travers la matrice extra-cellulaire dans des canalicules. Ceux-ci, reliés aux canaux centraux et aux canaux perforants, autorisent la libre circulation des gaz, minéraux et nutriments. Néanmoins, des ostéoblastes et ostéoclastes, originaires du périoste ou de l'endoste, le colonisent régulièrement dans le cadre de leurs missions de synthèse et de résorption osseuses [7, 27, 29, 53].

1.2.2.3.3. Tissu Osseux Spongieux

Le tissu osseux spongieux est poreux, rugueux et isotrope. Il constitue également un matériau vivant, résistant, dur et mûre à l'architecture lamellaire. Il se présente sous la forme d'un treillis de tiges et de plaques, dénommées « travées » ou « trabécules », délimitant de nombreuses alvéoles, dénommées « espace médullaire », communicantes les unes avec les autres [7, 27, 29, 53].

Contrairement au tissu osseux compact, le tissu osseux spongieux ne contient pas d'ostéons. Aussi, ses travées constituent des solides pleins formés de lamelles interstitielles concentriques plus ou moins ovales. De nombreux canalicules, raccordant les multiples ostéoplastes à l'espace médullaire, maillent les trabécules dans leurs volumes. Leurs surfaces sont, quant à elles, recouvertes par l'endoste [7, 27, 29, 53].

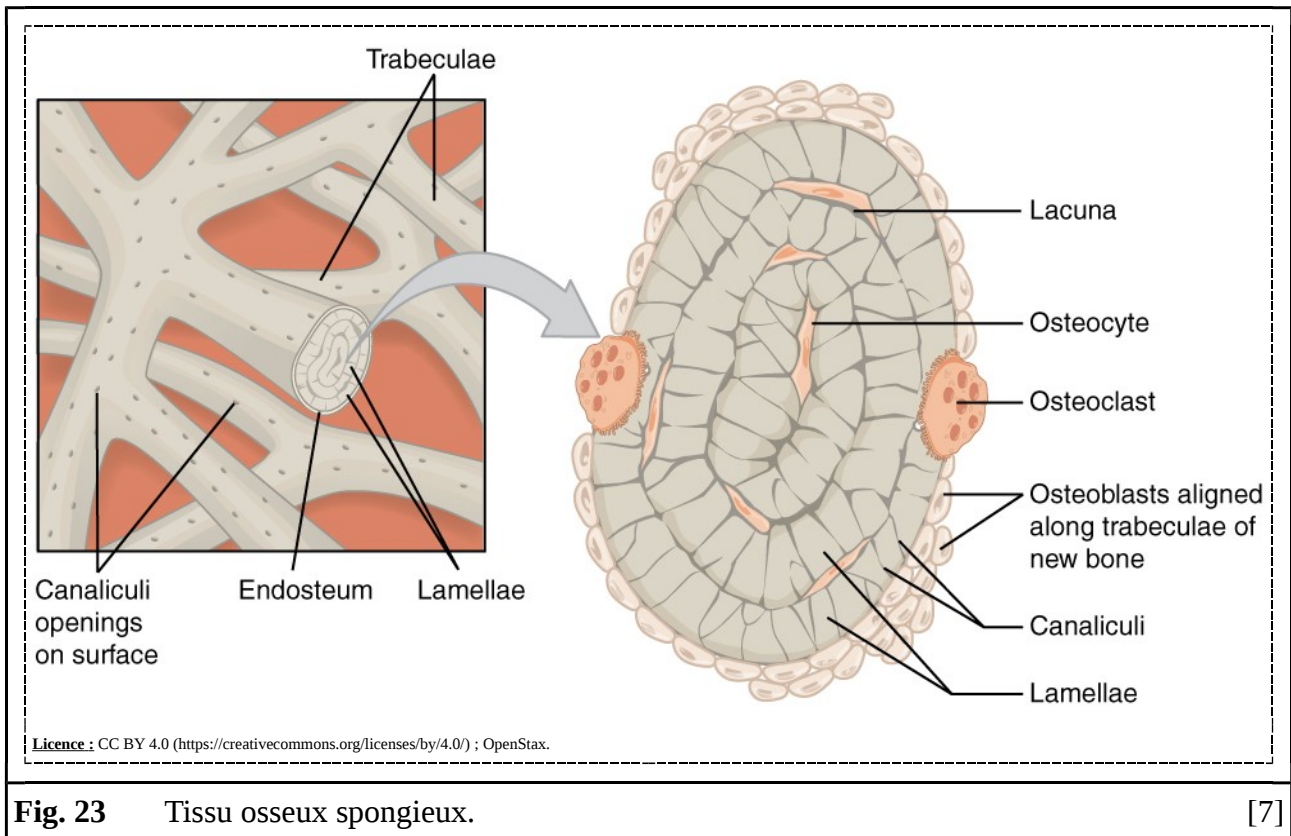


Fig. 23 Tissu osseux spongieux.

[7]

Tissu osseux compact et tissu osseux spongieux disposent de matrices extra-cellulaires tout à fait analogues. De même, ils hébergent les mêmes types cellulaires [7, 27, 29, 53].

1.2.2.3.4. Endoste

L'endoste est une membrane qui tapisse les surfaces internes des os. Ainsi, il recouvre les lamelles circonférentielles internes de tissu osseux compact ainsi que les travées de tissu osseux spongieux. Dès lors, il sépare les tissus conjonctifs osseux des tissus conjonctifs non osseux, comme les moelles osseuses, que les os abritent [7, 27, 53].

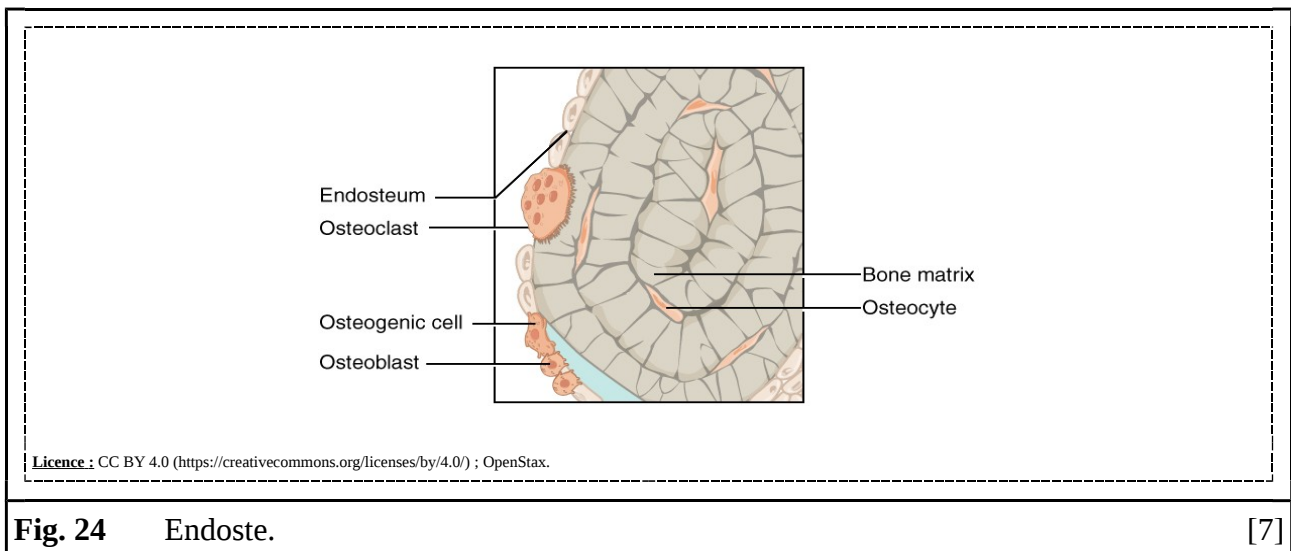


Fig. 24 Endoste.

[7]

Il se présente sous la forme d'une couche discontinue de cellules. Ainsi, il accueille des cellules ostéogéniques et des ostéoblastes tandis que les ostéoclastes se retrouvent à l'interface avec l'os sous-jacent. Dès lors, comme la région du périoste, cette zone héberge les mécanismes biologiques à l'origine de la plupart des phénomènes de synthèses et de résorptions osseuses [7, 27, 53].

1.2.2.4. Gencives

La cavité orale est entièrement tapissée par un revêtement muqueux dont la nature et l'épaisseur varient avec sa location. Cette grande diversité structurale s'explique par la considérable disparité des fonctions, par exemple de protection, de sensation et de sécrétion, que possèdent ces tissus. Ainsi, on distingue, d'un point de vue histologique, trois catégories de muqueuses : de revêtement, masticatoires et spécialisées. Ces muqueuses, quelles qu'elles soient, se présentent sous la forme d'une tri-couche constituée d'un épithélium, d'une membrane basale et d'un chorion [27, 56].



Fig. 25 Photographie de la jonction muco-gingivale mandibulaire.

Les muqueuses gingivales et antéro-palatines appartiennent à la catégorie des muqueuses masticatoires tandis que les muqueuses alvéolaires, à la base des processus alvéolaires, constituent des muqueuses de revêtement. Les muqueuses masticatoires possèdent un épais épithélium malpighien kératinisé, dénommé « épithélium pavimenteux pluristratifié et kératinisé », supporté par un tissu conjonctif dense irrégulier tandis que les muqueuses alvéolaires présentent un fin épithélium malpighien non kératinisé supporté par un tissu conjonctif dense élastique [27, 53, 56, 102].

Gencives et muqueuses alvéolaires se rejoignent, au centre des processus alvéolaires, pour former les jonctions muco-gingivales. Parallèlement, gencives et dents se rencontrent, au niveau des sulcus, pour former les jonctions gingivo-dentaires [7, 27, 29, 56, 102].

1.2.2.4.1. Épithélium Malpighien Kératinisé

Ainsi, comme nous l'avons vu précédemment, les muqueuses gingivales présentent des épithélia malpighiens kératinisés. Ceux-ci présentent des cellules épithéliales, organisées en couches successives, très fermement attachées les unes aux autres. Ainsi, elles forment d'épaisses barrières étanches en perpétuel renouvellement. En effet, issues de progéniteurs des couches cellulaires les plus basales, les cellules épithéliales se différencient graduellement en approchant des couches cellulaires les plus apicales. Ce sont ces couches les plus apicales, formées d'enveloppes plates de kératine dénommées « kératinocytes », qui donnent aux épithélia malpighiens kératinisés leurs rigidité, solidité et résistance à l'abrasion [7, 29, 53, 56].

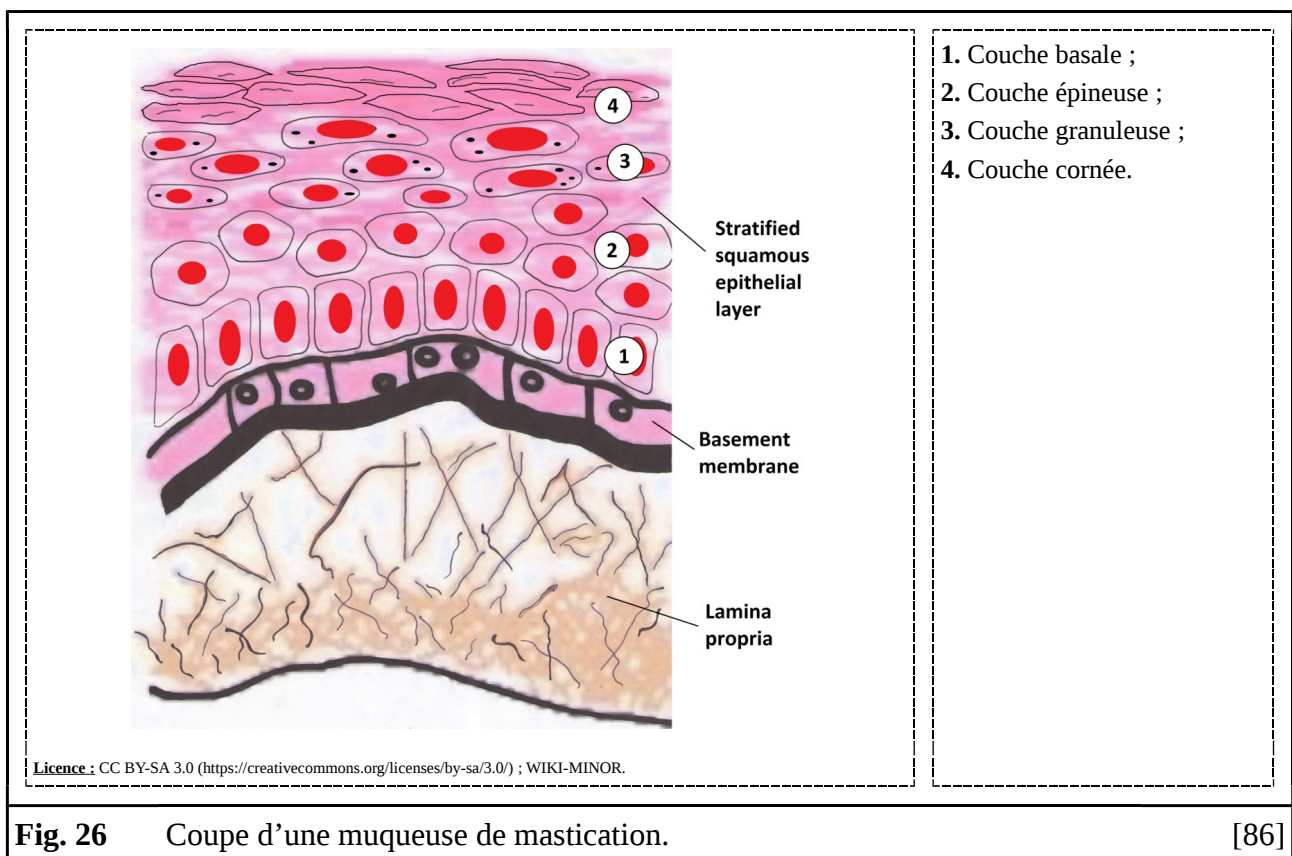


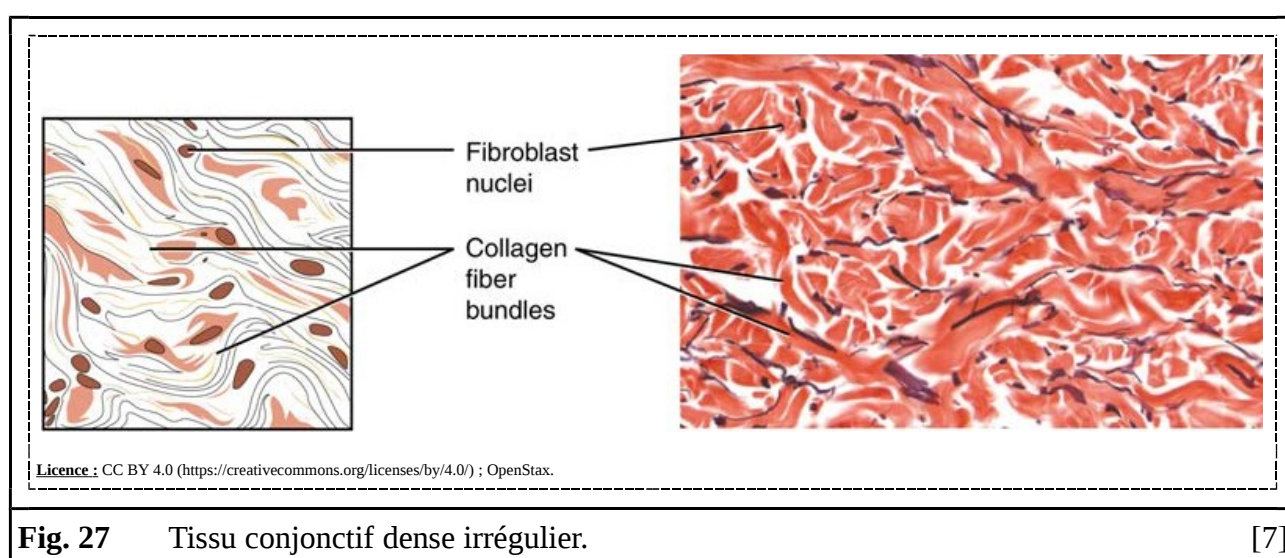
Fig. 26 Coupe d'une muqueuse de mastication.

[86]

Dans les muqueuses gingivales, les couches conjonctives forment, dans l'épithélium sus-jacent, de très nombreuses invaginations. Longues et étroites, celles-ci augmentent la surface de leurs interfaces. Ainsi, cela assure des échanges biologiques optimaux et une résistance mécanique globale maximale. En effet, les épithélia constituent des tissus avasculaires, ils dépendent entièrement de leurs tissus conjonctifs sous-jacents [7, 27, 29, 53, 56].

1.2.2.4.2. Tissu Conjonctif Dense Irrégulier

Ainsi, comme nous l'avons vu précédemment, les muqueuses gingivales possèdent des chorions formés de tissu conjonctif dense irrégulier. Très bien vascularisé et innervé, celui-ci héberge de nombreuses variétés de cellules, comme des fibroblastes et des cellules immunitaires, et dispose d'une matrice extra-cellulaire très hydratée riche en fibres de collagènes et en fibres élastiques. Il présente, ici, deux couches successives, à savoir : une couche papillaire et une couche réticulaire. Sa couche supérieure, qui s'invagine dans l'épithélium sus-jacent, présente, un enchevêtrement lâche de fibres protéiques. Sa couche inférieure, en revanche, contient un réseau ordonné de faisceaux de fibres de collagène parallèles à la surface [7, 53, 56].

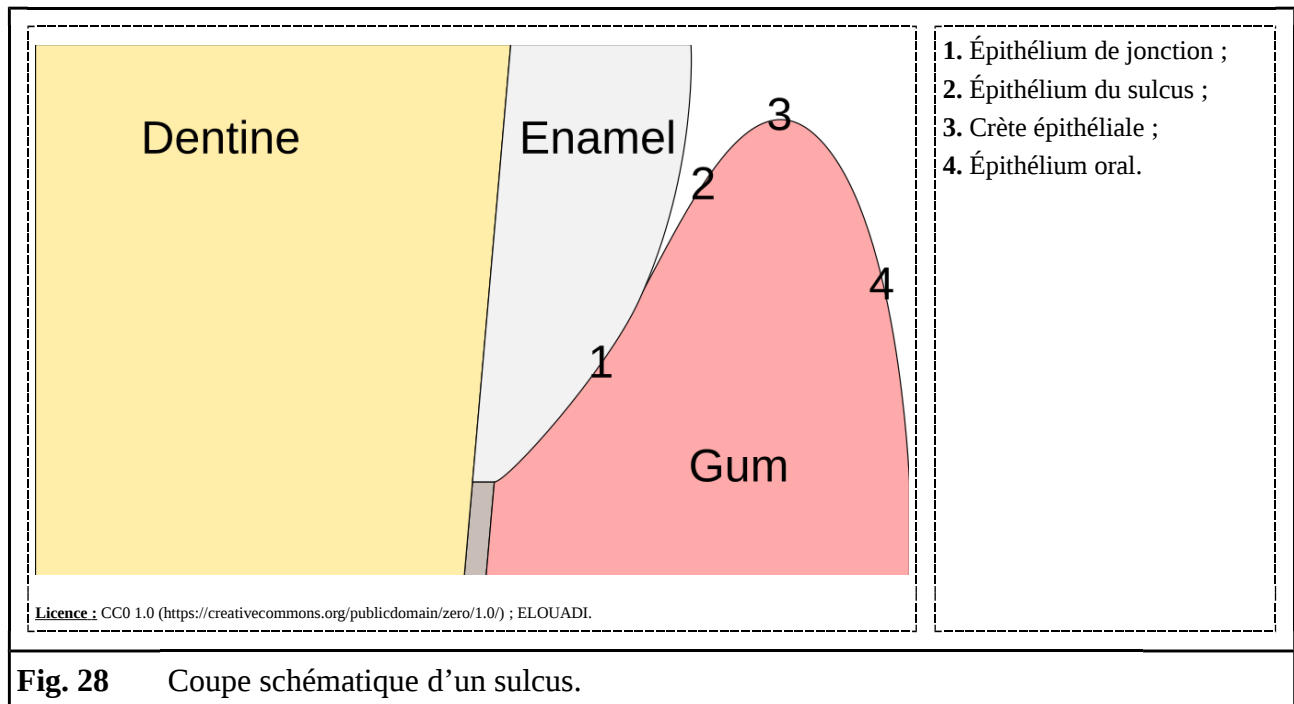


Au niveau des muqueuses gingivales, on ne retrouve pas de sous-muqueuse, c'est-à-dire de couches de tissus conjonctifs lâches adipeux ou réticulaires. Ainsi, le tissu conjonctif dense irrégulier se lie très fermement au périoste des processus alvéolaires. Par ailleurs, des faisceaux de fibres de collagène forment des groupes de faisceaux, de manière analogue à ceux du desmodonte, et participent au maintien des dents dans leurs alvéoles [7, 53, 56].

1.2.2.4.3. Jonction Gingivo-Dentaire

Dans le sulcus, la muqueuse gingivale présente une composition complètement différente de celle en regard de la cavité orale. Aussi, les éléments précédemment décrits ne s'y appliquent pas. En effet, les épithélia de jonction et du sulcus ne constituent pas des épithélia malpighiens kératinisés mais des épithélia malpighiens non kératinisés. Aussi, ces derniers ne synthétisent pas de kératine et présentent, contrairement aux kératinocytes – non vivants – apicaux des épithélia malpighiens non kératinisés, des cellules apicales vivantes. De la même manière, ces muqueuses arborent des tissus conjonctifs différents [56].

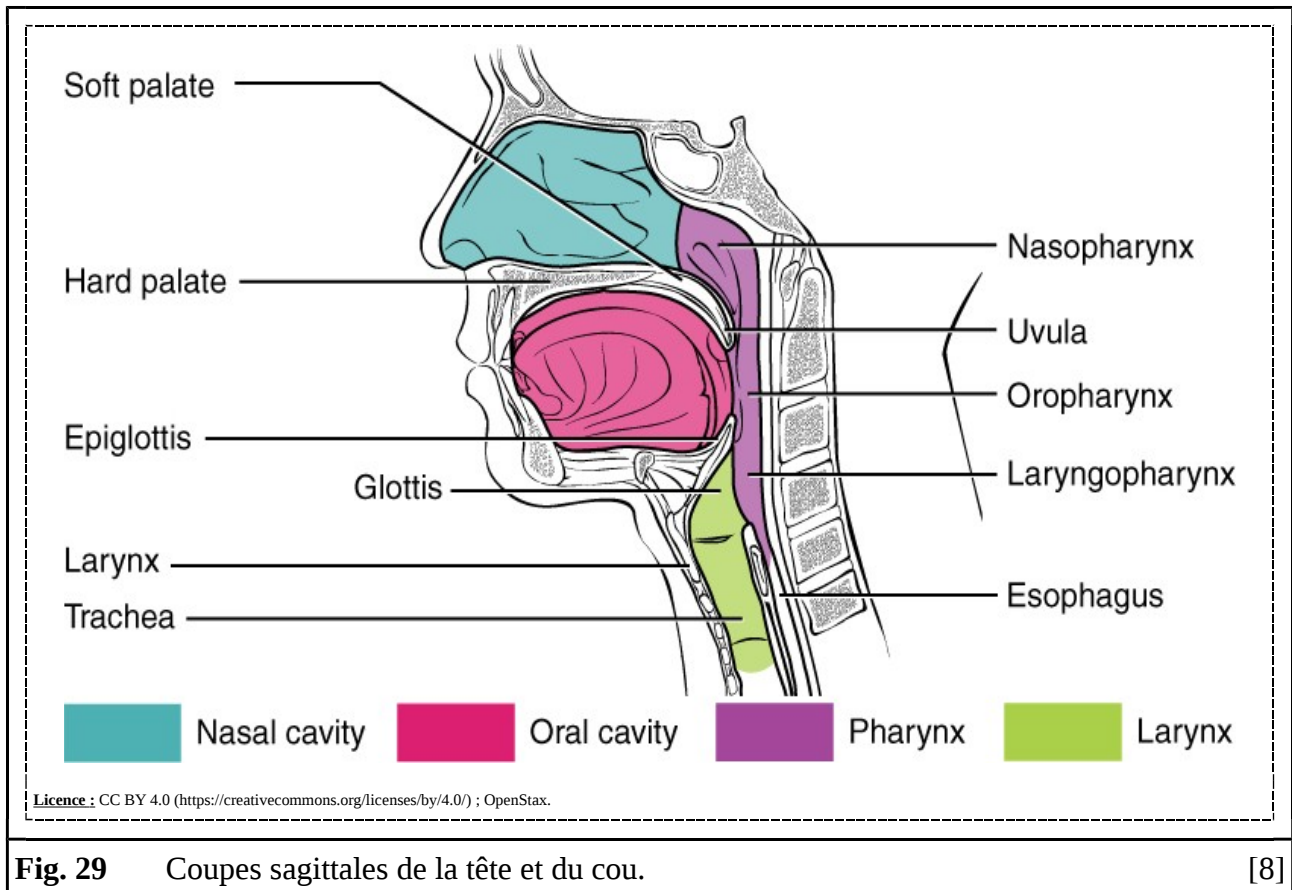
Lors de leurs éruptions, les dents perforent la muqueuse gingivale. Cette situation, où une structure biologique passe physiologiquement au travers d'un épithélium, est unique dans l'organisme. Ainsi, afin d'éviter le passage de substances potentiellement nocives, il existe des jonctions étanches, dénommées « jonctions gingivo-dentaire », entre la muqueuse gingivale et les dents [27, 29, 56, 102].



Ainsi, les cellules apicales de l'épithélium de jonction adhèrent, via des jonctions adhérentes de type « héli-desmosomes », à l'émail au moyen d'une attache dont l'organisation, la structure et la composition rappellent celle d'une lame basale. Néanmoins, cet assemblage n'étant point étanche, des antigènes peuvent, plus ou moins facilement, s'y glisser [27, 56, 102].

2. La Cavité Orale

La tête renferme de nombreuses cavités, comme : les sinus frontaux, les sinus ethmoïdaux, les sinus sphénoïdaux, les sinus maxillaires, la cavité nasale, la cavité crânienne et les orbites. Aussi, la cavité orale ne constitue que l'une des nombreuses cavités crânio-faciales. Fonctionnellement, elle forme l'un des segments des appareils digestif, respiratoire et phonatoire [7, 27, 29, 38, 53, 56].

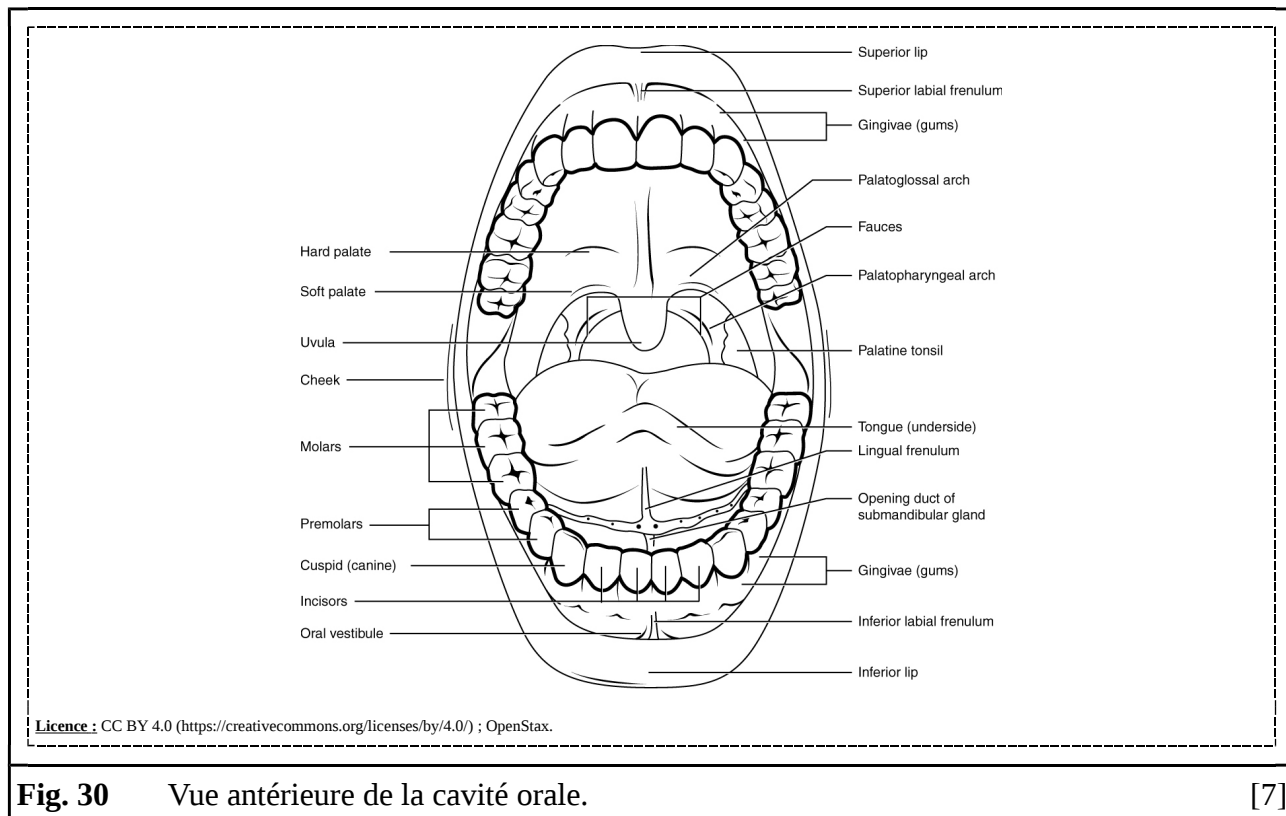


Ainsi, la cavité orale se jette, postérieurement, sur l'oropharynx qui s'ouvre, *via* le laryngopharynx, sur les voies aérienne et digestive [7, 29, 38, 53, 56].

2.1. Anatomie Générale

Anatomiquement, la cavité orale se divise en deux parties inégales, à savoir : le vestibule oral et la cavité orale proprement dite. Ainsi, le vestibule oral constitue l'espace compris entre les arcades dentaires, les joues et la bouche. La cavité orale proprement dite correspond, quant à elle, à la zone comprise entre les arcades dentaires et l'isthme du gosier [7, 29, 38, 53, 56].

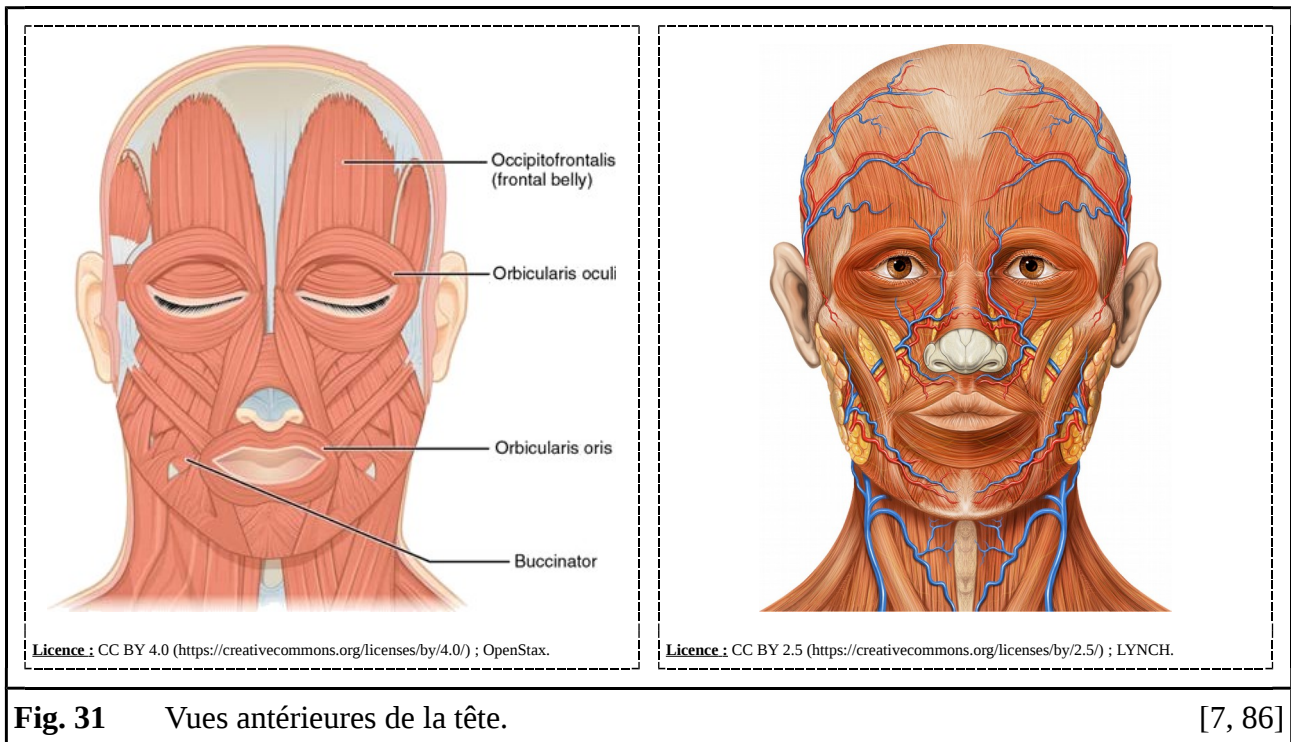
Les dentures, déciduales comme permanentes, se répartissent sur deux arcades – à savoir : une arcade maxillaire et une arcade mandibulaire – de deux quadrants dentaires chacune. Ainsi, on retrouve, chez l’adulte, quatre quadrants de huit dents permanentes et, chez l’enfant, quatre quadrants de cinq dents déciduales [7, 29, 38, 53, 92].



La cavité orale est une structure complexe hébergeant, à côté de l’organe dentaire, une multitude de tissus, comme les tissus conjonctifs osseux, musculaires, nerveux et lymphoïdes. Elle est limitée frontalement par la bouche, dorsalement par l’isthme du gosier, crânialement par le palais, caudalement par le plancher oral et latéralement par les joues [7, 27, 29, 38, 53, 56].

2.1.1. Paroi Antérieure

La paroi antérieure de la cavité orale correspond à la région labiale. Celle-ci se compose de différents plans tissulaires, à savoir : les plans cutané, musculaire, glandulaire et muqueux. A l’extérieur, au contact de l’environnement, on retrouve la peau entourant les lèvres. Dessous, on identifie une couche intermédiaire constituée de nombreux muscles comme, par exemple, les muscles orbiculaires de la bouche. A l’intérieur, dans le vestibule oral, on reconnaît une muqueuse de revêtement parsemée d’une multitude de glandes, tant muqueuses que séreuses, salivaires accessoires [7, 29, 38, 53, 56, 92].



La région labiale compte de nombreux nœuds lymphatiques. Elle est vascularisée par des branches collatérales des artères et veines faciales. Elle est innervée par des rameaux, respectivement sensitif et moteur, des cinquièmes et septièmes nerfs crâniens (à savoir : les nerfs mentonniers, les nerfs infra-orbitaires et les nerfs faciaux) [29, 38, 92].

2.1.2. Parois Latérales

Les parois latérales de la cavité orale correspondent aux régions des joues. Celles-ci présentent également de nombreux plans tissulaires, à savoir : les plans cutané, adipeux, musculaire, glandulaire et muqueux. A l'extérieur, soutenue par des aponévroses, on retrouve la peau des joues. Dans des couches intermédiaires, on distingue des corps adipeux (à savoir : les boules de Bichat), de nombreux muscles (comme les muscles masséters, ptérygoïdiens et buccinateurs), des glandes salivaires principales (à savoir : les glandes salivaires parotides) et les branches osseuses de la mandibule. A l'intérieur, dans le vestibule oral, on reconnaît également une muqueuse de revêtement parsemée d'une multitude de glandes, tant muqueuses que séreuses, salivaires accessoires [7, 27, 29, 38, 53, 56, 92].

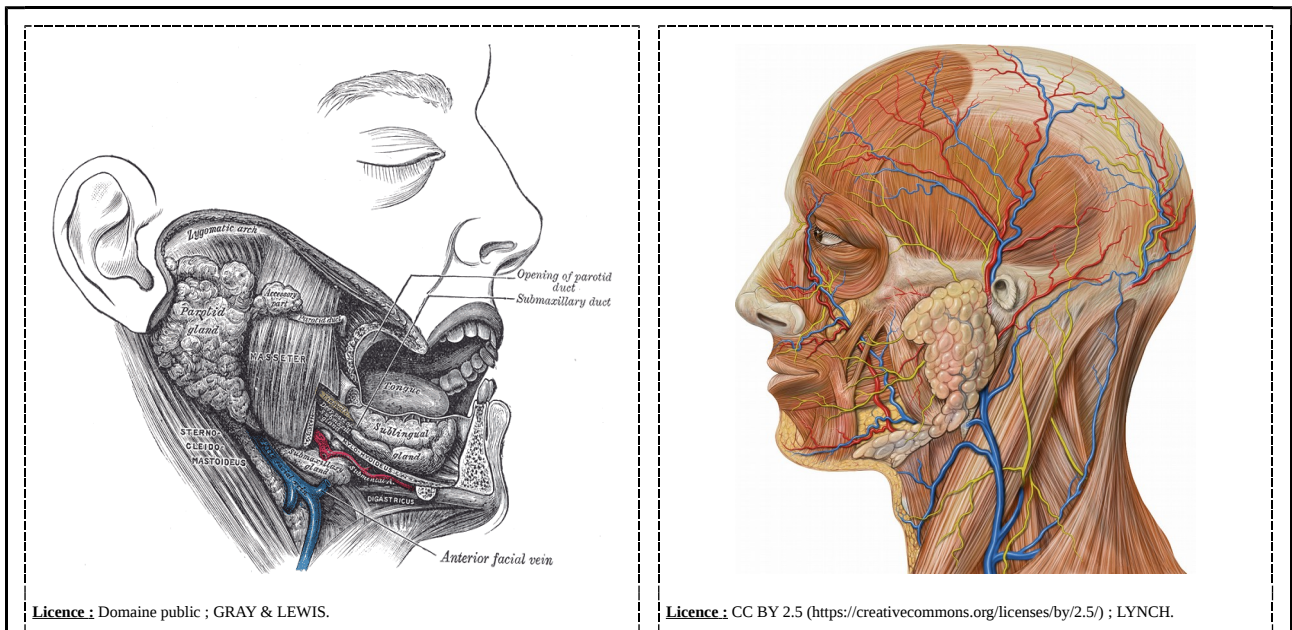


Fig. 32 Vues latérales droite et gauche de la tête. [29, 86]

Les régions des joues contiennent également de nombreux nœuds lymphatiques. Elles sont vascularisées par les branches collatérales des artères et veines faciales ainsi que des artères et veines temporales superficielles. Elles sont innervées par des rameaux, respectivement sensitifs et moteurs, des cinquièmes et septièmes nerfs crâniens (à savoir : les nerfs buccaux, les nerfs infra-orbitaires et les nerfs faciaux) [29, 38, 92].

2.1.3. Paroi Supérieure

La paroi supérieure de la cavité orale correspond à la région palatine. Elle est formée, en avant, du palais dur et, en arrière, du palais mou [7, 29, 38, 53, 92].

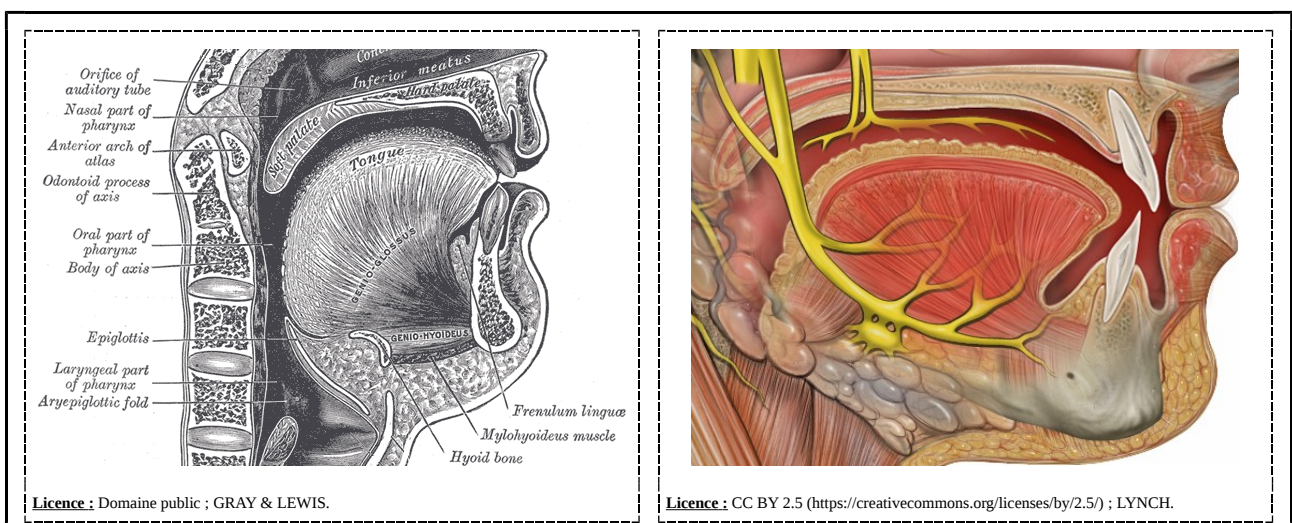


Fig. 33 Coupe sagittale de la tête et du cou. [29, 86]

Portant l'arcade dentaire maxillaire, le palais dur se compose d'une lame osseuse, intermédiaire, formée par l'union des os maxillaires et palatins. Il est recouvert, à l'intérieure de la cavité orale, par une muqueuse masticatoire et, à l'extérieur de celle-ci, par la muqueuse nasale. Il est vascularisé par des branches collatérales des artères et veines maxillaires. Il est innervé par des rameaux sensitifs des cinquièmes nerfs crâniens (à savoir : les nerfs naso-palatins, les nerfs petits palatins et les nerfs grands palatins) [7, 29, 38, 53, 56, 92].

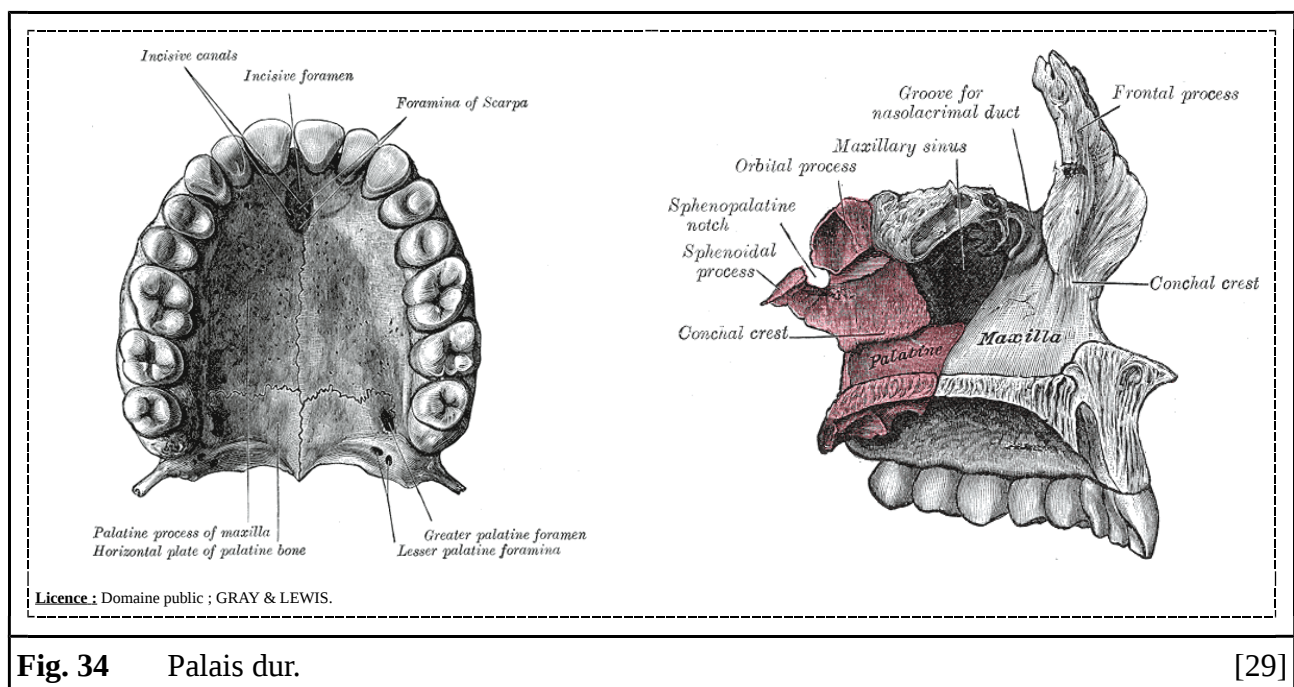


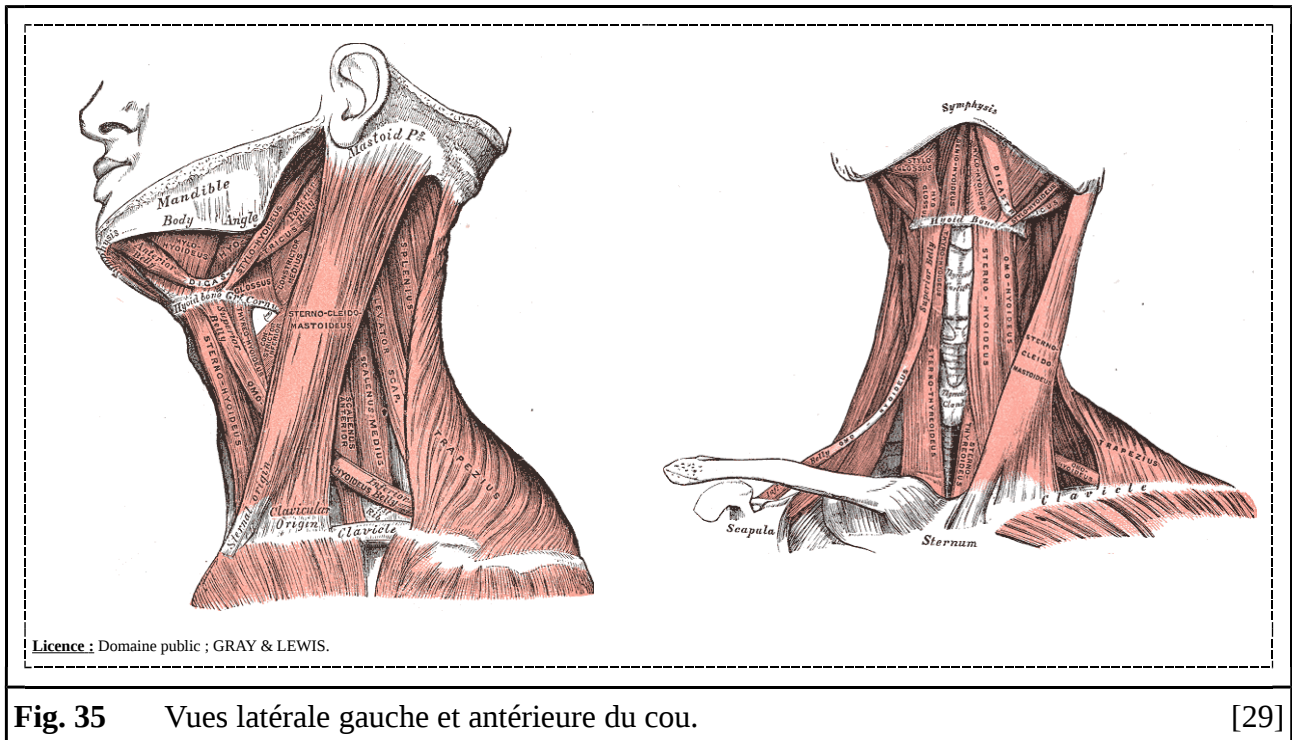
Fig. 34 Palais dur.

[29]

Séparant la cavité orale de la cavité nasale, le palais mou constitue une cloison musculo-membraneuse. Il est formé d'une lame fibro-musculaire doublée, sur sa face orale, d'une muqueuse de revêtement. Il présente une saillie médiane portant la luette. Il est vascularisé par des branches collatérales des artère et veines linguales, des artères et veines maxillaires et des artères faciales. Il est innervé par des rameaux – sensitifs et moteurs – des cinquièmes, septièmes et douzièmes nerfs crâniens [7, 29, 38, 53, 56, 92].

2.1.4. Parois Inférieures

La paroi inférieure de la cavité orale correspond à la région linguale. Elle est formée, dans sa partie antéro-latérale, du plancher oral et, dans sa partie postéro-médiale, de la langue [7, 29, 38, 53, 92].



Portant l'arcade dentaire mandibulaire, le plancher oral forme une cloison séparant les loges sub-linguale et sub-mandibulaire. A l'extrémité caudale, soutenue par des aponévroses, on retrouve de la peau. Dans des couches intermédiaires, on distingue le corps osseux de la mandibule, de nombreux muscles (comme les muscles mylo-hyoïdiens et géno-hyoïdiens) et des glandes salivaires principales (à savoir : les glandes salivaires sub-mandibulaires et sub-linguales). A l'extrémité crâniale, dans la cavité orale proprement dite, on reconnaît également une muqueuse de revêtement parsemée d'une multitude de glandes, tant muqueuses que séreuses, salivaires accessoires. Il est vascularisé par des branches collatérales des artères et veines linguales, maxillaires et faciales. Il est innervé par des rameaux – sensitifs et moteurs – des cinquièmes, septièmes et douzièmes nerfs crâniens [7, 29, 38, 53, 56, 92].

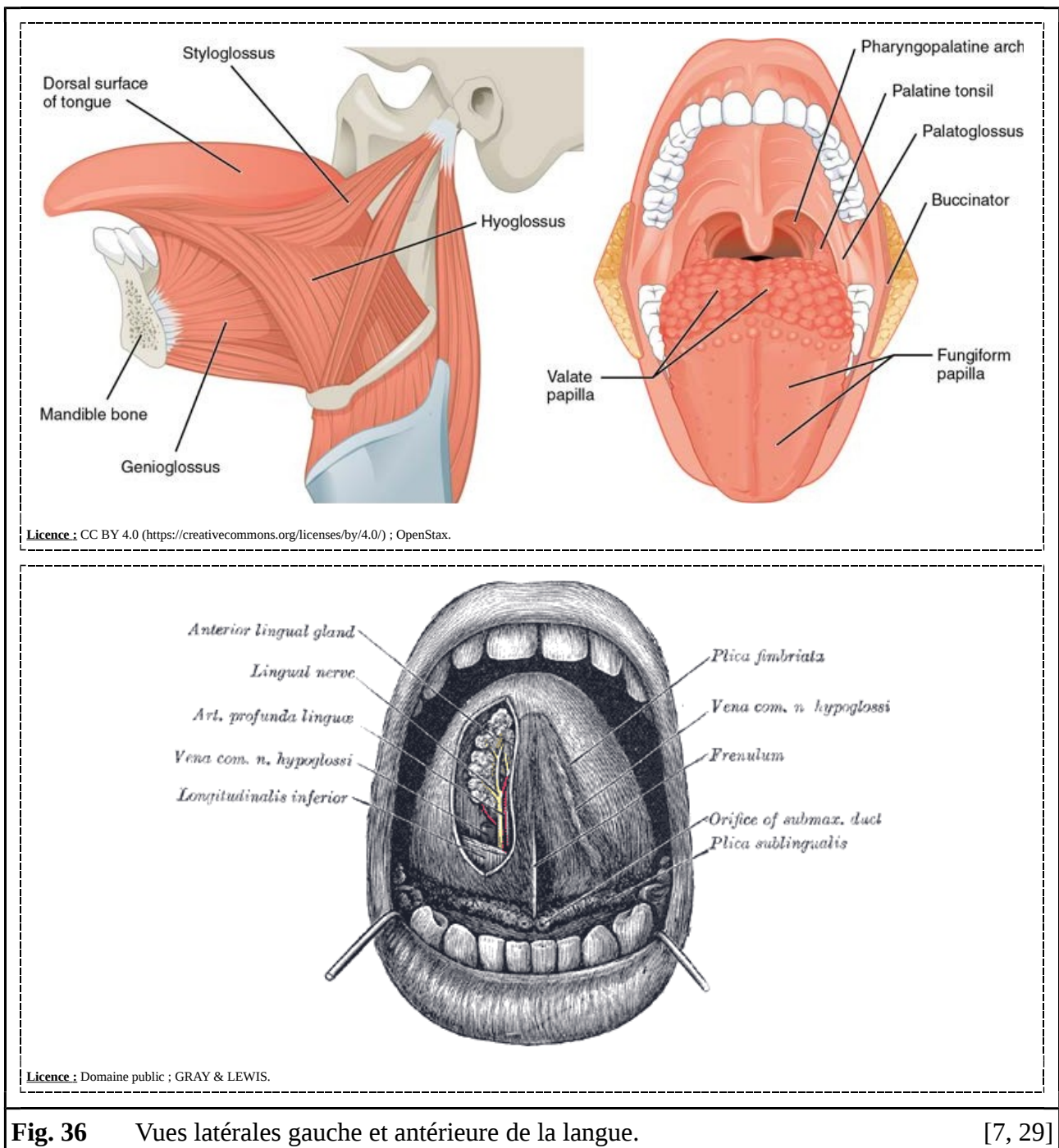


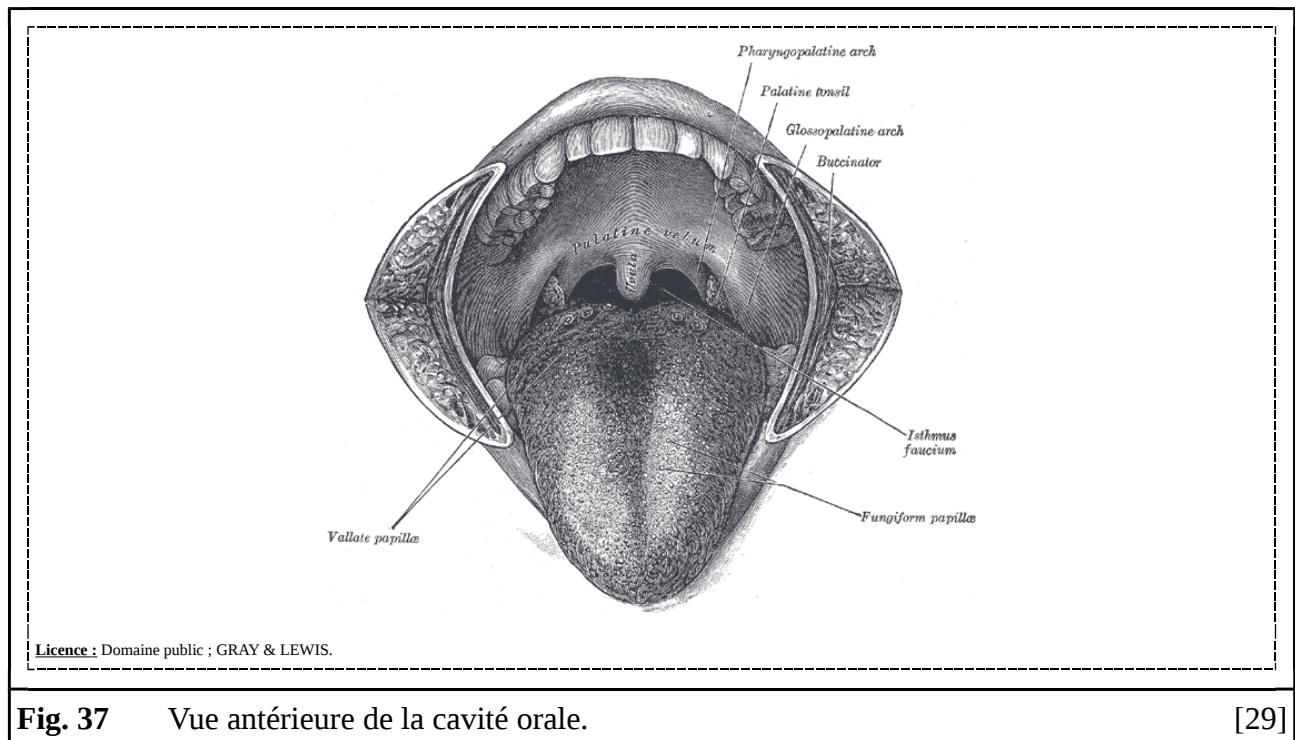
Fig. 36 Vues latérales gauche et antérieure de la langue.

[7, 29]

La langue se compose d'une base fixe et d'un corps mobile. Elle repose sur un squelette ostéo-fibreux – constitué de l'os hyoïde, de la membrane hyoglossienne et du septum lingual – renforcé par de très nombreux muscles, comme les muscles longitudinaux inférieurs et supérieurs de la langue. Elle est recouverte, sur sa partie supérieure, par une muqueuse spécialisée et, sur sa partie inférieure, par une muqueuse de revêtement. On retrouve, sur ces dernières, de nombreuses structures, comme les glandes salivaires accessoires et les bourgeons du goût. La langue est vascularisée par des branches collatérales des artères et veines linguales. Elle est innervée par des rameaux – sensitifs et moteurs – des cinquièmes, septièmes et neuvièmes et douzièmes nerfs crâniens [7, 27, 29, 38, 53, 56, 92].

2.1.5. Parois Postérieures

La paroi postérieure de la cavité orale correspond à l'isthme du gosier. Celui-ci est délimité par : le voile du palais avec l'uvule palatine en haut, la base de la langue en bas et les arcs palato-glosses et palato-pharyngiens latéralement [7, 29, 38, 53, 92].



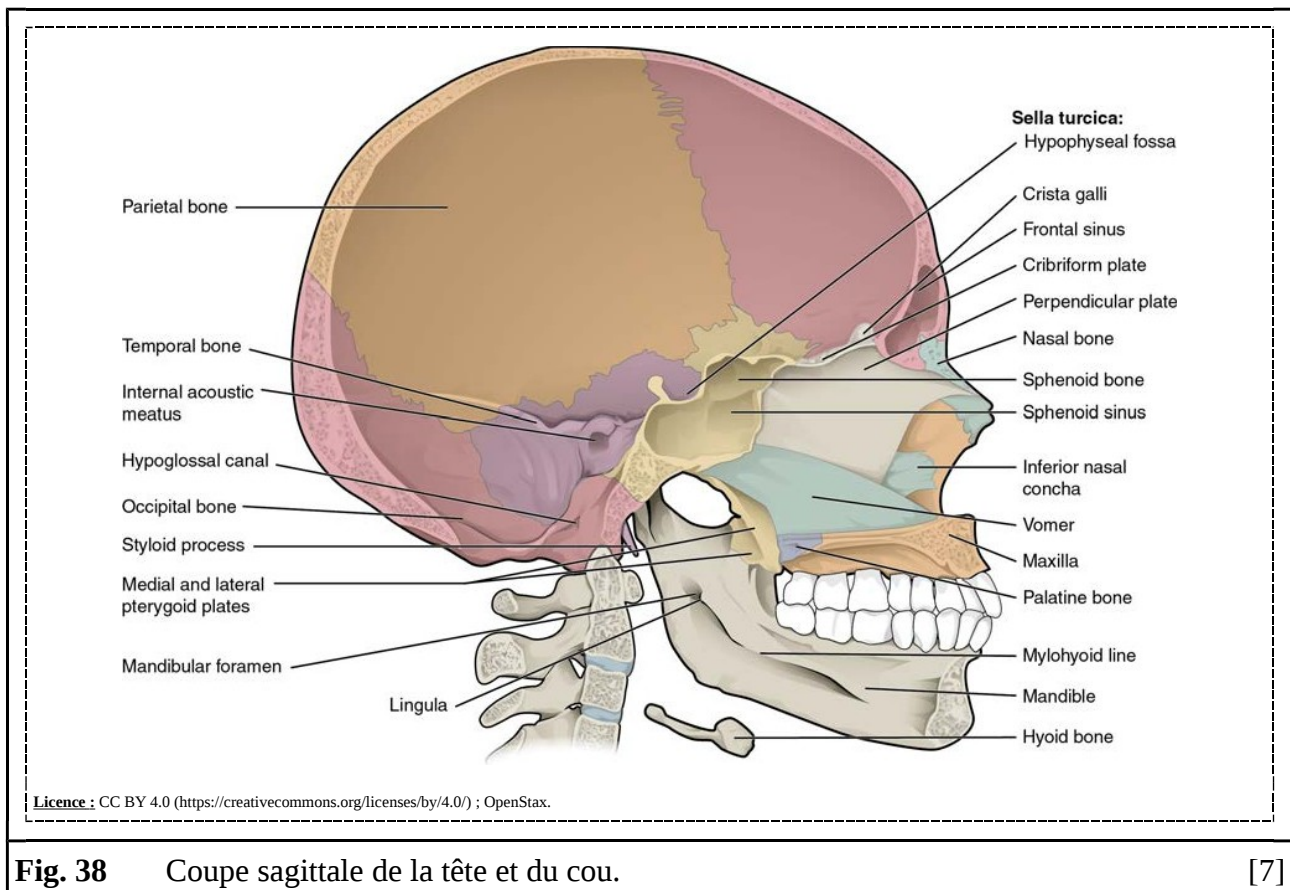
Les arcs palato-glosses et palato-pharyngiens forment des fosses qui hébergent les tonsilles palatins. On retrouve, encore plus latéralement, les trigones rétro-molaires. Cette région est vascularisée par des branches collatérales des artères et veines faciales. Elle est innervée par des rameaux des neuvièmes nerfs crâniens [7, 29, 38, 53].

2.2. Anatomie Spécifique

Toutes les structures de la cavité orale n'intéressent pas spécifiquement l'anesthésie dentaire [5, 44, 46].

2.2.1. Ostéologie

La tête osseuse se compose de vingt-deux pièces osseuses [7, 29, 38, 53].



Néanmoins, seuls cinq d'entre elles – à savoir : les deux maxillaires, les deux palatins et la mandibule – participent vraiment à la formation de la cavité orale [7, 29, 38, 53, 92].

2.2.1.1. Maxillaires

Les os maxillaires sont des os pairs formant la partie supéro-antérieure de la mâchoire. Individuellement, ils se composent d'un corps d'où se détachent quatre processus, à savoir : les processus zygomatique, frontal, alvéolaire et palatin. Les os maxillaires sont constitués de tissus osseux compacts et spongieux. A ce propos, ils présentent, dans leurs régions dentaires, une fine corticale [7, 29, 38, 53].

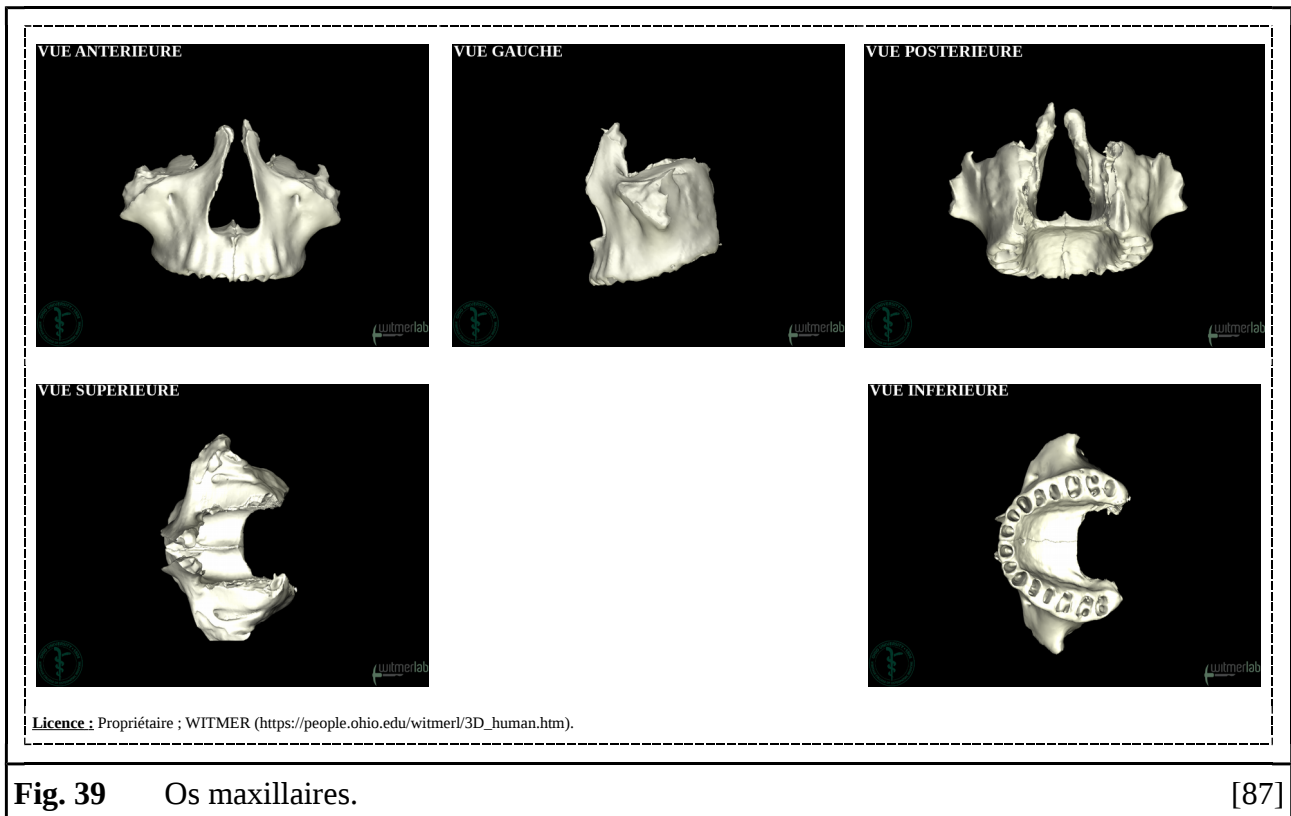


Fig. 39 Os maxillaires.

[87]

De forme pyramidale triangulaire, les corps des os maxillaires possèdent chacun quatre faces. On retrouve de nombreux orifices et dépressions d'intérêts répartis sur celles-ci, comme : le foramen incisif, les sillons infra-orbitaires alignés avec les canaux infra-orbitaires qui débouchent sur les foramina infra-orbitaires et les foramina alvéolaires [7, 29, 38, 53].

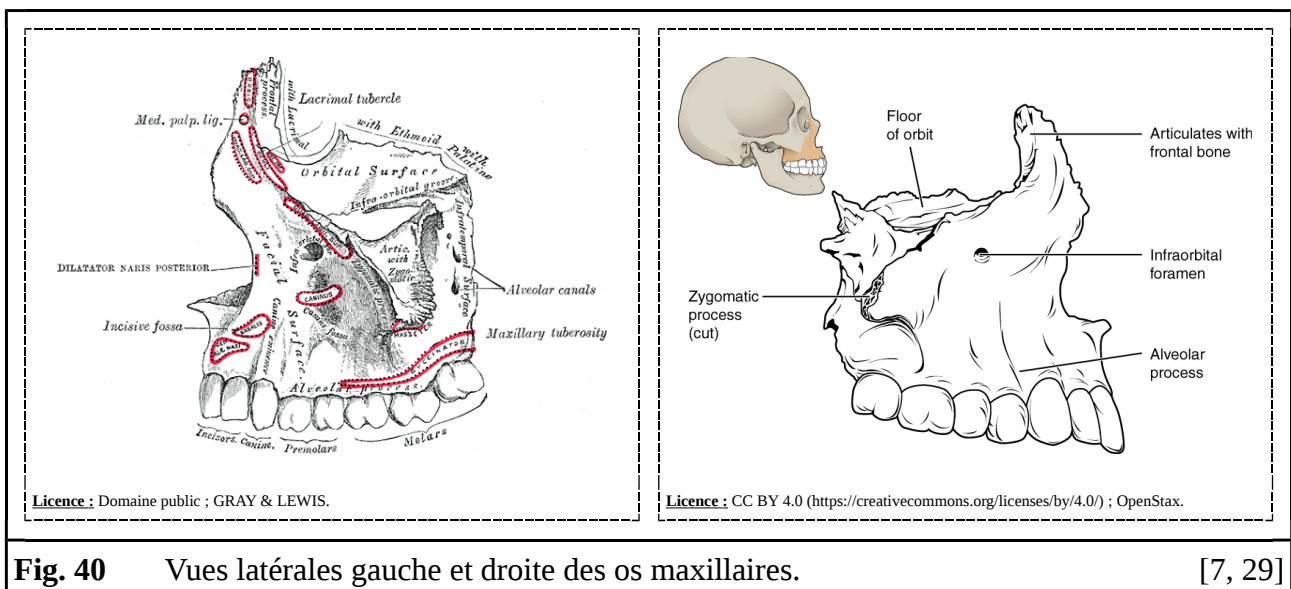


Fig. 40 Vues latérales gauche et droite des os maxillaires.

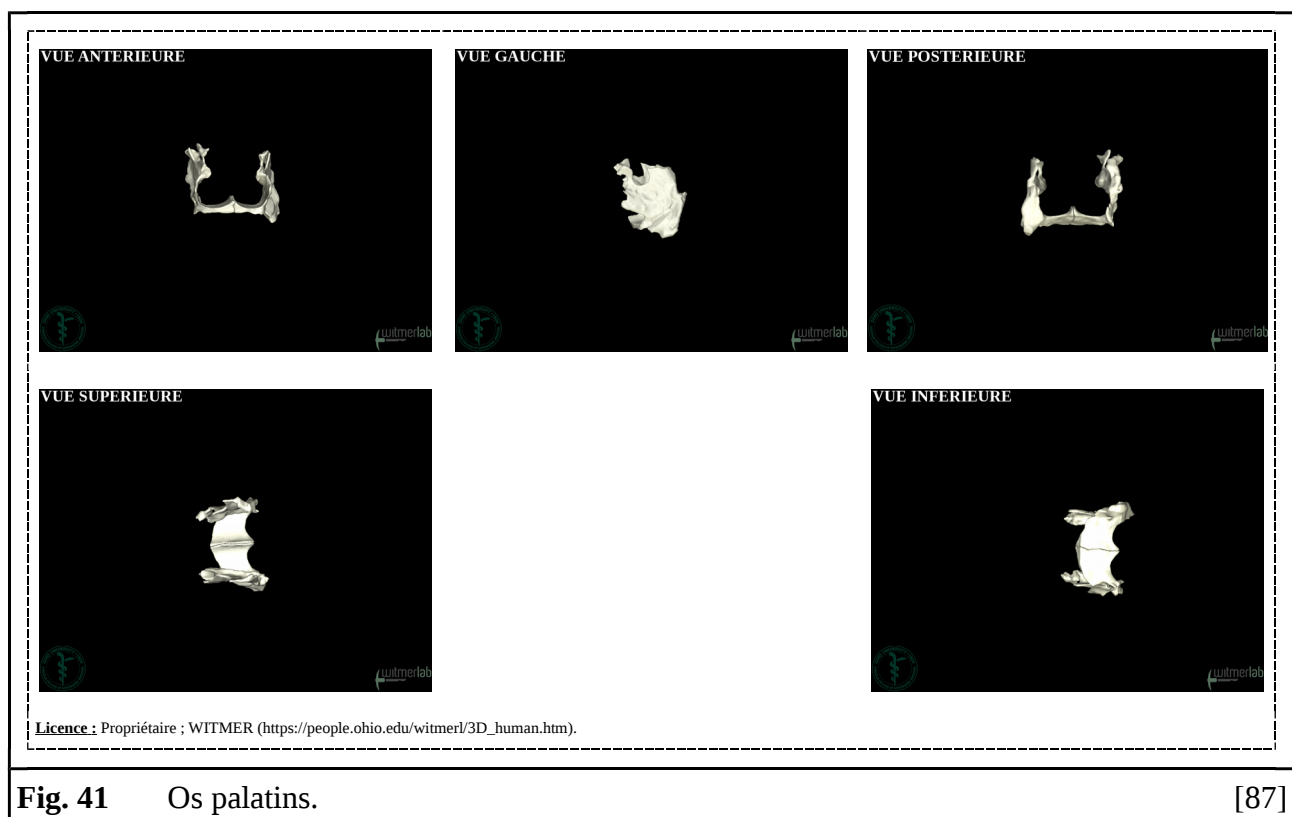
[7, 29]

Naissant des faces inférieures des corps des os maxillaires, les processus alvéolaires forment, en s'unissant, une proéminence arciforme, dénommée « arcade alvéolaire », qui porte les dents maxillaires. Sur leurs faces externes, ils présentent de nombreuses saillies dénommées « juga

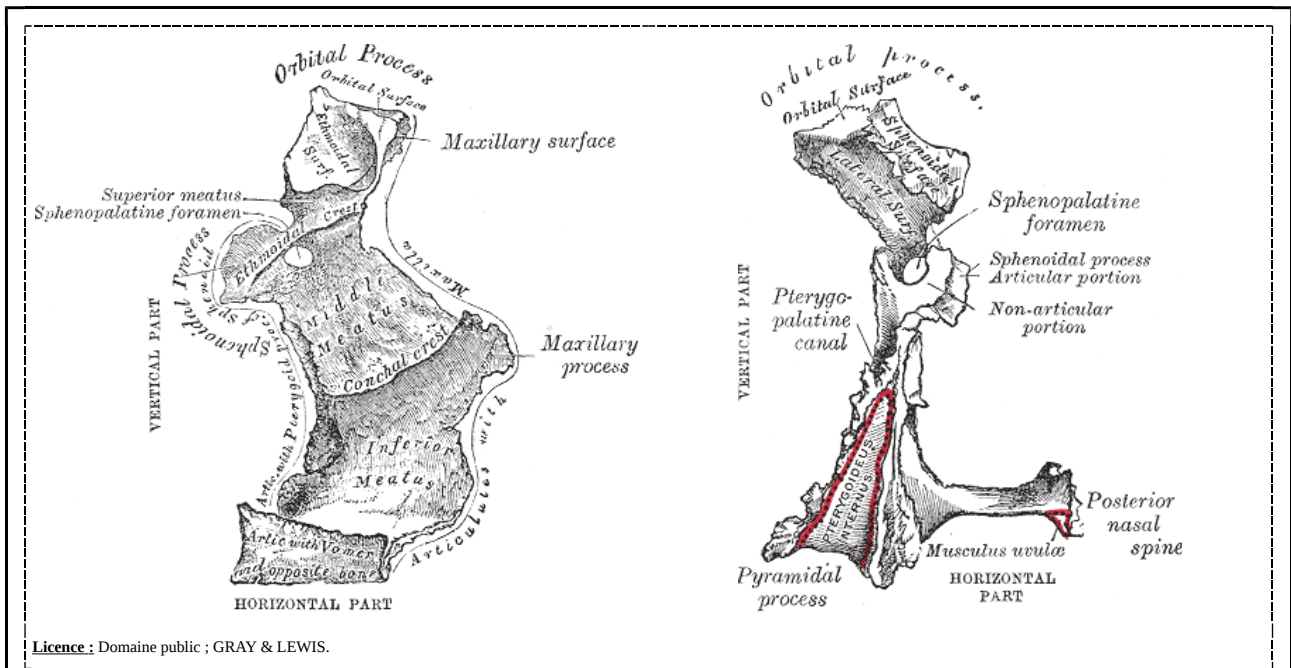
alvéolaires ». Sur leur face inférieure, les processus alvéolaires sont creusés d'alvéoles séparées les unes des autres par des lames osseuses dénommées « septums inter-alvéolaires » [7, 29, 38, 53].

2.2.1.2. Palatins

Les os palatins sont des os pairs formant la partie supéro-postérieure de la mâchoire. Individuellement, ils se composent de deux lames perpendiculaires – à savoir : une lame verticale et une lame horizontale – disposées en « L ». Les os palatins sont constitués de tissu osseux compact [7, 29, 38, 53].



Se joignant *via* leurs lames horizontales, ils forment un « U » qui s'articule avec la partie postérieure des os maxillaires [7, 29, 38, 53].



Licence : Domaine public ; GRAY & LEWIS.

Fig. 42 Vues latérale droite et postérieure de l'os palatin gauche. [29]

Les os palatins comptent également de nombreux orifices et dépressions d'intérêts répartis sur leurs lames verticales, comme : les sillons grands palatins qui débouchent dans les foramina grands palatins, les foramina petits palatins des processus pyramidales et les incisures sphéno-palatines [7, 29, 38, 53].

2.2.1.3. Mandibule

La mandibule est un os impair formant la partie inférieure de la mâchoire. Il se compose d'un corps qui s'unit à deux larges branches ascendantes. Ainsi, il présente, dans le plan transverse, une forme en « U » et, dans le plan sagittal, une forme en « L ». La mandibule est constituée de tissus osseux compact et spongieux. A ce propos, elle présente, dans ses régions dentaires, une épaisse corticale [7, 29, 38, 53].

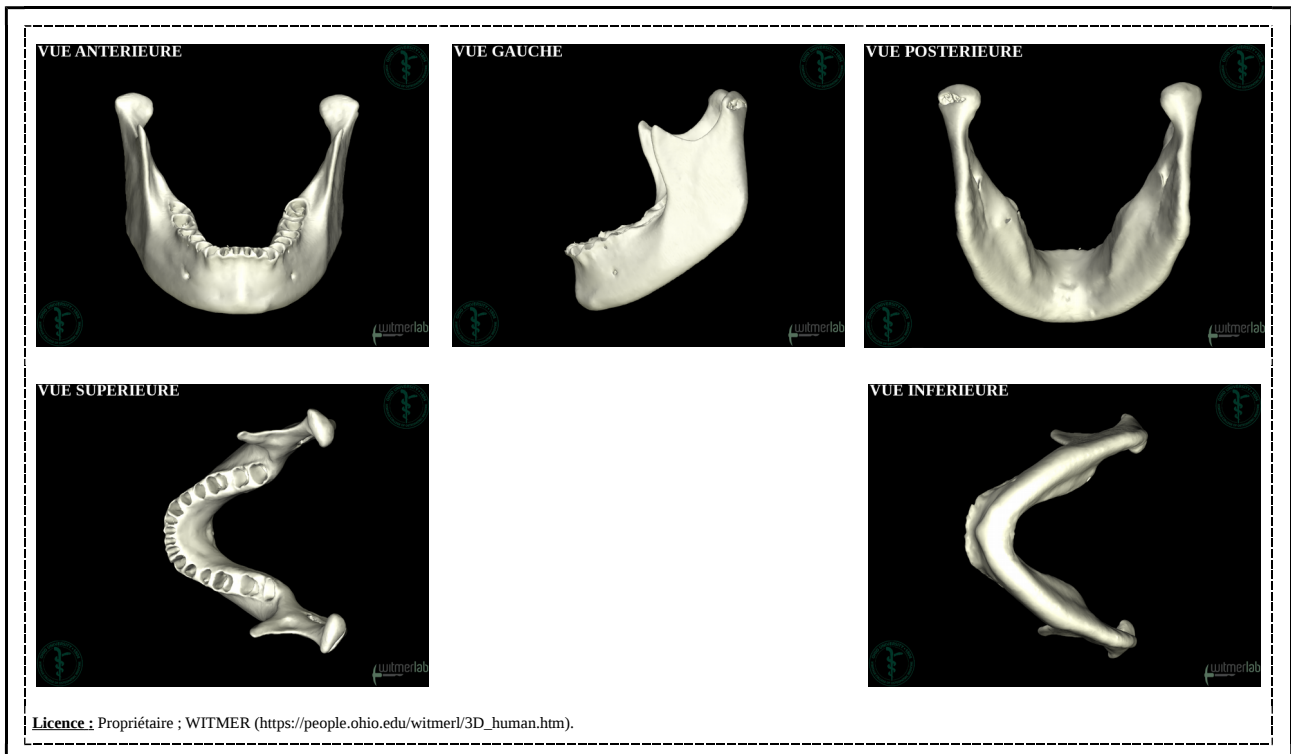


Fig. 43 Mandibule.

[87]

La mandibule présente également plusieurs structures d'intérêts. Ainsi, on identifie, sur ses faces externes, les foramina mentonniers et, sur ses faces internes, les sillons mylo-hyoïdiens ainsi que les canaux mandibulaires débouchant sur les foramina mandibulaires surmontés des lingulae mandibulaires. Par ailleurs, à chacun de ses angles mandibulaires, on retrouve les trigones mandibulaires [7, 29, 38, 53].

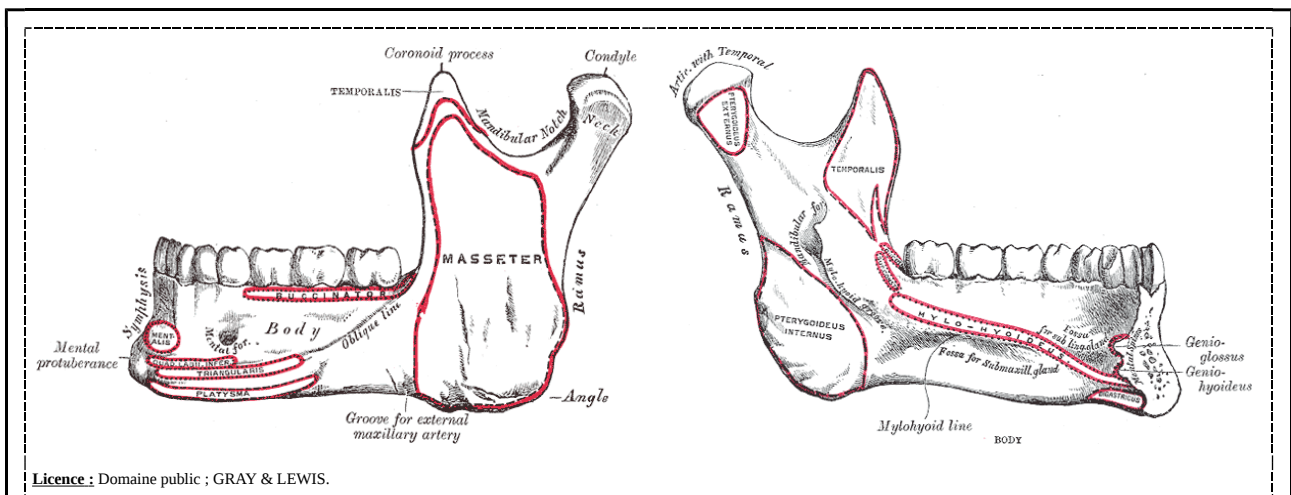


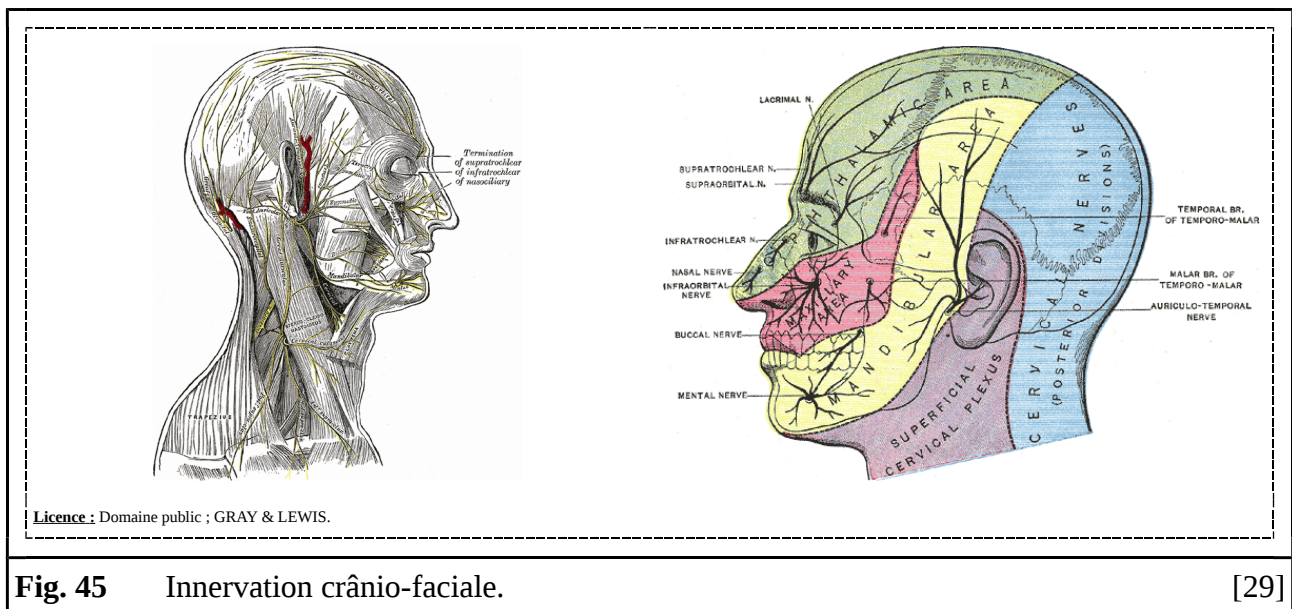
Fig. 44 Vues latérales intérieur et extérieur de la mandibule.

[29]

Sur la face supérieure de son corps, on reconnaît une structure semblable à l'arcade alvéolaire des os maxillaires. Aussi, à ce niveau, on distingue également des juga et septa alvéolaires. Sur ses branches, on distingue : les processus coronoïdes de leurs bords supérieurs, les encoches coronoïdiennes de leurs bords antérieurs et fossettes ptérygoïdiennes de leurs sommets [7, 29, 38, 53].

2.2.2. Innervation

De nombreux nerfs crâniens – à savoir : les cinquièmes, septièmes, neuvièmes et douzièmes nerfs crâniens – participent à l'innervation de la cavité orale. Néanmoins, seule la paire des cinquièmes nerfs crâniens, dénommées « nerfs trijumeaux » intéressent spécifiquement les anesthésies dentaires [5, 8, 29, 38, 44, 46, 53, 56, 92].



Les nerfs trijumeaux droite et gauche naissent dans le « pont » – au niveau de la partie antérieure du tronc cérébral – où ils forment – chacun de leur côté – deux ganglions nerveux : un ganglion nerveux sensitif et un ganglion nerveux moteur. Plus volumineux, les deux ganglions nerveux sensitifs, dénommés « ganglions trigéminaux », donnent trois paires de branches, à savoir : les nerfs ophtalmiques (dénommés « V₁ »), maxillaires (dénommés « V₂ ») et mandibulaires (dénommés « V₃ »). Plus menus, les deux ganglions nerveux moteurs voient leurs fibres nerveuses motrices se rapprocher des – puis s'entremêler avec les – fibres nerveuses sensitives de leurs nerfs mandibulaires respectifs. Aussi, les nerfs trijumeaux forment trois paires de nerfs : une paire mixte – c'est-à-dire sensitive et motrice – et deux paires sensitives [5, 8, 29, 44, 46, 53].

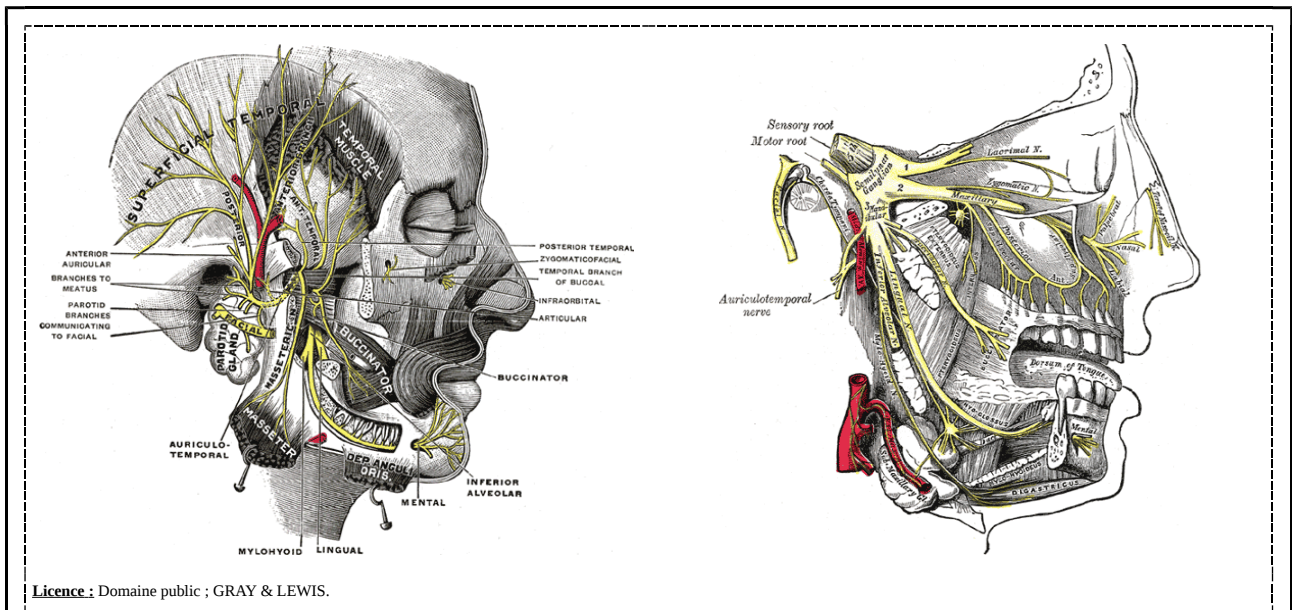


Fig. 46 Nerf trijumeau.

[29]

Les nerfs ophtalmiques sensibilisent le tiers supérieur de l'anatomie crânio-faciale. Aussi, puisque sans rapport avec la cavité orale, nous ne les détaillerons pas [5, 8, 29, 38, 44, 46, 53].

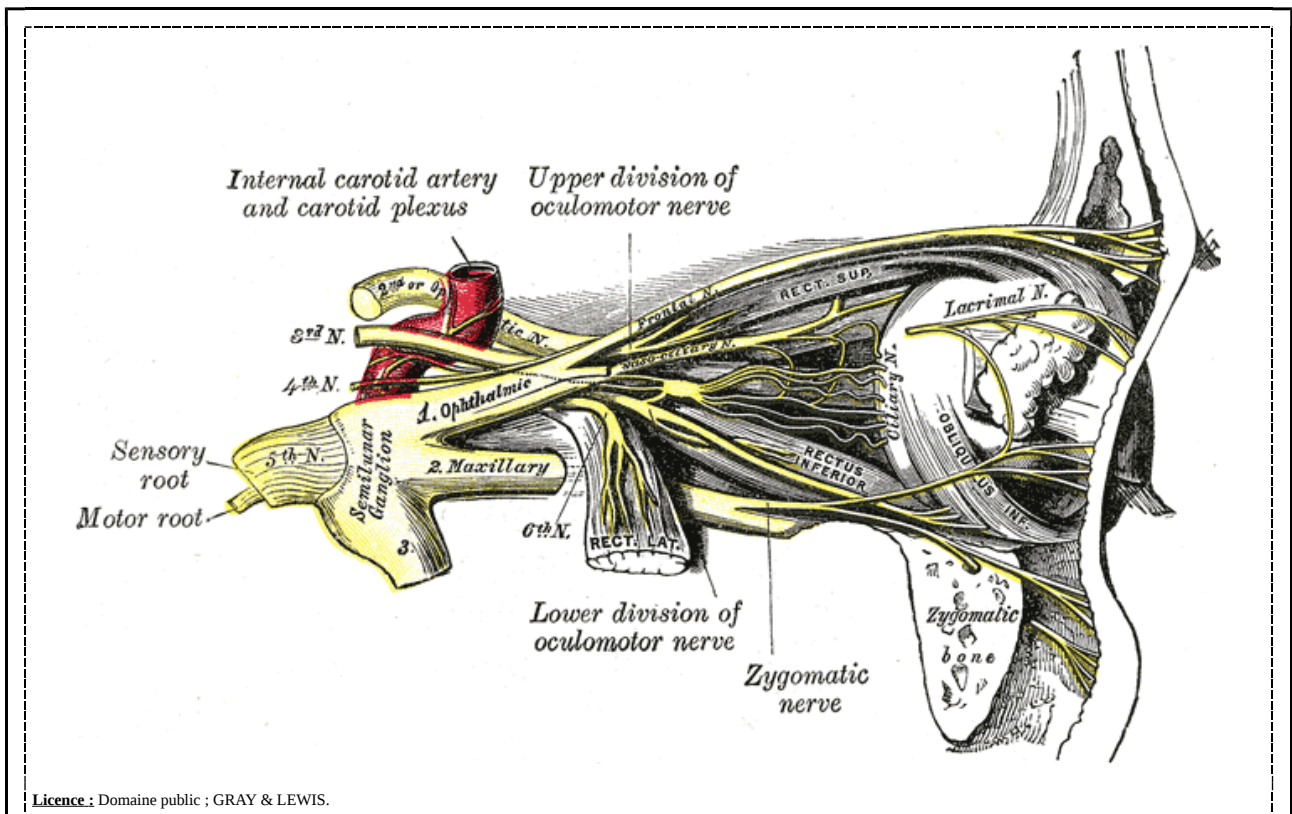


Fig. 47 Nerf ophtalmique.

[29]

Les nerfs maxillaires sensibilisent le tiers moyen de l'anatomie crânio-faciale. A cette fin, ils se scindent pour former une multitude de branches collatérales dont nous ne décrivons que celles qui

intéressent les anesthésies dentaires. Ainsi, ceux-ci quittent, horizontalement, leurs ganglions trigéminaux respectifs puis sortent de la cavité crânienne, *via* les foramina ronds de l'os sphénoïde, au niveau des fosses ptérygo-palatines. Ils donnent, alors, leur première paire de rameaux nerveux, dénommée « branches ptérygo-palatines », d'intérêt. Des fosses ptérygo-palatines, ils partent dans des directions antéro-latérales, s'engagent dans les sillons infra-orbitaires des os maxillaires puis s'engouffrent dans les canaux infra-orbitaires des os maxillaires. Ils donnent, alors, leur deuxième paire de rameaux nerveux, dénommé « branches infra-orbitales », d'intérêt. Des canaux infra-orbitaires, ils émergent, à la surface des os maxillaires, par les foramina infra-orbitaires des os maxillaires. Ils donnent, alors, leur troisième paire de rameaux nerveux, dénommé « branches faciales », d'intérêt [5, 8, 29, 38, 44, 46, 53].

Les branches ptérygo-palatines des nerfs maxillaires se composent notamment des nerfs : naso-palatins (abrégés en « NNP »), grands palatins (abrégés en « NGP »), petits palatins (abrégés en « NPP ») et alvéolaires supérieurs postérieurs (abrégés en « NASP »). Dans les fosses ptérygo-palatines, les nerfs maxillaires donnent naissance à quatre rameaux nerveux, dénommés « nerfs ptérygo-palatins », qui se rejoignent pour former une paire de ganglions nerveux dénommés « ganglions ptérygo-palatins ». De ces structures naissent quatre « sous-branches nerveuses » : deux branches nasales et deux branches palatines. Les branches nasales incluent notamment les NNP qui, s'élançant à travers la cavité nasale, rejoignent puis franchissent le foramen incisif des os maxillaires afin d'innover la partie antérieure du palais. Les branches palatines contiennent les NGP et NPP qui, descendant le long des sillons grands palatins, rejoignent puis franchissent respectivement les foramina grands et petits palatins afin d'innover les parties moyennes et postérieures du palais. Dans les fosses ptérygo-palatines, les nerfs maxillaires donnent naissance, en aval des nerfs ptérygo-palatins, aux NASP. Descendant le long des sillons grands palatins, ceux-ci se divisent, rejoignent puis franchissent les foramina alvéolaires des os maxillaires. Les NASP innervent les tissus, tant durs que mous, des régions molaires du maxillaire et constituent la partie postérieure du plexus dentaire supérieur [5, 29, 38, 44, 46].

Les branches infra-orbitaires des nerfs maxillaires se composent notamment des nerfs alvéolaires supérieurs moyens (abrégés en « NASM ») et des nerfs alvéolaires supérieurs antérieurs (abrégés en « NASA »). Dans les canaux infra-orbitaires, les nerfs maxillaires, dès lors dénommés nerfs infra-orbitaires, donnent naissance aux NASM et NASA. Descendant le long des parois osseuses des sinus maxillaires, ceux-ci innervent respectivement les tissus, tant durs que mous, des régions prémolaires et incisivo-canines du maxillaire. A ce titre, ils constituent les parties moyenne et antérieure du plexus dentaire supérieur [5, 29, 38, 44, 46].

Les branches faciales des nerfs maxillaires se composent de plusieurs « sous-branches » et, notamment, des « branches labiales supérieures » qui innervent les régions, tant intra-orales

qu'extra-orales, des lèvres supérieures [5, 29, 44, 46].

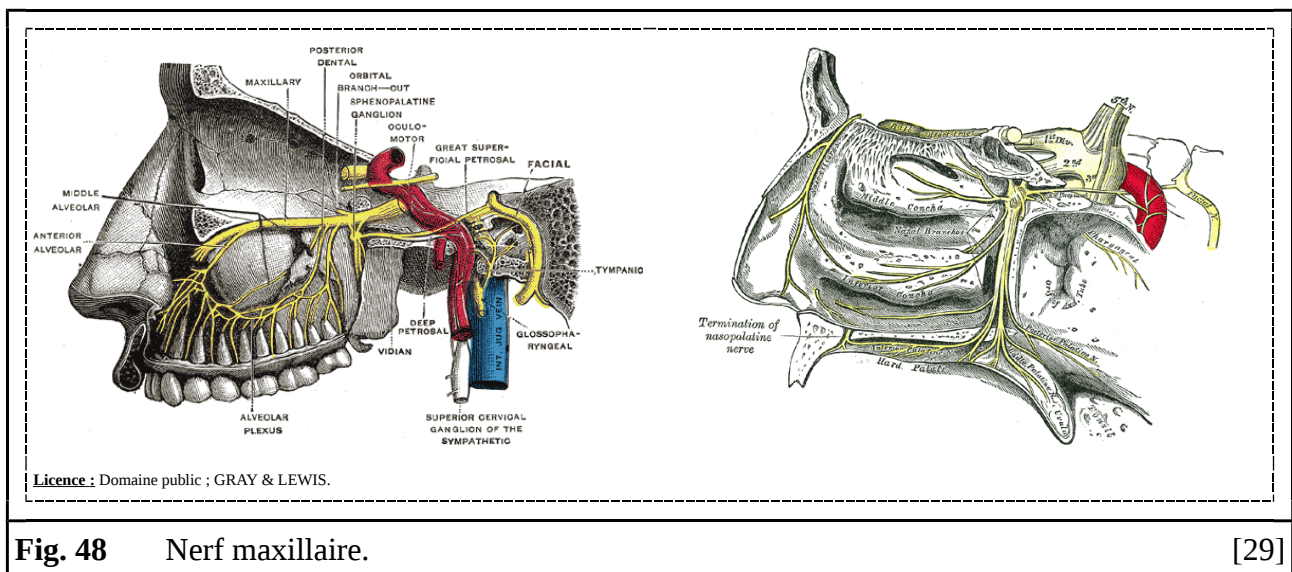


Fig. 48 Nerf maxillaire.

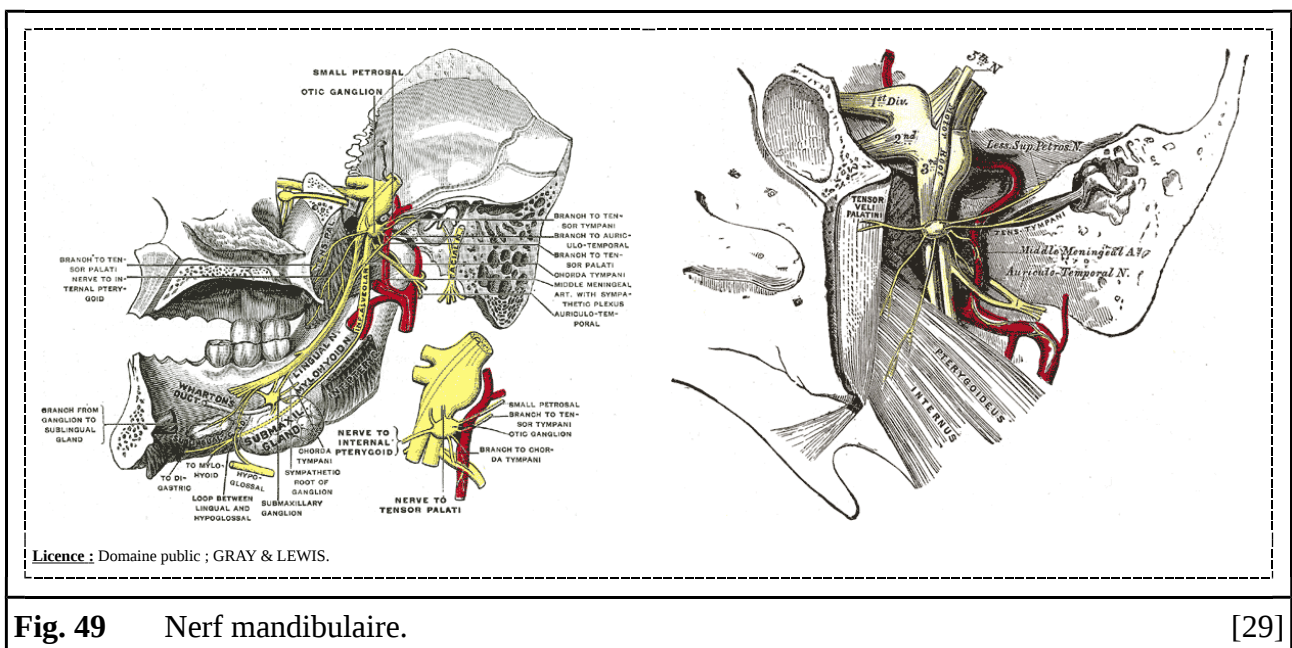
[29]

Les nerfs mandibulaires sensibilisent le tiers inférieur de l'anatomie crânio-faciale et motorisent quelques muscles, essentiellement masticatoires. A cette fin, ils se scindent pour former une multitude de branches collatérales dont nous ne décrivons que celles qui intéressent les anesthésies dentaires. Ainsi, ces fibres nerveuses quittent, verticalement, leurs ganglions trigéminaux respectifs puis sortent de la cavité crânienne, *via* les foramina ovales de l'os sphénoïde, au niveau des fosses infra-temporales. Les nerfs mandibulaires se divisent, alors, pour former deux maigres branches antérieures et deux grosses branches postérieures [5, 8, 29, 38, 44, 46, 53].

Les branches antérieures des nerfs mandibulaires se composent des nerfs buccaux et de différents nerfs moteurs. Dans les fosses infra-temporales, les divisions antérieures des nerfs mandibulaires, dès lors dénommés « nerfs buccaux » (abrégés en « NB »), partent, dans des directions antéro-latérales, jusqu'aux bords des branches mandibulaires d'où ils rejoignent les trigones rétro-molaires. Aussi, les fibres nerveuses sensibles des NB innervent la peau de la région des joues ainsi que les muqueuses des régions molaires de la mandibule [5, 29, 38, 44, 46].

Les branches postérieures des nerfs mandibulaires se composent essentiellement des nerfs : linguaux (abrégés en « NL »), mylo-hyoïdiens (abrégés en « NMH »), alvéolaires inférieurs (abrégés en « NAI »), incisifs (abrégés en « NI ») et mentonniers (abrégés en « NM »). Dans les fosses infra-temporales, les branches postérieures des nerfs mandibulaires se divisent pour former les NL et les NAI. Ceux-ci descendent ensemble, verticalement, dans les espaces ptérygo-mandibulaires puis se séparent au niveau des bords supérieurs des branches mandibulaires. Les NL, partant dans des directions antéro-médiales, longent les faces internes des corps mandibulaires. Ceux-ci innervent les deux tiers antérieurs de la langue, le plancher oral et les parties linguales des muqueuses alvéolaires et gingivales mandibulaires. Au niveau des foramina mandibulaires, les NAI

se divisent pour enfanter les NMH qui progressent dans une direction antéro-médiale en rasant les sillons mylo-hyoïdiens. Ceux-ci innervent, en plus de quelques muscles, essentiellement la peau de la région du menton. Dès lors, les NAI pénètrent, *via* les foramina mandibulaires, dans les canaux mandibulaires où ils innervent les tissus, tant durs que mous, des régions molaires et prémolaires de la mandibule. Ainsi, ils forment les parties postérieures et moyennes du plexus dentaire mandibulaire. Enfin, les NAI se divisent pour former les NI et NM. Dans les canaux mandibulaires, les NI innervent les tissus, tant durs que mous, des régions incisivo-canines de la mandibule et forment la partie antérieure du plexus dentaire mandibulaire. Quittant les canaux mandibulaires au niveau des foramina mentonniers, les NM innervent les régions, tant intra-orales qu'extra-orales, des lèvres inférieures [5, 29, 38, 44, 46].



Ainsi, l'innervation de la cavité buccale présente une très grande complexité. De plus, bien que nous ne les détaillerons pas, nous ajouterons qu'il existe, en la matière, de nombreuses variations anatomiques individuelles [5, 8, 29, 38, 44, 46, 53, 92].

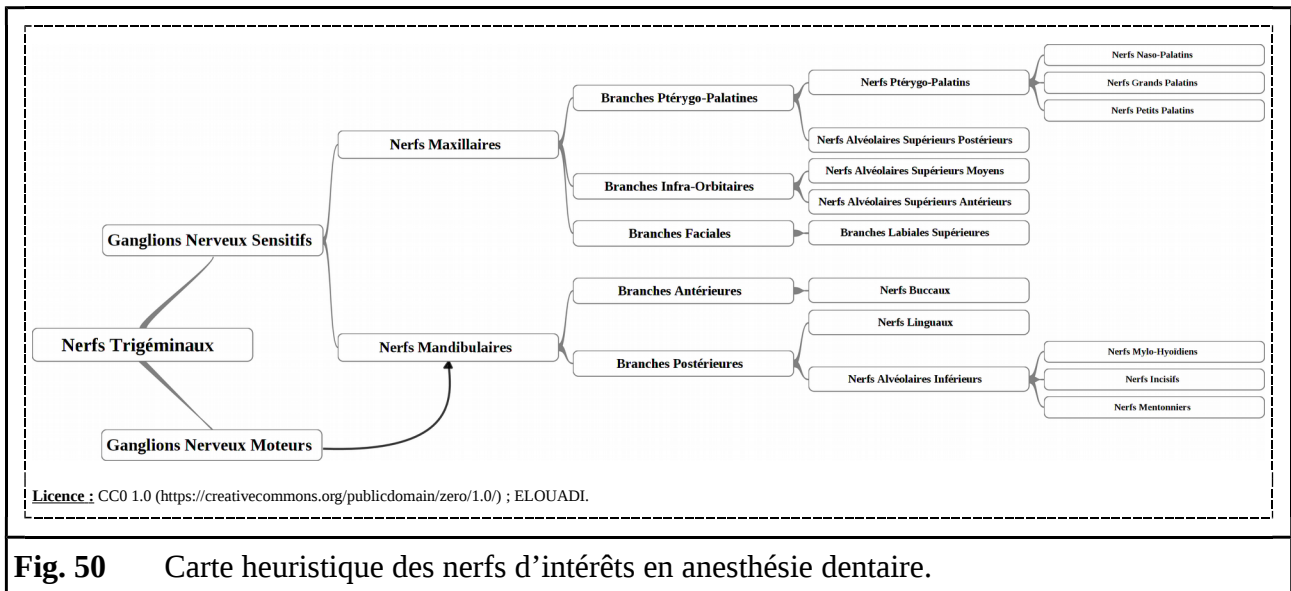


Fig. 50 Carte heuristique des nerfs d'intérêts en anesthésie dentaire.

Ainsi, afin de pouvoir réaliser des anesthésies dentaires efficaces, tout praticien doit maîtriser l'anatomie des structures nerveuses de la cavité orale [5, 44, 46].

2.2.3. Vascularisation

La cavité orale est vascularisée par de nombreux vaisseaux sanguins issus des artères carotides externes ainsi que des veines jugulaires internes et externes. Ceux-ci empruntent globalement les mêmes axes, dits vasculonerveux, que les nerfs qu'ils suivent. Aussi, des dénominations tout à fait analogues désignent généralement artères, veines et nerfs d'une même zone [5, 8, 29, 38, 44, 46, 53, 92].

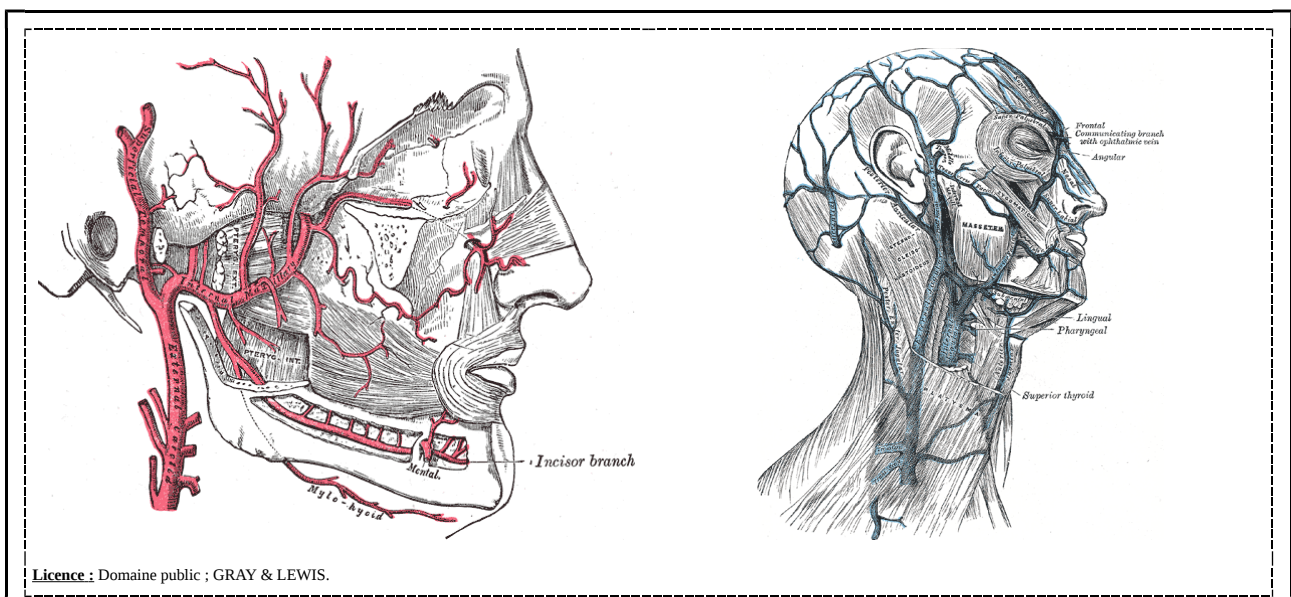


Fig. 51 Vaisseaux sanguins de la tête et du cou.

[29]

Dans le cadre de l'anesthésie dentaire, la promiscuité des vaisseaux sanguins avec les nerfs cibles peut être source de complications. Ainsi, dans l'intérêt de nos développements ultérieurs, nous soulignerons essentiellement la proximité qu'entretiennent artères, veines et nerfs alvéolaires inférieurs dans les régions médiales des branches mandibulaires [5, 29, 38, 44, 46].

3. La Douleur

La douleur est un ensemble de phénomènes autant physiologiques que pathologiques. Ayant persisté durant plusieurs centaines de millions d'années d'évolution par sélection naturelle, elle apporte un avantage sélectif indéniable à ceux qui la ressentent. Aussi, même si on cherche parfois à l'effacer, elle remplit une fonction capitale [3, 27, 28, 56].

3.1. Définition

Pour l'INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE STUDY OF PAIN, la douleur est « une expérience désagréable, à la fois sensorielle et émotionnelle, associée à un dommage tissulaire présent ou potentiel ou simplement décrit en termes d'un tel dommage » [3, 28].

3.2. Description

Pour la SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉTUDE ET DE TRAITEMENT DE LA DOULEUR, elle constitue « une expérience s'articulant autour de quatre composantes fondamentales : sensori-discriminative ou nociceptive ; affective et émotionnelle ; cognitive et comportementale ». Ces quatre composantes sont décrites comme étant « distinguées, hiérarchisées et interactives » mais ne devant pas être « considérées séparément tant elles se modulent réciproquement » [3, 28].

La composante sensori-discriminative renvoie à la capacité d'un sujet à décoder les messages nociceptifs en termes de nature, localisation, intensité et durée. La composante affectivo-émotionnelle correspond aux sentiments désagréables – comme : l'angoisse, la peur ou la détresse – associées à l'expérience douloureuse. La composante cognitive se rapporte à la perception de la douleur en termes d'attention accordée, d'interprétation et de valeur attribuée. La composante comportementale rassemble les manifestations contrôlables – comme : les gémissements, les cris ou les mimiques et postures – et incontrôlables – comme : les sueurs, les tachycardies ou les tachypnées – associées à l'expérience douloureuse. Ainsi, la douleur s'intègre aux expériences, aux difficultés et autres parcelles de vie de chacun. Dès lors, elle porte, en tant qu'expérience même, une part de subjectivité. Cette individualité se traduit, socialement, dans l'adage qui énonce que « nul n'est égal face à la douleur » [3, 28].

Par ailleurs, un patient faisant l'objet d'une expérience douloureuse doit la verbaliser afin d'en décrire les caractéristiques – par exemple : de localisation, d'intensité et de durée – à son praticien. En effet, il n'y a pas de concordance formelle entre l'intensité d'une douleur et la gravité des éventuelles lésions causales. Ainsi, il n'existe pas de preuves objectives absolues – comme des marqueurs biologiques ou des signes cliniques – permettant de confirmer, d'affirmer ou d'infirmer l'existence ou les spécificités d'une expérience douloureuse. Le patient est l'unique expert de sa propre douleur. Néanmoins, on retrouve quelques méthodes standardisées – comme la « échelle visuelle analogique » – qui permettent de l'évaluer, avec toutes les limites qui leurs sont inhérentes [3, 28].

3.3. Mécanisme

La douleur est, sans doute, l'un des phénomènes physio-pathologiques les plus complexes qui soient. Ainsi, elle implique une multiplicité de structures neurologiques, tant périphériques que centrales. Sa description classique inclut quatre étapes plus ou moins successives, à savoir : la transduction, la transmission, la perception et la modulation [3, 28].

Physiologiquement, toute expérience douloureuse commence par la transduction – c'est-à-dire l'intégration au niveau cellulaire – d'un stimulus dénommé « stimulus nociceptif périphérique ». Ces stimuli sont captés par des terminaisons nerveuses libres. Dénommés « nocicepteurs périphériques », ces récepteurs sont de trois types différents, à savoir : les mécanocicepteurs, les thermo-nocicepteurs, les chémo-nocicepteurs. Ils répondent, respectivement, à des pressions, des températures froides ou chaudes et des substances algogènes ou sensibilisatrices. Pour induire une réponse du neurone, ces stimuli doivent être intenses. S'ils le sont, les neurones les transforment en signaux électriques, dénommés « influx nerveux », qu'ils retransmettent. De là, l'influx nerveux remonte, jusqu'aux régions encéphaliques du système nerveux central, les axones des différents neurones des voies afférentes – c'est-à-dire : sensibles, par opposition aux voies motrices ou efférentes – qu'il emprunte en traversant les synapses qui les unissent. C'éans, il est, tout d'abord, intégré par des structures diencephaliques avant d'être projeté sur différents sites des cortex cérébraux. Dans ces régions, les messages nociceptifs sont modulés et acquièrent leurs composantes sensori-discriminative, affectivo-émotionnelle, cognitive et comportementale. Nous ne décrivons pas ces phénomènes neurologiques qui, bien que passionnants, ne présentent qu'un intérêt très limité pour la compréhension de nos développements ultérieurs [3, 28].

Dans la pulpite, les cellules pulpaires secrètent une grande quantité de médiateurs, algogènes, de l'inflammation. Parallèlement, l'infection induit l'accumulation d'un exsudat inflammatoire à l'origine d'une augmentation de la pression intra-cavitaire. Ces stimuli nociceptifs

périphériques chimiques et physique activent, respectivement, les chémo-nocicepteurs et les mécano-nocicepteurs des terminaisons nerveuses des axes vasculo-nerveux pulpaire. De là, se manifestent, via le mécanisme sus-décri, une intense douleur [3, 28, 49].

3.4. Classification

En matière de douleur, l'usage du singulier décrit fort mal la diversité de la réalité. En effet, les douleurs sont des phénomènes polymorphes traditionnellement classées selon des critères temporel et causal [3, 28].

3.4.1. Temporelle

On distingue les douleurs aiguës, présentes depuis moins de trois mois, des douleurs chroniques, présentes depuis plus de trois mois [3, 28].

Les douleurs aiguës sont des symptômes assimilables à des signaux d'alarmes, généralement, d'origine uni-factorielle. Elles sont utiles et protectrices. Elles appellent des sentiments d'anxiété et induisent des comportements réactionnels. Elles permettent, notamment *via* des réponses réflexes, de protéger l'intégrité corporelle en évitant l'apparition ou l'extension de lésions. En odontologie, on retrouve de manière quasi-exclusive des douleurs aiguës [3, 5, 28, 44, 46].

Les douleurs chroniques sont des syndromes constituant des maladies, généralement, d'origines multi-factorielles. Elles sont inutiles et destructrices. Elles appellent des sentiments de dépression et induisent des comportements appris, conditionnés et renforcés. Elles mettent en jeu des phénomènes autonomes qui s'auto-entretiennent, où aucune diminution de l'expérience douloureuse n'accompagne la régression – voire, même, la disparation – de sa cause primaire [3, 28].

3.4.2. Causale

On distingue les douleurs nociceptives, neuropathiques, psychogènes et idiopathiques [3, 28].

Les douleurs nociceptives, généralement, aiguës correspondent à des signaux d'alarmes visant à prévenir les dommages corporels. Elles sont « liées à une activation des nocicepteurs périphériques par une lésion tissulaire locale ». Elles peuvent être causées, par exemple, par des traumatismes ou des inflammations. En odontologie, on retrouve exclusivement – sauf exception –

des douleurs nociceptives [3, 5, 28, 44, 46].

Les douleurs neuropathiques sont des douleurs causées par des lésions du système nociceptif. Les douleurs psychogènes correspondent à des douleurs d'origines psychologiques. Les douleurs idiopathiques constituent des douleurs dont l'origine est inexpliquée [3, 28].

ANESTHÉSIE DENTAIRE

Afin d'expliciter les différentes notions relatives aux anesthésies dentaires nécessaires à la compréhension de nos développements ultérieurs, nous nous proposons de procéder à quelques rappels techniques et pharmacologiques d'ordres généraux.

En odontologie, l'anesthésie constitue un préalable indispensable à presque toute intervention médico-chirurgicale. Mieux, elle conditionne le bon déroulement des différents actes thérapeutiques. D'un point de vue théorique, elle se définit comme « la suppression transitoire et réversible de la sensibilité dans un territoire donné par un blocage de toute transmission nerveuse ». D'un point de vue pratique, elle présente deux dimensions complémentaires – à savoir, technique et pharmacologique – qui chacune de leur côté influencent ses résultats. En effet, le délai, l'intensité et la durée d'une anesthésie dentaire dépendent essentiellement de la concentration locale en principes actifs anesthésiants. Cette dernière relève principalement de la distance séparant points d'infiltration et d'action, de la composition de la spécialité pharmaceutique anesthésiante employée, des quantités de médicament anesthésiques injectées ainsi que de l'architecture et de la composition des tissus recevant l'infiltration [5, 30, 44, 46, 48, 79, 81–83, 111].

1. Les Techniques Médico-Chirurgicales

De très nombreuses techniques d'anesthésie dentaire sont décrites dans la littérature scientifique. Différents critères permettent de les catégoriser. Ainsi, on distingue les anesthésies locales des anesthésies loco-régionales. De la même manière, on discerne celles qui sont spécifiques d'une région anatomique de celles qui ne le sont pas [5, 28, 44, 46, 48, 82, 111].

Toutes techniques d'anesthésie dentaire, quelles qu'elles soient, s'emploient dans un cadre procédural global qui leur est commun. Ainsi, l'administration d'une anesthésie dentaire est précédée et suivie de nombreuses étapes. Dans un premier temps, le praticien interroge, ausculte et informe le patient. Ainsi, il identifie sa maladie, prépare son plan de traitement et recueille son consentement éclairé. Aussi, le praticien détermine la nature et la dose des spécialités pharmaceutiques anesthésiantes à administrer ainsi que les techniques d'anesthésie dentaire à employer. Il considère, pour cela, les zones à anesthésier, les durées des anesthésies et les spécificités du patient. A ce titre, la radiographie peut constituer un examen complémentaire intéressant pour rechercher des obstacles anatomiques. Dans un deuxième temps, le praticien prépare son équipement, désinfecte les zones des points d'infiltration et réalise, parfois, une anesthésie superficielle de ces dernières. Dans un troisième temps, il sèche, palpe et tend ces

régions. Dans un quatrième temps, il exécute les techniques d'anesthésie dentaire prévues. Les insertions d'aiguilles, les infiltrations de médicaments anesthésiques et les retraits d'aiguilles sont réalisés lentement, sans brutalité. Durant l'éjection, les micro-mouvements de l'aiguille, sources de douleurs, sont évités. Le praticien peut procéder à des aspirations afin d'éviter toute administration intra-vasculaire. Dans un cinquième temps, le praticien observe, à la recherche d'effets indésirables, le patient. Enfin, une fois les tissus correctement anesthésiés, il peut commencer les soins planifiés. Notons qu'il est très important que le praticien communique, du début à la fin, avec son patient [5, 21, 28, 44, 46, 48, 48, 74, 111].

L'anesthésie dentaire ne constitue pas une activité à considérer de manière isolée. Elle s'intègre systématiquement dans un plan de traitement. Aussi, le praticien doit s'attacher à regrouper les actes qu'il entend réaliser – en fonction des régions anatomiques des structures que ces soins intéressent – de manière à pouvoir les prodiguer en opérant un minimum d'anesthésie dentaire. En général, cela se traduit par la concentration des actes concernant un même quadrant dentaire – ou une même arcade dentaire – dans une même séance de manière à pouvoir profiter de toute l'étendue d'une zone anesthésiée. Parallèlement, il est parfois nécessaire – par exemple, dans le cas de la pulpite aiguë d'une molaire mandibulaire – de cumuler plusieurs techniques d'anesthésie dentaire. Néanmoins, ces amoncellement sont décriés par certains auteurs [5, 28, 30, 44, 46, 48, 83, 111].

1.1. Anesthésies Locales

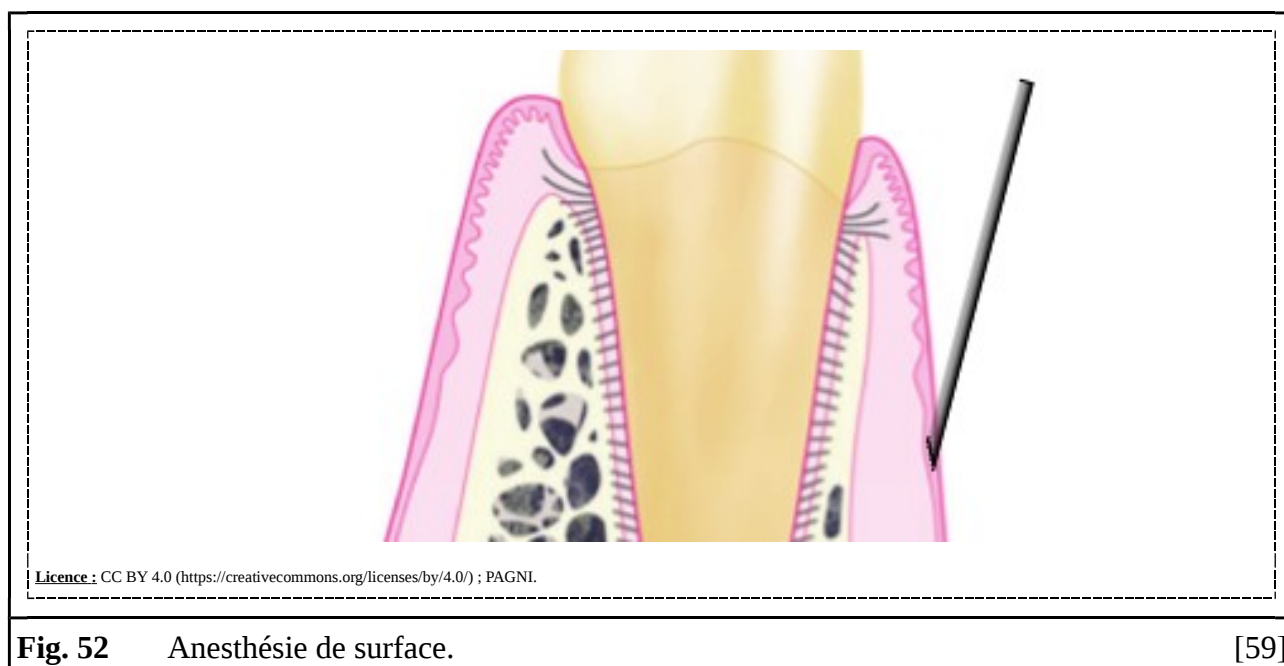
Les techniques locales sont des anesthésies dentaires à administration extra-osseuse ou intra-osseuse. Elles correspondent à celles dont les points d'infiltration se situent à proximité immédiate des zones anesthésiées. Aussi, intéressant des fibres nerveuses terminales, ces anesthésies restent généralement modestes par leurs étendues. Ces techniques sont autant applicables aux secteurs maxillaires qu'aux arcades mandibulaires [5, 30, 44, 46, 48, 82, 111].

1.1.1. Administrations Extra-Osseuses

Dans les techniques locales d'anesthésie dentaire à administration extra-osseuse, les infiltrations – ou applications – de médicaments anesthésiques sont réalisées – en dehors des alvéoles dentaires – contre les parois du processus alvéolaire. Ainsi, pour anesthésier les tissus dentaires, les spécialités pharmaceutiques anesthésiantes doivent pénétrer à travers l'os. De fait, d'épaisses tables osseuses peuvent conduire à une diminution de la profondeur des anesthésies obtenues [5, 28, 44, 46, 48, 111].

1.1.1.1. Anesthésies de Surface

Les anesthésies de surface consistent en des anesthésies des terminaisons nerveuses des muqueuses orales. Elles ne possèdent pas, en endodontie, de finalité propre. Ainsi, hors du domaine de la parodontologie, elles constituent essentiellement des techniques de pré-anesthésie dentaire permettant de réaliser, de la manière la plus indolore possible, des techniques d'anesthésie dentaire. En effet, elles assurent l'insensibilité des muqueuses ainsi que du périoste sous-jacent [2, 17, 30, 33, 44, 46, 48, 74, 81, 108, 111].

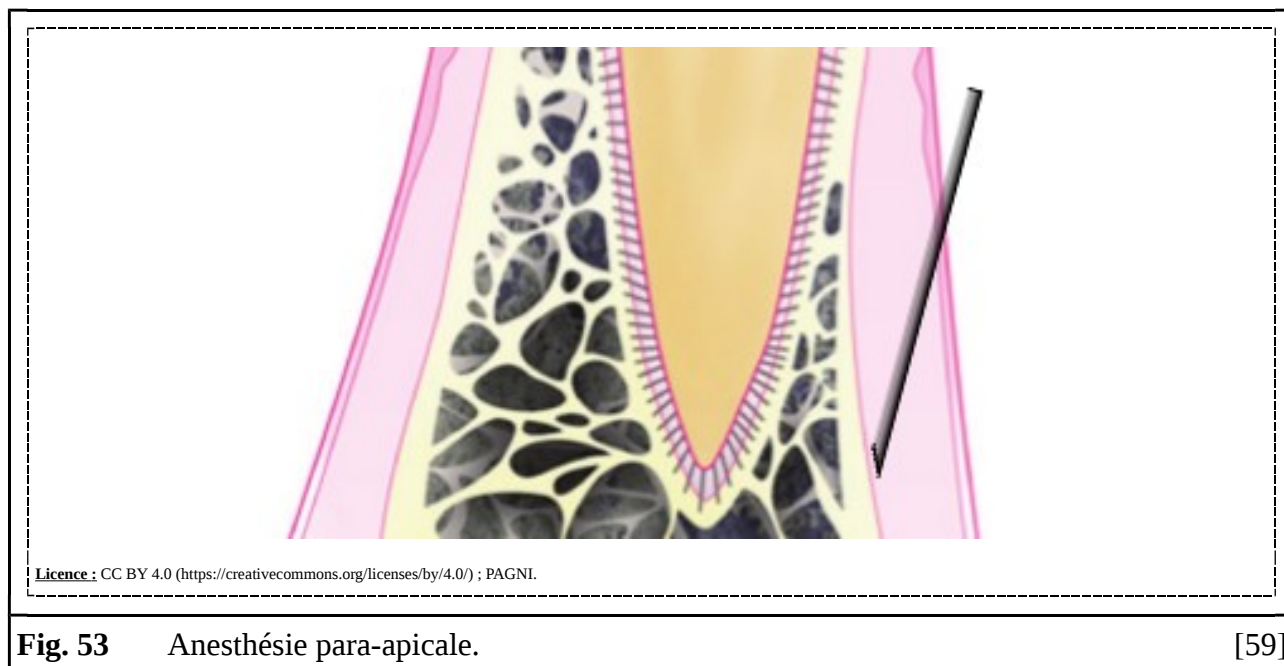


Elles peuvent être réalisées par l'application ou par la lente infiltration d'une spécialité pharmaceutique anesthésiante. Dans ce dernier cas, elles consistent en des infiltrations extrêmement superficielles dans la muqueuse orale, biseau de l'aiguille inséré parallèlement à sa surface. [2, 17, 30, 44, 46, 48, 74, 81, 108, 111].

1.1.1.2. Anesthésies Para-Apicales

Les anesthésies para-apicales sont parmi les plus couramment utilisées en odontologie. Elles correspondent à de lentes infiltrations dans les couches profondes de la muqueuse orale vestibulaire au niveau des apex radiculaires. Techniquement, le biseau de l'aiguille est amené parallèlement à la surface osseuse où il est immobilisé, sans le toucher, face au périoste. Ces techniques nécessitent des aiguilles de faibles longueurs et de moyens diamètres. Elles mobilisent des volumes moyens de médicaments anesthésiques [28, 44, 46, 48, 111].

Ces techniques sont indiquées pour les anesthésies de secteurs réduits, c'est-à-dire en regard d'une ou deux dents. Elles ne sont pas indiquées pour les anesthésies des secteurs aux tables osseuses épaisses – comme les régions mandibulaires postérieures des adultes – ou trop étendus. Elles sont contre-indiquées en cas de signes d'inflammation ou d'infection aux points de ponctions [28, 44, 46, 48, 111].



Les anesthésies para-apicales affectent les fibres nerveuses des plexus dentaires à proximité des points d'infiltration. Aussi, elles insensibilisent les tissus dentaires, parodontaux et oraux – y compris pulpaire – innervés par celles-ci. Généralement, les zones anesthésiées sont centrées sur une zone réduite à une ou deux dents. Ainsi, ces anesthésies locales se manifestent essentiellement par une insensibilité très localisée de l'organe dentaire [28, 44, 46, 111].

Ces techniques présentent l'avantage d'offrir des anesthésies faciles à réaliser, efficaces et rarement douloureuses ou traumatiques. Néanmoins, elles présentent quelques inconvénients. Aussi, elles ne peuvent être utilisées pour anesthésier des secteurs trop étendus. En effet, cela mobiliserait de trop nombreux points d'infiltration et nécessiterait l'emploi d'un trop grand volume de spécialité pharmaceutique anesthésiante. Aussi, les multiples infiltrations se traduiraient par des dommages (comme des hématomes ou des paresthésies) ou douleurs tandis que les médicaments anesthésiques pourraient causer des complications locales telles que des ischémies. En cas d'infiltration trop éloignée du périoste, l'anesthésie est absente. Enfin, en cas d'infiltration trop éloignée des apex radiculaires, elle est incomplète. En cas de lésion du périoste, elle est douloureuse [28, 44, 46, 48, 111].

Des rappels linguaux ou palatins, entre apex radiculaires et collet, peuvent être réalisés pour compléter ces anesthésies. Sans eux, en plus des dents ciblées en elles-mêmes, seuls les tissus des faces vestibulaires des arcades dentaires se retrouvent anesthésiés. Au niveau palatin, ces rappels permettent d'insensibiliser les fibres nerveuses terminales des NPP et NGP. Mal préparés et/ou réalisés, les anesthésies palatines peuvent être extrêmement douloureuses. Par ailleurs, en fonction de la nature et des quantités de médicaments anesthésiques employés, elles peuvent provoquer des traumatismes pouvant aller jusqu'aux nécroses ischémiques [18, 28, 44, 46, 48, 104, 111].

1.1.1.3. Anesthésies Intra-Pulpaire

Répondant à l'échec, l'anesthésie intra-pulpaire ne doit être utilisée, si elle l'est, qu'en dernière intention. Elle se caractérise par l'injection – au travers d'un fin canal artificiel préalablement percé, par le praticien, sur la face occlusale de la couronne – d'un faible volume de spécialité pharmaceutique anesthésiante directement dans la cavité pulpaire. Dans cette procédure, la résistance à l'éjection est grande. Par ailleurs, la solution anesthésique n'est pas supposée refluer dans la cavité orale. Cette technique nécessite une aiguille de faible à grande longueur et de grand à moyen diamètre [28, 46, 48, 80, 83, 111].

Ces techniques sont indiquées pour l'anesthésie résistante des dents en pulpite aiguë. Elles concernent essentiellement les molaires mandibulaires qui constituent les dents les plus difficiles à anesthésier. Quoique – *stricto sensu* – sans contre-indications, ces techniques ne sont pas du tout recommandées du fait de l'intense douleur qu'elles provoquent [28, 46, 48, 49, 83].

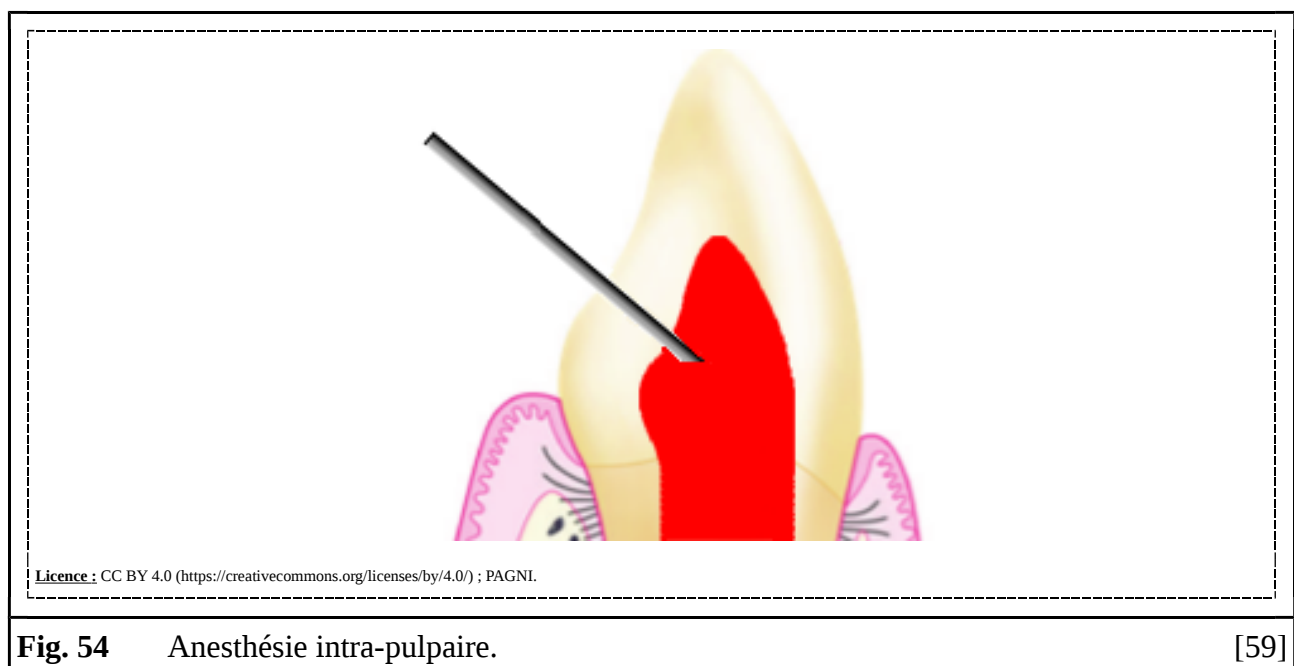


Fig. 54 Anesthésie intra-pulpaire.

[59]

Les anesthésies intra-pulpaire affectent les fibres nerveuses pulpaire, tant coronaire que radiculaire, des dents ciblées. Insensibilisant la pulpe dentaire, elles résultent bien plus – voire même « uniquement » pour certains auteurs – des dilacérations pulpaire engendrées, mécaniquement, par l’injection forcée que de l’action pharmacologique du médicament anesthésique employé [28, 46, 49].

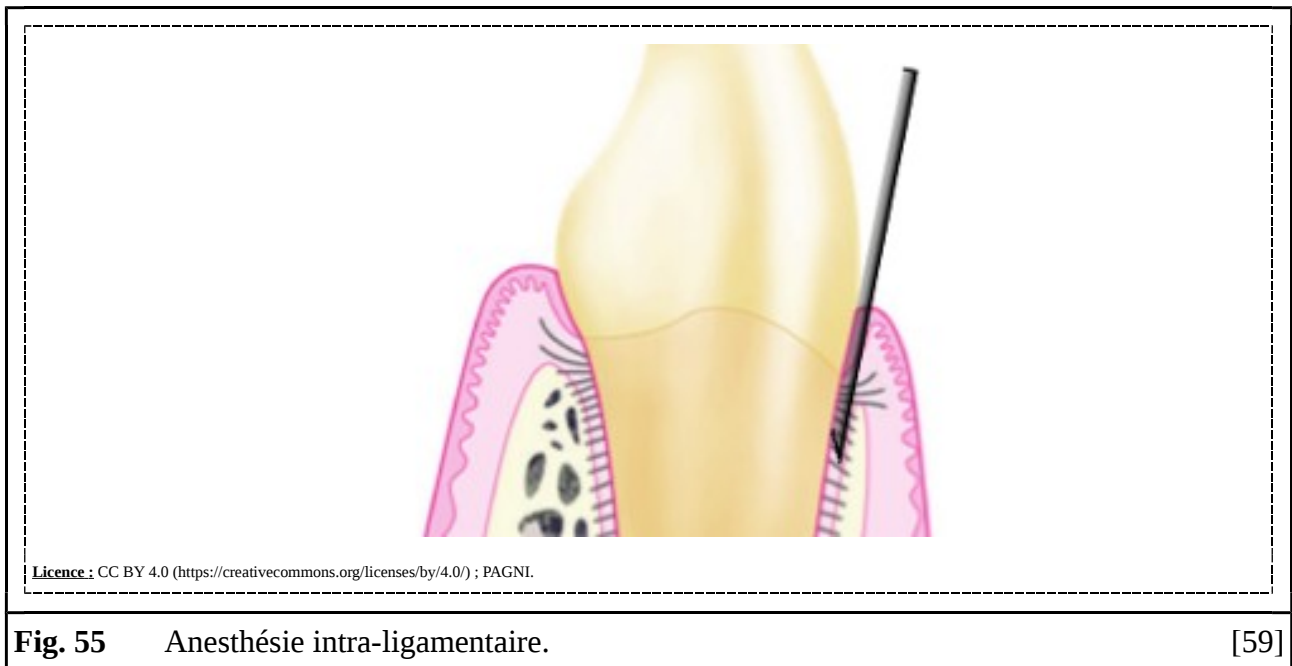
1.1.2. Administrations Intra-Osseuses

Dans les techniques locale d’anesthésie dentaire à administration intra-osseuse, les infiltrations de spécialité pharmaceutique anesthésiante sont directement réalisées dans l’alvéole dentaire ou dans l’os alvéolaire. Ainsi, pour anesthésier les tissu dentaire, les médicament anesthésique n’ont pas à traverser de tissu conjonctif osseux compact. De fait, elles donnent habituellement des résultats tout à fait remarquable, y compris dans les région où les table osseuse se révèlent épaisses [5, 28, 44, 46, 48, 78, 82, 111].

1.1.2.1. Anesthésies Intra-Ligamentaires

Les anesthésies intra-ligamentaire sont des technique d’anesthésie dentaire couramment utilisées. Elles consistent en de lentes infiltrations, en regard des tiers radicaire cervicaux, dans les desmodonte des dents ciblées. Techniquement, les aiguilles – dont les biseaux font face aux surface cémentaire – sont insérées plus ou moins parallèlement aux grand axe radicaire puis glissent le long de ces derniers. Lorsque des dents pluri-radiculées sont visées, chacune de leurs racine sont traitées. Dans ces procédures, la résistance à l’éjection est très grande. Par ailleurs, la solution anesthésique n’est pas supposée refluer dans la cavité orale. Ces technique nécessitent des aiguilles de très faible à faible longueur et de faible à moyen diamètre. Elles mobilisent de faible volume de spécialité pharmaceutique anesthésiante [28, 44, 46, 48, 78, 111].

Ces technique sont indiquées pour les anesthésies de secteur réduit, généralement, en regard d’une ou deux dents. Elles peuvent également être utilisées en complément ou en remplacement d’anesthésies loco-régionale ou chez des patient qui n’apprécient pas les effet indésirable de ces dernières, comme les engourdissement labiaux. Bien qu’elles n’en soient pas spécifique, elles sont essentiellement employées au niveau des quadrant mandibulaire. Elles sont contre-indiquées en cas de présence aux point de ponction : de signe d’inflammation, de signe d’infection ou de germe dentaire sous-jacent. Parallèlement, elles sont également à proscrire chez le patient souffrant d’un délablement parodontal trop important ou à risque d’endocardite infectieuse [28, 44, 46, 48, 78, 111].



Les anesthésies intra-ligamentaires affectent les fibres nerveuses des plexus dentaires à proximité des points d'injection. Aussi, elles insensibilisent les tissus dentaires, parodontaux et oraux – y compris pulpaire – innervés par celles-ci. Généralement, les zones anesthésiées sont centrées sur une à deux dents. Ainsi, ces anesthésies locales se manifestent essentiellement par une insensibilité très localisée de l'organe dentaire [28, 44, 46, 78, 111].

Ces techniques présentent l'avantage d'offrir des anesthésies quasi-immédiates, efficaces et rarement traumatiques. Néanmoins, elles présentent quelques inconvénients. Pour le praticien, elles peuvent être difficiles à réaliser. En effet, les sites d'infiltration à atteindre sont parfois peu abordables tandis, qu'en fonction du dispositif d'injection employé, les efforts physiques à déployer se montrent souvent importants. Pour les patients, les infiltrations peuvent être inconfortables, douloureuses et sources de traumatismes [28, 44, 46, 48, 78, 81].

1.1.2.2. Anesthésies Intra-Septales

Les anesthésies intra-septales sont des techniques complémentaires d'anesthésies dentaires peu employées. Elles consistent en de lentes infiltrations de médicaments anesthésiques dans les tissus osseux spongieux superficiels des septa inter-dentaires – généralement vestibulaires – situées en distal des dents ciblées. Anatomiquement, les tissus osseux compacts de ces zones forment des couches très fines aisément traversables, même sans dispositifs spécifiques. Techniquement, le praticien oriente son aiguille, dans le plan mésio-distal, à quarante-cinq degrés des grands axes radiculaires et, dans le plan vestibulo-buccal, à quatre-vingt-dix degrés, des surfaces gingivales. De là, il franchit la table osseuse puis immobilise très rapidement la pointe de son aiguille, à très faibles profondeurs, dans la diplôme de l'os alvéolaire. Dans ces procédures, la résistance à l'éjection est très

grande. Par ailleurs, la solution anesthésique n'est pas supposée refluer dans la cavité orale. Ces techniques nécessitent des aiguilles de très faibles à faibles longueurs et de diamètres moyens. Elles mobilisent des volumes faibles à moyens de médicaments anesthésiques [28, 44, 46, 48, 78, 84, 111].

Ces techniques sont indiquées pour les anesthésies de secteurs réduits, en regard de deux dents, en complément d'anesthésies loco-régionales. Elles sont contre-indiquées en cas de présence aux points de ponction : de signes d'inflammation, de signes d'infection ou de germes dentaires sous-jacents. Par ailleurs, elles ne peuvent pas, bien sûr, être réalisées en secteurs édentés ou en cas de délabrement parodontale trop important [28, 44, 46, 48, 78, 84].

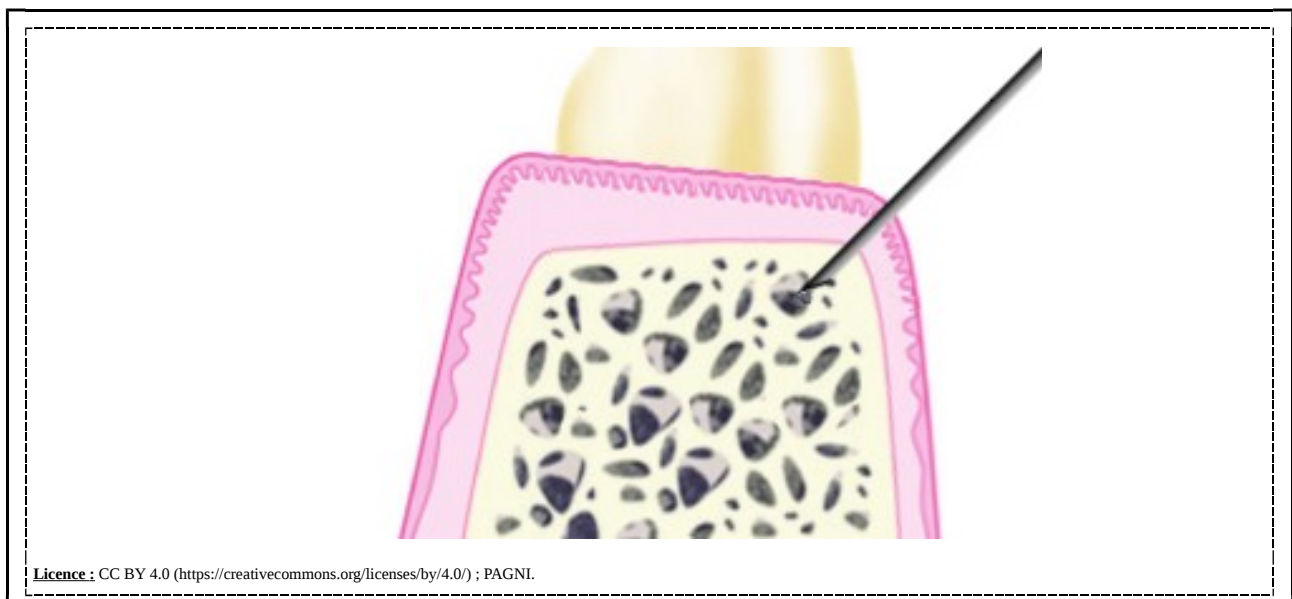


Fig. 56 Anesthésies intra-septales.

[59]

Les anesthésies intra-septales affectent les fibres nerveuses des plexus dentaires à proximité des points d'infiltration. Aussi, elles insensibilisent les tissus dentaires et parodontaux innervés par celles-ci. Néanmoins, ces techniques ne permettent pas toujours d'anesthésier efficacement les tissus pulpaire. Généralement, les zones anesthésiées concernent deux dents adjacentes. Ainsi, ces anesthésies locales se manifestent par une insensibilité localisée de l'organe dentaire [28, 44, 46, 78, 84].

Ces techniques présentent l'avantage d'offrir des anesthésies quasi-immédiates et efficaces. Néanmoins, elles présentent certains inconvénients. Ainsi, les quelques traumatismes qu'elles provoquent mènent parfois à des nécroses ischémiques. De plus, pas forcément aisées à mettre en œuvre en secteurs postérieurs, elles peuvent devenir rapidement douloureuses lorsqu'elles sont mal réalisées [28, 44, 46, 48, 78, 81, 83, 84].

1.1.2.3. Anesthésies Ostéo-Centrales

Assez récentes, les anesthésies ostéo-centrales se rapprochent beaucoup des anesthésies intra-septales dont elles constituent, en quelque sorte, l'évolution. Elles correspondent à de lentes infiltrations de médicaments anesthésiques dans les tissus osseux spongieux profonds enveloppant les apex radiculaires des dents ciblées. L'accès aux zones d'infiltration se fait au niveau des sommets des papilles inter-dentaires vestibulaires situées en distal des dents visées. Techniquement, le praticien amène, dans le plan mésio-distal, son aiguille parallèlement aux grands axes radiculaires. Dans le plan vestibulo-buccal, il l'approche des surfaces gingivales avec des angles aigus dont les valeurs varient en fonction des dents ciblées. De là, il franchit la table osseuse puis immobilise, à grandes profondeurs dans la diaplôe de l'os alvéolaire, la pointe de son aiguille. Ces techniques nécessitent des aiguilles spécifiques de faibles à moyennes longueurs et de faibles à moyens diamètres. Elles mobilisent des volumes moyens à grands de médicaments anesthésiques [2, 30, 31, 48, 61, 79, 80, 82, 83, 108, 111].

Ces techniques présentent des indications extrêmement larges. Ainsi, elles peuvent être utilisées seules ou en associations pour répondre à tous types de patients (à savoir, des adultes comme des enfants), de localisations (à savoir, arcades maxillaires comme mandibulaires) ou de besoins. Néanmoins, elles sont contre-indiquées en cas de présence aux points de ponction : de signes d'inflammation, de signes d'infection ou de germes dentaires sous-jacents. Dans ce dernier cas, l'anesthésie ostéo-centrale réalisée se rapproche fortement – du fait des racines divergentes des dents déciduales pluri-radiculées – d'une anesthésie intra-septale. Par ailleurs, elles nécessitent des espaces inter-dentaires suffisamment larges. De là, elles ne peuvent pas, bien sûr, être réalisées en secteurs édentés ou en cas de délabrement parodontale trop important [2, 30, 31, 48, 61, 79, 108].

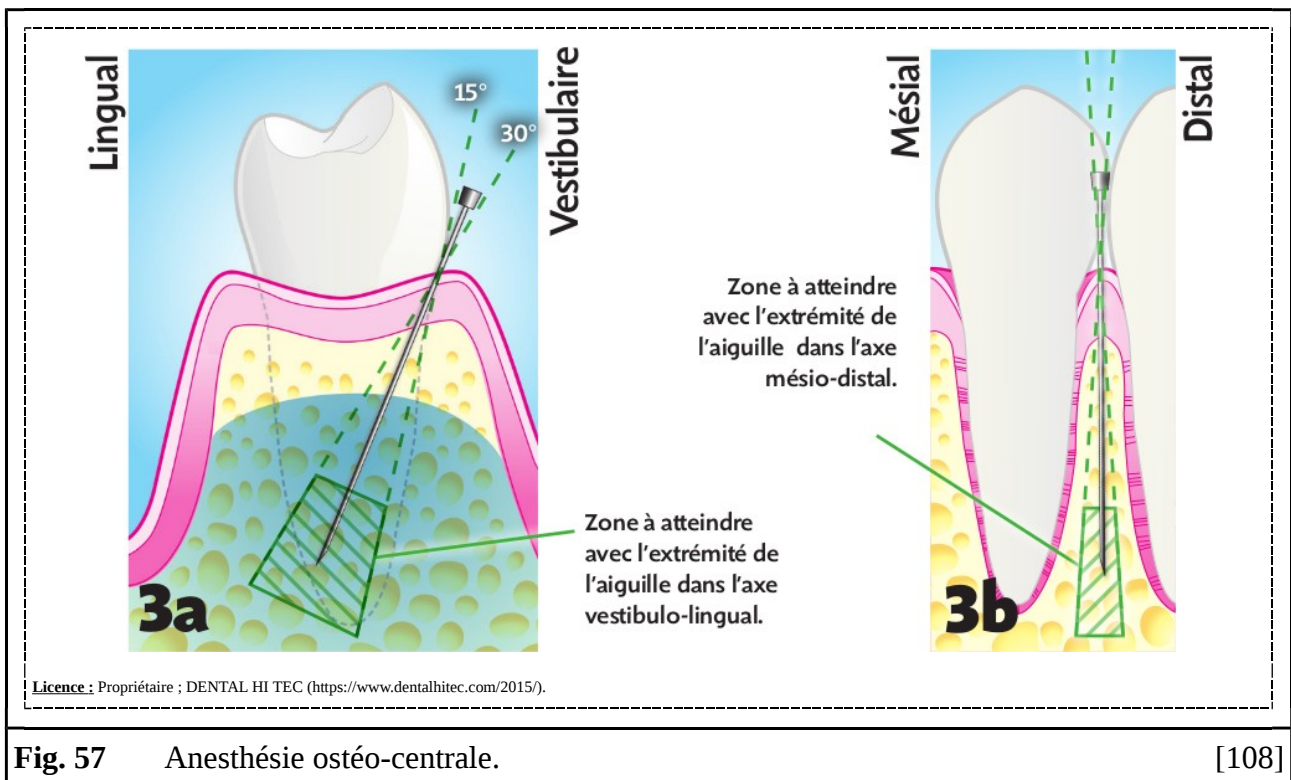


Fig. 57 Anesthésie ostéo-centrale.

[108]

Les anesthésies ostéo-centrales affectent les fibres nerveuses des plexus dentaires situés tant à proximité qu'à distance des points d'infiltration. En effet, injectées aux centres des pièces osseuses, les spécialités pharmaceutiques anesthésiantes diffusent, au travers des tissus osseux spongieux, dans l'os alvéolaire. Aussi, elles insensibilisent les tissus dentaires, parodontaux et oraux – y compris pulpaire – dont elles rencontrent les rameaux nerveux. Ces diffusions sont, dans les arcades maxillaires, tant mésiales que distales et, dans les arcades mandibulaires, essentiellement mésiales. Dans les secteurs incisivo-canins et prémolaires, une infiltration permet d'anesthésier jusqu'à six dents. Dans les secteurs molaires, une infiltration anesthésie généralement deux ou trois dents. Aussi, trois infiltrations permettent théoriquement d'anesthésier une arcade maxillaire complète. Ainsi, ces anesthésies locales se manifestent par une insensibilité étendue de l'organe dentaire [2, 20, 30, 31, 48, 61, 78, 79, 108].

Ces techniques présentent l'avantage d'offrir des anesthésies quasi-immédiates, efficaces, rarement douloureuses ou traumatiques et sources de peu de complications. Ainsi, contrairement aux anesthésies intra-septales et loco-régionales elles ne provoquent pas de nécroses ischémiques ou d'engourdissements labiaux. De plus, elles ne présentent que très peu d'inconvénients. Quoique que relativement facile à réaliser, elles nécessitent, tout de même, un certain entraînement avant d'être maîtrisées. Elles peuvent, en fonction des spécialités pharmaceutiques anesthésiantes employées, induire des effets indésirables cardio-vasculaires systémiques comme des palpitations. Par ailleurs, elles requièrent du praticien qu'il réalise, au préalable, des radiographies et des sondages parodontaux afin qu'il s'assure de l'état des tissus parodontaux ainsi que de l'absence de germes

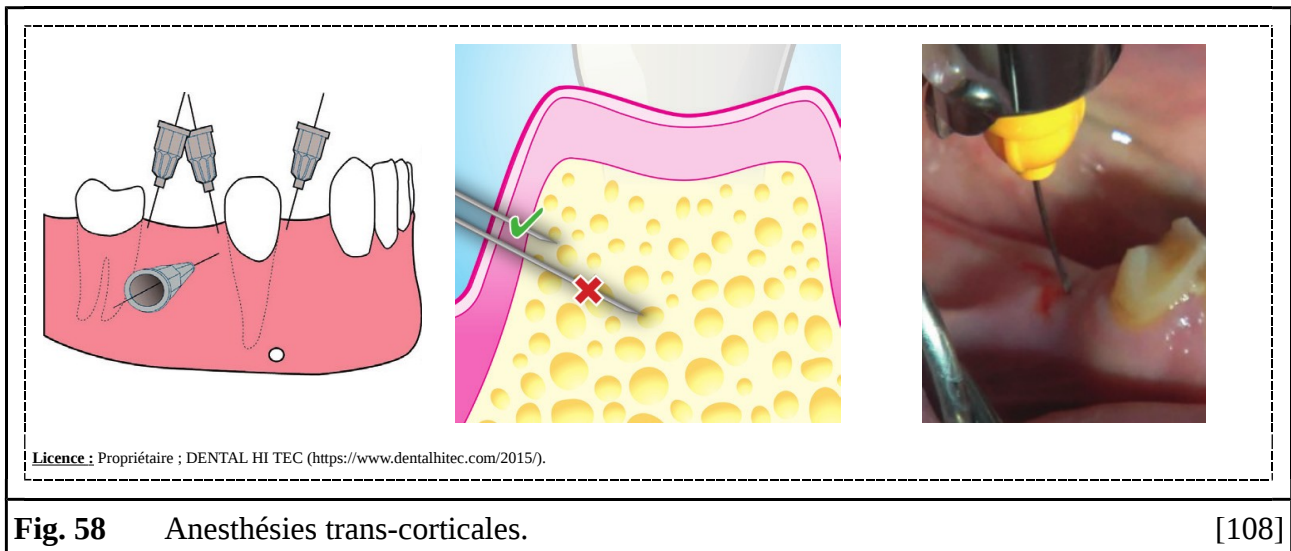
dentaires sous-jacents [2, 4, 30, 31, 46, 48, 61, 79].

Une variante de l'anesthésie ostéo-centrale permet de traiter spécifiquement des pulpites touchant les molaires mandibulaires. Celles-ci sont généralement bi-radiculées et disposent donc, entre leurs furcations et apex radiculaires, de septa inter-radiculaires. Toute l'élégance de cette adaptation consiste à exploiter cette particularité anatomique. Ainsi, le praticien amène son aiguille dans le sulcus, au niveau de la furcation, puis pénètre, avec un angle aigu, dans le desmodonte puis l'os alvéolaire. Atteignant la profondeur des apex radiculaires, il immobilise la pointe de son aiguille puis procède à l'infiltration de la spécialité pharmaceutique anesthésiante. Cette technique, en permettant de déposer une grande quantité de médicament anesthésique à proximité des foramen apicaux, assure une excellente anesthésie [83].

1.1.2.4. Anesthésies Trans-Corticales

Les anesthésies trans-corticales constituent des techniques très anciennes. Quoiqu'assez semblables aux anesthésies ostéo-centrales, elles sont, aujourd'hui, moins utilisées que ces dernières. Elles correspondent à de lentes infiltrations de médicaments anesthésiques dans les tissus osseux spongieux profonds enveloppant les apex radiculaires des dents ciblées. L'accès aux zones d'infiltration se fait par les faces vestibulaires des espaces inter-dentaires situées en distales des dents visées. Néanmoins, elles peuvent également être réalisées au niveau des trigones rétro-molaires. Anatomiquement, les tissus osseux compacts de ces zones forment des couches relativement épaisses qui ne peuvent pas être traversées sans dispositifs spécifiques. Techniquement, le praticien amène, dans le plan mésio-distal, son aiguille parallèlement aux grands axes radiculaires. Dans le plan vestibulo-buccal, il l'approche à angle droit des surfaces gingivales. De là, il franchit la table osseuse puis immobilise, à moyennes profondeurs dans la diaplôe de l'os alvéolaire, la pointe de son aiguille. Ces techniques nécessitent également des aiguilles spécifiques de faibles à moyennes longueurs et de faibles à moyens diamètres. Elles mobilisent, pareillement, des volumes moyens à grands de médicaments anesthésiques [2, 17, 20, 28, 31, 36, 48, 74, 78–82, 108, 111].

Ces techniques présentent des indications et contre-indications identiques aux anesthésies ostéo-centrales. Néanmoins, contrairement à ces dernières, elles sont parfaitement adaptées aux zones dotées d'espaces inter-dentaires étroits et aux secteurs édentés [2, 17, 20, 28, 31, 36, 48, 74, 79, 108].



Comme les anesthésies ostéo-centrales, les anesthésies trans-corticales affectent les fibres nerveuses des plexus dentaires situés tant à proximité qu'à distance des points d'injection. Elles utilisent exactement les mêmes mécanismes que les anesthésies ostéo-centrales. Aussi, elles insensibilisent également les tissus dentaires, parodontaux et oraux – y compris pulpaire – dont elles rencontrent les rameaux nerveux. Ainsi, ces anesthésies locales se manifestent aussi par une insensibilité étendue de l'organe dentaire [2, 17, 20, 28, 31, 36, 46, 48, 74, 78, 79, 81, 108].

Ces techniques présentent les mêmes avantages, inconvénients et précautions d'emploi que les anesthésies ostéo-centrales. Néanmoins, du fait de la précision et des angulations qu'elles réclament, elles sont beaucoup plus difficiles à réaliser – hors infiltration aux trigones rétro-molaires – dans les secteurs très postérieurs que ces dernières. Par ailleurs, les couches de tissu osseux compact à traverser étant plus épaisses, elles sont plus susceptibles de provoquer des échauffements osseux [2, 17, 20, 28, 31, 36, 46, 48, 74, 79, 81, 108].

1.2. Anesthésies Loco-Régionales

Les techniques loco-régionales sont des anesthésies dentaires spécifiques aux arcades maxillaires ou mandibulaires. Elles correspondent à celles dont les points d'infiltration se situent à distance des zones anesthésiées. Aussi, intéressant des branches nerveuses régionales, ces anesthésies permettent d'insensibiliser, en utilisant de quantités limitées de médicaments anesthésiques, de grandes étendues tissulaires tout en s'affranchissant de maladies orales locales (comme, par exemple, des parodontites sévères) [5, 28, 44, 46, 48, 82, 111].

Néanmoins, ces techniques présentent toutes – sauf exceptions – deux inconvénients majeurs dont résultent deux contre-indications et une précaution. D'une part, leurs effets sont régionaux, lents et persistants. Dès lors, elles provoquent des engourdissements oro-musculaires qui

peuvent subsister plusieurs heures. Aussi, ces techniques sont contre-indiquées chez les patients susceptibles de s'auto-mutuler, comme les enfants. D'autre part, consistant en des infiltrations d'axes vasculo-nerveux régionaux, elles s'accompagnent de risques de paralysies faciales – temporaires ou permanentes – et d'injections intra-vasculaires. Ces dernières peuvent se traduire par des effets cardio-vasculaires systémiques ou des hémorragies locales. Aussi, ces techniques sont contre-indiquées chez les patients souffrant de troubles de la coagulation. Parallèlement, le praticien procède systématiquement à des aspirations préalables afin d'écarter toute possibilité d'administration intra-vasculaire [5, 28, 44, 46, 48].

De très nombreuses techniques loco-régionales d'anesthésies dentaires sont décrites dans la littérature scientifique. Néanmoins, certaines d'entre-elles paraissent plus revêtir un caractère théorique qu'être cliniquement applicables tant leurs mises en œuvre semblent sibyllines, si ce n'est ostensiblement et ridiculement dangereuses. Aussi, de toutes ces techniques, nous ne présenterons que celles qui sont les plus utilisées en omnipratique libérale [5, 28, 44, 46, 48, 111].

1.2.1. Spécifiques aux Arcades Maxillaires

Les techniques loco-régionales spécifiques aux arcades maxillaires sont très peu utilisées. En effet, les techniques locales à administration extra-osseuses s'y montrent, du fait de la finesse de leurs tables osseuses, très efficaces. Par ailleurs, ces anesthésies nécessitent une excellente connaissance de l'anatomie crânio-faciale, demeurent sensibles aux variations anatomiques inter-individuelles, sont relativement difficiles à maîtriser et peu efficaces lorsqu'elles ne le sont pas. De plus, des nombreuses techniques décrites, peu semblent jouir d'une efficacité ou d'un rapport bénéfiques sur risques favorable [5, 28, 44, 46, 48, 111].

Une revue de la littérature permet de mettre en évidence quatre techniques loco-régionales spécifiques aux arcades maxillaires d'intérêts, à savoir : les blocs des NASA, NASP, NNP et NGP. Les premiers sont très peu utilisés, les seconds peuvent servir lors d'extractions de troisièmes molaires maxillaires tandis que les troisièmes et quatrièmes présentent un intérêt pour les chirurgies palatines. Néanmoins, bien que séduisantes, ces techniques ne sont qu'assez rarement utilisées en omnipratique libérale. Aussi, nous ne les détaillerons pas [5, 28, 44, 46, 48, 111].

1.2.2. Spécifiques aux Arcades Mandibulaires

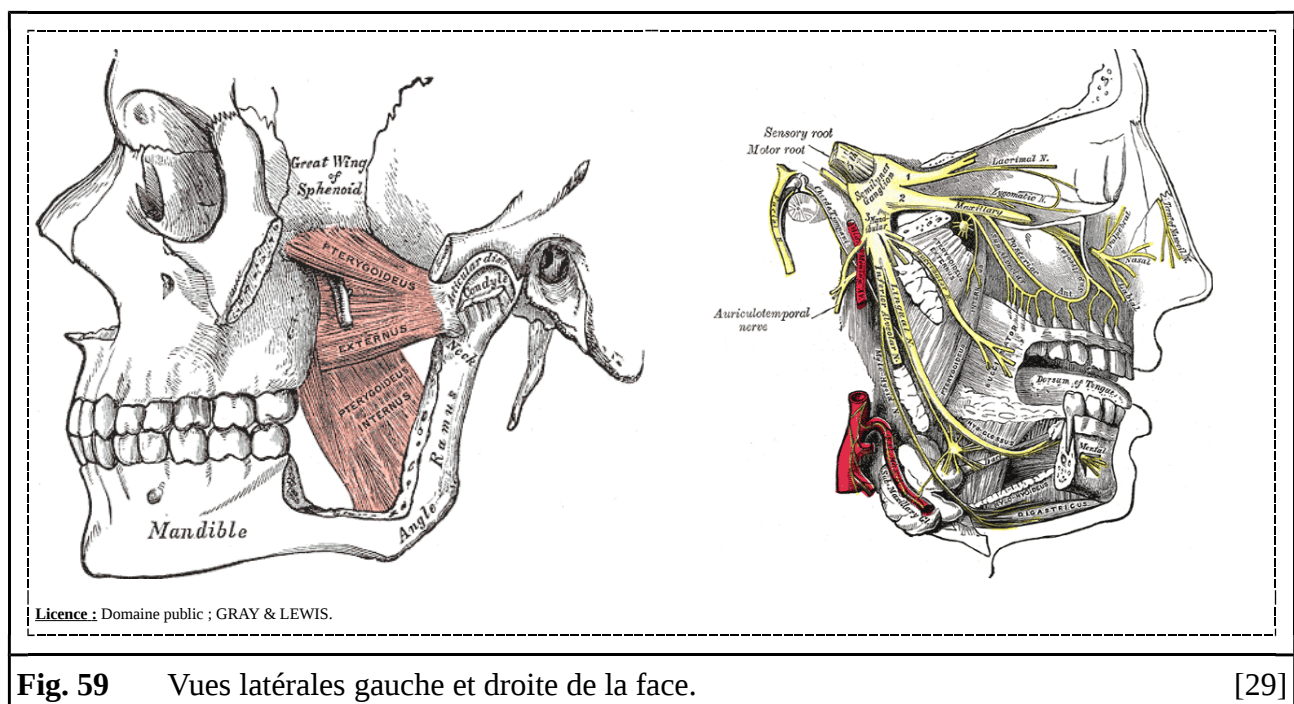
Les techniques loco-régionales spécifiques aux arcades mandibulaires sont, pour certaines, couramment utilisées. En effet, les techniques locales à administration extra-osseuses s'y montrent, du fait de l'épaisseur de leurs tables osseuses, moins efficaces, surtout en secteurs postérieurs. Néanmoins, comme les techniques loco-régionales spécifiques aux arcades maxillaires, la plupart

d'entre elles – trop complexes, trop difficiles et/ou trop aléatoires – ne sont guère employées [5, 28, 44, 46, 48, 111].

Nous ne détaillerons pas les blocs des NB et NI, qui quoique virtuellement intéressants dans le cadre d'échecs anesthésiques, ne sont que plus rarement utilisés en omnipratique libérale. De la même manière et pour les mêmes raisons, nous ne détaillerons pas le bloc du nerf mandibulaire (abrégié en « BNM ») par les méthodes d'AKINOSI-VAZINARI [5, 28, 44, 46, 48, 111].

1.2.2.1. Bloc du Nerf Alvéolaire Inférieur

Les blocs du NAI (abrégié en « BNAI ») – également dénommés « Spix » ou, incorrectement « tronculaires » – sont les anesthésies dentaires loco-régionales les plus connues, utilisées et importantes en odontologie. Ils correspondent à des infiltrations lentes de médicaments anesthésiques à proximité des NAI – dans les régions des lingulae mandibulaires qui surmontent les foramina mandibulaires – entre les faces latérales des fascias inter-ptérygoïdiens qui tapissent les faces latérales des muscles ptérygoïdiens médiaux et les faces médiales des branches ascendantes de la mandibule [28, 29, 38, 44, 46, 48, 111].



De nombreuses procédures d'exécution du BNAI sont décrites dans la littérature. Néanmoins, nous ne présenterons que la méthode d'HALSTEAD qui fait office de « standard » en la matière. Dans celle-ci, le praticien identifie visuellement et/ou tactilement un triangle muqueux vestibulaire délimité : médialement par le bord antérieur du muscle ptérygoïdien médial, latéralement par le bord antérieur concave de la branche ascendante de la mandibule et crânialement

par le plan occlusal de la seconde molaire maxillaire homolatérale à l'hémi-arcade ciblée. Fort de ses repères, le praticien pique, dans le plan frontal, au centre de ce triangle et, dans le plan sagittal, jusqu'au contact osseux. Enfin, après léger retrait et aspiration, le praticien procède à l'infiltration. Aussi, cette méthode nécessite des aiguilles de grandes longueurs et de moyens à grands diamètres. Parallèlement, elles mobilisent de moyens à grands volumes de médicaments anesthésiques [28, 44, 46, 48, 111].

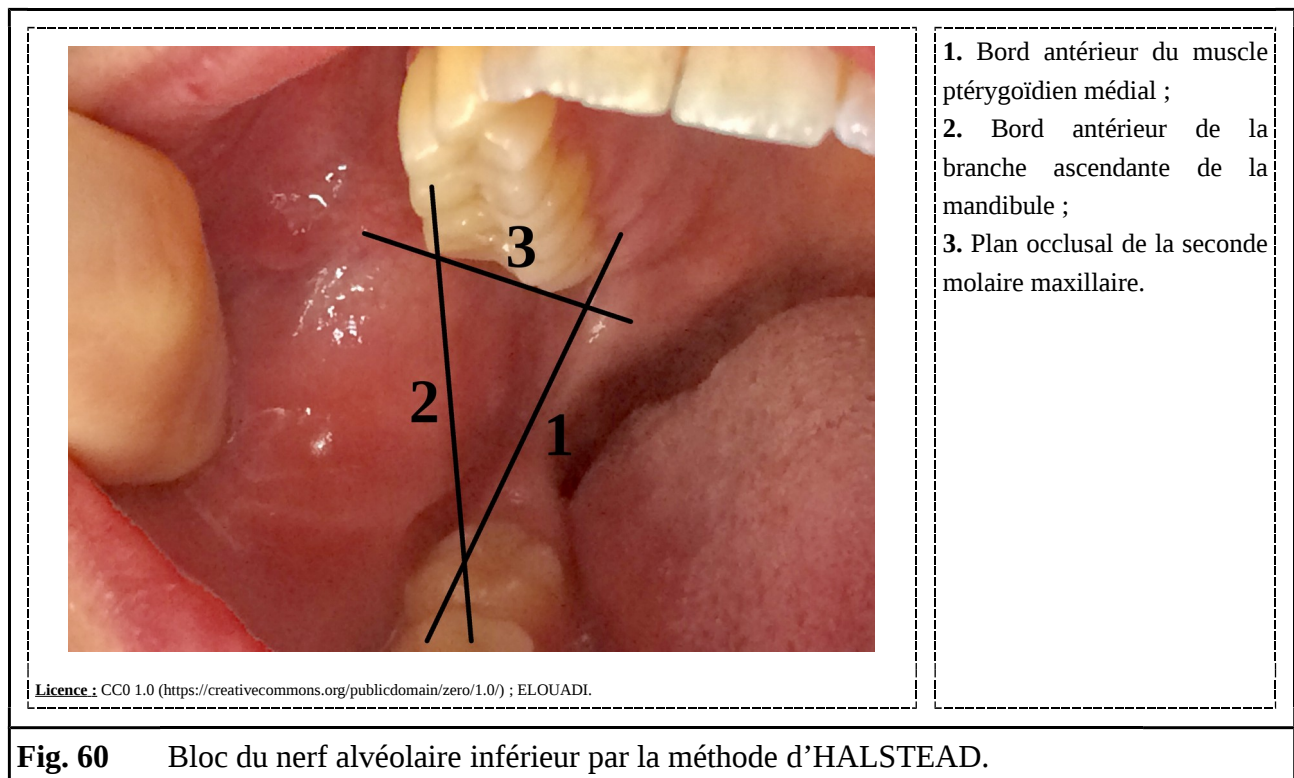


Fig. 60 Bloc du nerf alvéolaire inférieur par la méthode d'HALSTEAD.

Ces techniques sont indiquées pour les anesthésies étendues et/ou longues de quadrants mandibulaires. Elles permettent notamment de réaliser, au cours d'une même séance, des soins multiples intéressant plusieurs dents de la région molaire d'une hémi-arcade mandibulaire. Elles permettent également, en association avec une anesthésie intra-ligamentaire, d'insensibiliser une molaire mandibulaire en pulpite aiguë. Elles présentent les contre-indications communes aux techniques loco-régionales d'anesthésie dentaire. Par ailleurs, elles sont également naturellement proscrites en cas de signes d'inflammation ou d'infection aux points de ponctions [28, 44, 46, 48, 111].

Les BNAI bloquent les fibres nerveuses des NAI et, en aval des foramina mandibulaires, de ses rameaux, à savoir : le NI et le NM. Néanmoins, d'après MALAMED et LOGOTHETIS, ces techniques insensibilisent parfois – du fait de la diffusion, à distance de son point d'injection, du médicament anesthésiant – entièrement les branches postérieures des nerfs mandibulaires et intéressent, donc, également les NMH et NL. Aussi, ils anesthésient les tissus dentaires,

parodontaux et oraux – y compris pulpaire et linguaux – innervés par ceux-ci. Ainsi, ces anesthésies loco-régionales se manifestent par une insensibilité et un engourdissement de la totalité d'une hémis-arcade mandibulaire, hors parties vestibulaires des régions molaires [28, 44, 46, 48, 111].

Ces techniques présentent les avantages, inconvénients, précautions d'emploi et complications communes aux techniques loco-régionales d'anesthésie dentaire. Aussi, elles permettent d'anesthésier, longuement, de grandes étendues tissulaires au prix d'engourdissements désagréables pour les patients. De la même manière, quoique simple relativement aux autres techniques loco-régionales, le BNAI par la méthode d'HALSTEAD reste une technique assez difficile à maîtriser et sensible aux variations anatomiques inter-individuelles. Aussi, elle se traduit, dans environ un quart des cas, par un échec [28, 44, 46, 48, 111].

1.2.2.2. Bloc du Nerf Mandibulaire

Les BNM sont des anesthésies dentaires loco-régionales moins utilisées que les BNAI. Ils correspondent à des infiltrations lentes de médicaments anesthésiques à proximité des nerfs mandibulaires aux niveaux des fossettes ptérygoïdiennes des parties supérieures des faces médiales des branches ascendantes de la mandibule [28, 29, 38, 44, 46].

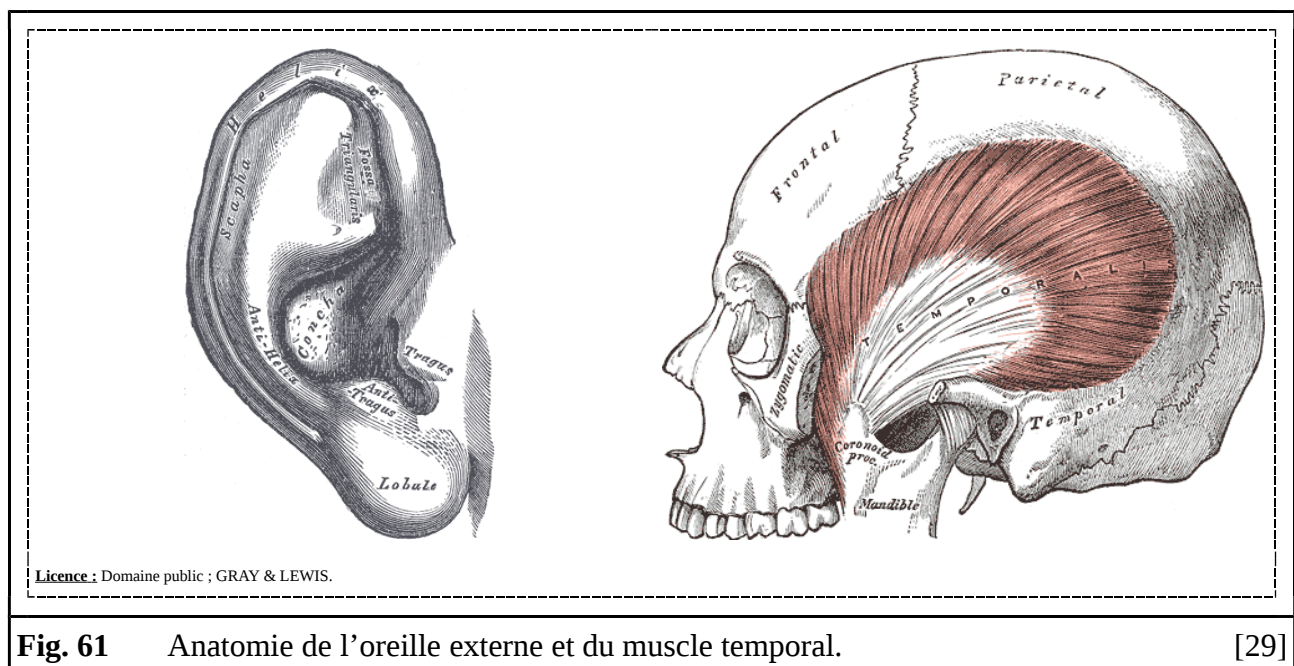


Fig. 61 Anatomie de l'oreille externe et du muscle temporal.

[29]

Plusieurs procédures d'exécution du BNM sont décrites dans la littérature. Néanmoins, nous ne présenterons que la méthode de GOW-GATES qui fait office de « standard » en la matière. Dans celle-ci, le praticien identifie visuellement et/ou tactilement cinq repères anatomiques, à savoir : trois extra-oraux et deux intra-oraux. A l'extérieur de la cavité orale, il considère l'incisure intertragique de l'oreille externe – c'est-à-dire l'échancrure unissant les tragus et anti-tragus de l'oreille

externe – ainsi que les commissures – homolatérale et controlatérale à l’hémi-arcade ciblée – labiales. A l’intérieure de la cavité orale, il apprécie le bord tendineux antérieur de la portion latérale du muscle temporal ainsi que la cupside mésio-palatine de la deuxième molaire maxillaire homolatérale à l’hémi-arcade ciblée. Ainsi, le praticien pique, dans la muqueuse vestibulaire, à hauteur de la cupside mésio-palatine précédemment repérée, en distal de celle-ci et en médial du bord tendineux sus-décrit. Le praticien dirige, dans un premier temps, son aiguille selon un axe reliant la commissure labiale controlatérale et l’incisure inter-tragique puis, dans un second temps, selon un axe reliant la commissure labiale homolatérale et l’incisure inter-tragique. Enfin ; après contact osseux, léger retrait et aspiration ; le praticien procède à l’infiltration. Aussi, cette méthode nécessite des aiguilles de grandes longueurs et de moyens à grands diamètres. Parallèlement, elles mobilisent de moyens à grands volumes de médicaments anesthésiques [28, 44, 46].



Licence : CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) ; PARTYNIA.

Fig. 62 Bloc du nerf mandibulaire par la méthode de GOW-GATES.

[86]

Les BNM présentent globalement les mêmes indications et contre-indications que les BNAI. Néanmoins, bloquant l’ensemble des fibres nerveuses – des branches antérieures comme postérieures – des nerfs mandibulaires, elles permettent de s’affranchir de certaines variations anatomiques inter-individuelles. Par ailleurs, pour les mêmes raisons, elles permettent d’anesthésier la totalité d’une hémi-arcade mandibulaire [28, 44, 46].

Ces techniques présentent les avantages, inconvénients, précautions d’emploi et complications communes aux techniques loco-régionales d’anesthésie dentaire. Relativement aux BNAI par la méthode d’HALSTEAD, les BNM par la méthode de GOW-GATES ne sont ni plus ni

moins difficiles mais nécessitent une excellente coopération des patients. Ainsi, ceux-ci doivent disposer d'une ouverture buccale normale et, surtout, être capables de garder leurs cavités orales ouvertes, sans discontinuer, durant toute la procédure [28, 44, 46].

2. Les Spécialités Pharmaceutiques

De nombreuses spécialités pharmaceutiques pour anesthésie dentaire sont commercialisées. Comme tout médicament, celles-ci se composent d'une ou plusieurs substances actives – à savoir, un anesthésique local et, éventuellement, un vasoconstricteur – et d'un certain nombre d'excipients [28, 32, 44–46, 48, 69, 72, 77, 103].



Fig. 63 Cartouche standard de spécialité pharmaceutique anesthésiante.

Ces spécialités pharmaceutiques anesthésiantes correspondent à des solutions injectables stériles conditionnées dans des cartouches à usage unique qui répondent à de nombreuses normes, tant verticales qu'horizontales. Celles-ci correspondent à des cylindres creux en verre, recouverts d'un film plastique transparent et fermés, de manière étanche, à chacune de leurs extrémités. D'un côté, on retrouve des butoirs en caoutchouc synthétique enchâssés dans les cartouches. De l'autre côté, on retrouve des opercules, également en caoutchouc synthétique, sertis, par des pièces d'aluminium, sur les cartouches. En Europe continentale, ces dernières présentent une contenance de 2 mL. Néanmoins, afin de pouvoir être utilisées en aspiration, elles ne contiennent qu'environ 1.8 mL de médicament anesthésique [28, 32, 44–46, 90, 91, 103].

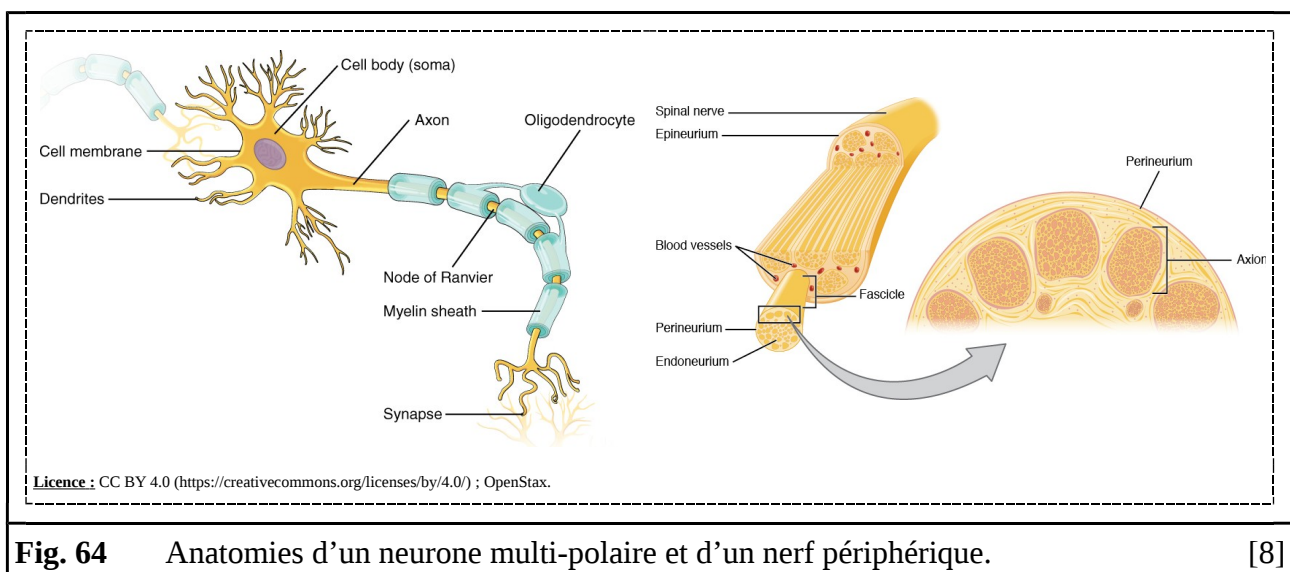
2.1. Anesthésiques Locaux

Les anesthésiques locaux inhibent la transmission des influx nerveux nociceptifs. Ce sont eux qui produisent l'action pharmacologique principale – c'est-à-dire d'anesthésie – des spécialités pharmaceutiques anesthésiantes. Pour se faire, ces dernières présentent des concentrations massiques variables – à savoir, d'un demi à quatre pourcents – en principes actifs anesthésiants [28, 44, 46, 48, 69].

2.1.1. Contexte Physiologique

Constituant essentiel du système nerveux, le tissu nerveux est constitué de deux types cellulaires. Ainsi, on retrouve, d'une part, des cellules excitables dénommées « neurones » et, d'autre part, des cellules non excitables dénommées « gliocytes ». Les premières assurent les fonctions propres – à savoir : la détection, l'intégration et la réponse aux stimuli – de ces organes tandis que les secondes les soutiennent. Les neurones forment, les uns avec les autres, des réseaux complexes tandis que les gliocytes siègent à leurs côtés [8, 44, 46, 53].

Ainsi, les neurones constituent les unités fonctionnelles élémentaires du système nerveux. Ils possèdent la capacité de créer – en réponse à une stimulation – puis de conduire un influx nerveux. On parle, respectivement, d'excitabilité et de conductivité. Microscopiquement, les neurones, essentiellement dits « multi-polaires » se composent d'un corps cellulaire, d'une ou plusieurs dendrites et d'un unique axone. Ainsi, ils correspondent à des structures polarisées recevant, à leurs extrémités dendritiques, les stimuli et transmettant, vers l'extrémité de leur axone, les influx nerveux induits par ceux-ci. Macroscopiquement, les axones de plusieurs neurones périphériques se rejoignent pour former des structures nerveuses complexes dénommées « nerfs » [8, 44, 46, 53].



Physiologiquement, les différentes espèces ioniques – c’est-à-dire les atomes et les molécules électriquement chargés – sont réparties de manière inégale de part et d’autre des membranes plasmiques des cellules. Ainsi, il existe une différence de potentiel entre les faces internes et externes de ces membranes plasmiques. Au repos, les versants internes de celles-ci sont chargés négativement par rapport à leurs versants externes. Ces différences de potentiel sont dénommées « potentiels de repos ». De nombreux complexes protéiques transmembranaires – à savoir, canaux et pompes – permettent de maintenir ces gradients de concentration et, de là, ces différences de potentiel. Néanmoins, d’autres complexes protéiques transmembranaires – également impliqués dans les transports transmembranaires – peuvent – en autorisant les entrées ou sorties rapides d’espèces ioniques, par exemple, à la suite d’un stimulus – conduire à des inversions locales des potentiels membranaires. Ces dépolarisations rapides sont suivies de repolarisations puis hyperpolarisations plus lentes. Ces successions d’événements sont, individuellement, dénommées « potentiel d’action » et composent, collectivement, les influx nerveux [8, 28, 44, 53].

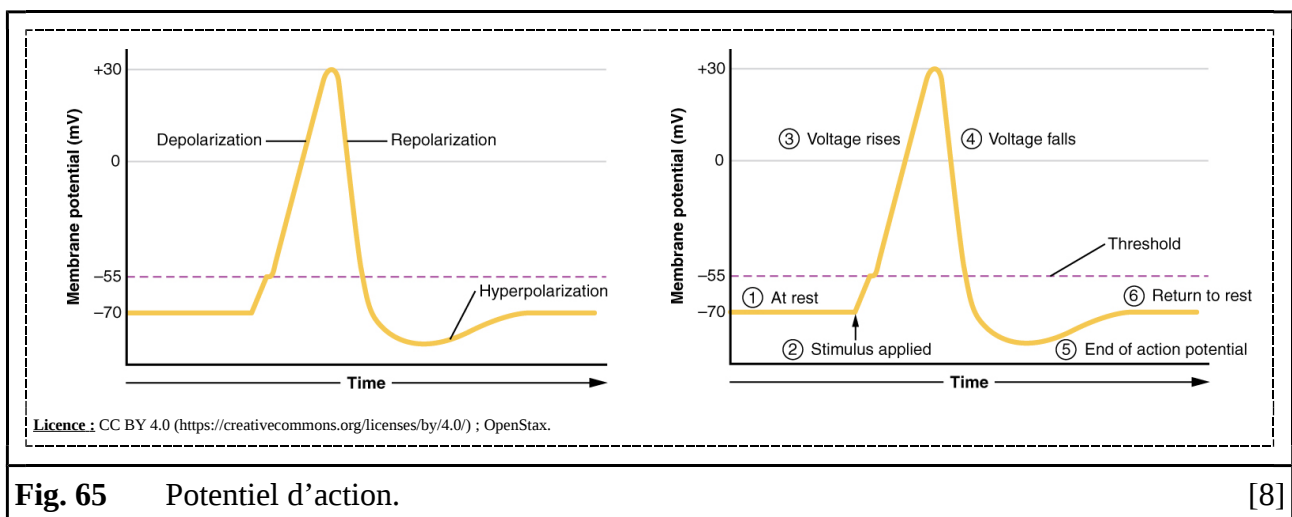
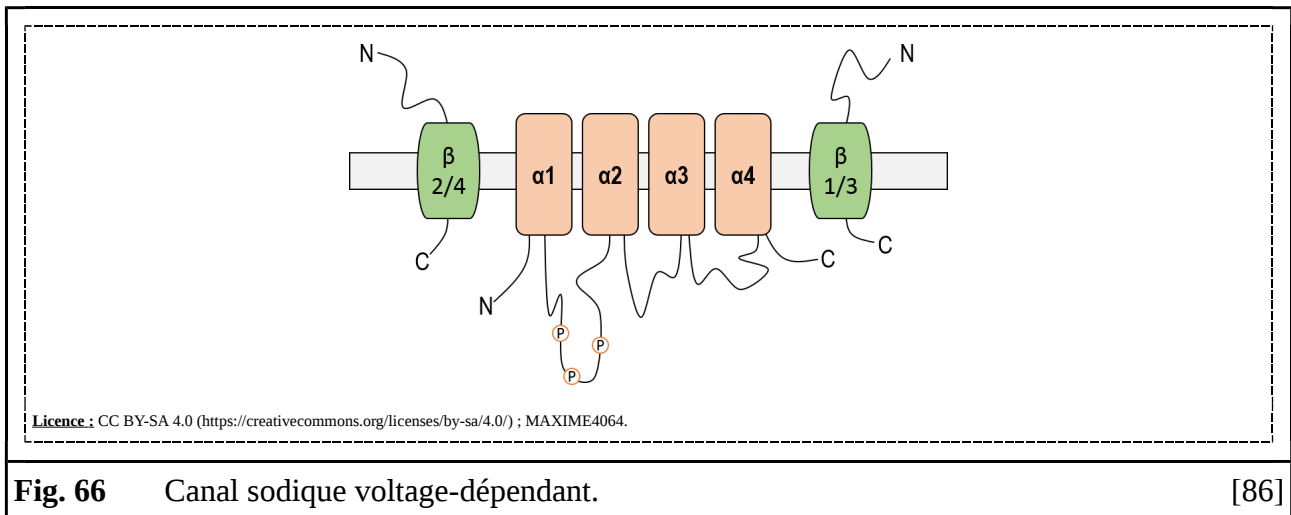


Fig. 65 Potentiel d’action.

[8]

Ainsi, les potentiels d’action correspondent à des dépolarisations transitoires et locales des potentiels de repos des membranes plasmiques qui se déplacent de proche en proche le long des axones. Ces dépolarisations sont essentiellement causées par l’ouverture d’un type de complexes protéiques transmembranaires dénommés « canaux sodiques voltage-dépendant » (abrégié en « CAVD ») ou « Na_v ». Ceux-ci permettent le transport passif – c’est-à-dire, dans le sens du gradient électro-chimique, sans apport d’énergie – des ions sodium. Ceux-ci étant chargés positivement et moins fortement concentrés dans les milieux intra-cellulaires, ils constituent des flux ioniques entrants [8, 44, 46, 53].



Les CSVD disposent de trois états distincts, à savoir : fermé, ouvert et inactivé. Ainsi, un CSVD en position fermée est imperméable aux ions mais peut être ouvert immédiatement. Un CSVD en position ouverte est perméable aux ions. Un CSVD en position inactivée est imperméable aux ions et ne peut être ouvert immédiatement. Ils fonctionnent selon un cycle « fermé-ouvert-inactivé-fermé ». Le passage de l'une à l'autre des positions dépend du franchissement – ascendant ou descendant – par le potentiel de membrane de valeurs seuils [8, 44, 46, 53].

2.1.2. Mécanisme d'Action

Les anesthésiques locaux sont, essentiellement, des bloqueurs des CSVD. Diverses théories entendent expliquer les détails de leur mécanisme d'action. Actuellement, la plus acceptée d'entre-elles semble être celle d'une fixation de l'anesthésique local sur une cible de la portion intracellulaire du CSVD [28, 32, 42, 44, 46, 48, 72]

2.1.3. Structures et Propriétés

On retrouve trois familles chimiques d'anesthésiques locaux, à savoir : les amino-esters, les amino-amides et les amino-éthers. Les molécules des premières et dernières familles ne sont que très rarement utilisées – essentiellement en cas d'allergies ou de porphyries – en omnipratique libérale. Aussi, nous ne les détaillerons pas [28, 32, 42, 48, 69, 72].

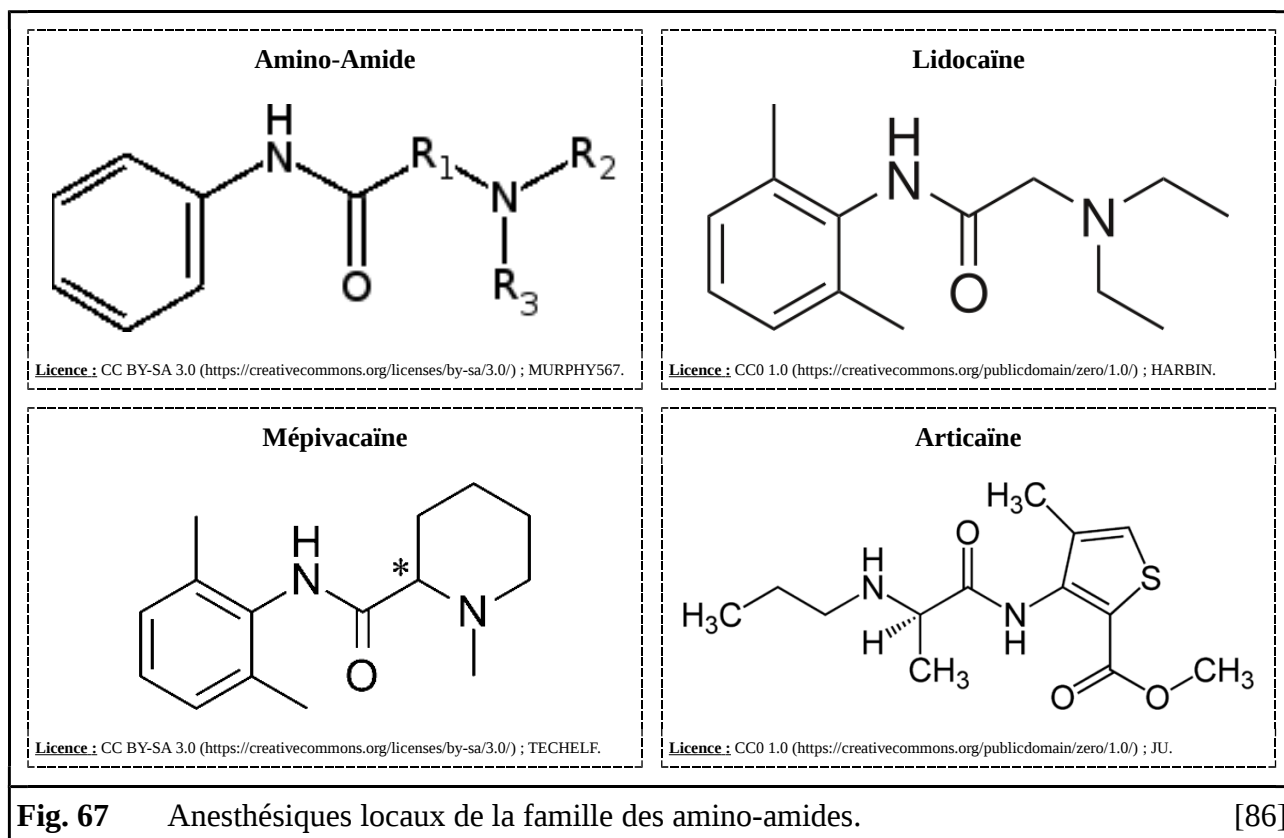


Fig. 67 Anesthésiques locaux de la famille des amino-amides.

[86]

Les molécules de la famille des amino-amides – comme : la lidocaïne, la mépivacaïne et l’articaïne – sont des bases faibles amphiphiles de synthèse qui présentent une structure chimique relativement commune. Ainsi, elles possèdent toutes : un pôle lipophile, une chaîne intermédiaire et un pôle hydrophile. Leurs pôles lipophiles, organisés autour de noyaux aromatiques, leur assurent une bonne distribution intra-cellulaire où se trouvent, *a priori*, leurs récepteurs. Leurs pôles hydrophiles, organisés autour de groupements amines secondaires ou tertiaires, leur assurent une bonne distribution, tant en milieux hydrophiles qu’hydrophobes. En effet, les fonctions amines permettent d’obtenir des molécules hydrophiles en milieu acide et hydrophobes en milieu basique. Aussi, sous forme acide, elles se distribuent très bien, par exemple, dans le compartiment sanguin tandis que, sous forme basique, elles traversent très bien les membranes biologiques. Par ailleurs, sous forme acide, elles restent piégées dans le compartiment intra-cellulaire. Cette forme acide, ionisée, correspond à la forme active de la molécule. Leurs chaînes intermédiaires, organisées autour de groupements amides, leur confèrent une métabolisation essentiellement hépatique. Par rapport à des fonctions esters plus facilement métabolisable, cela leur donne une meilleure demi-vie [28, 32, 42, 44, 46, 48, 69, 72].

Habituellement, les anesthésiques locaux sont des molécules plutôt bien tolérées qui n’entraînent, aux posologies cliniques, que peu d’effets indésirables. Il n’existe que très peu de contre-indications. Néanmoins, certaines pathologies doivent inciter à la prudence. Par ailleurs, en cas d’injection intra-vasculaire, ils peuvent se montrer dangereux [28, 32, 44–46, 48, 69, 103].

2.2. Vasoactifs

Les anesthésiques locaux présentent généralement des propriétés vasodilatatrices. Cela est un inconvénient. En effet, dans le cadre d'une anesthésie locale, on cherche à avoir une action locale. Aussi, on ne désire pas que les principes actifs anesthésiants qu'on éjecte se distribuent trop à distance des points de ponction. Dès lors, la plupart des médicaments anesthésiques incorporent des molécules vasoactives de la famille des catécholamines – à savoir : noradrénaline et adrénaline – afin de limiter, par une vasoconstriction locale, la fuite des substances anesthésiantes. De là, ils permettent d'augmenter la durée et l'intensité d'une anesthésie dentaire. L'utilisation d'excipient visqueux a été proposée afin de les remplacer. Néanmoins, ces recherches n'ont pas été poursuivies [28, 32, 42, 44, 46, 48, 69, 72, 77, 103].

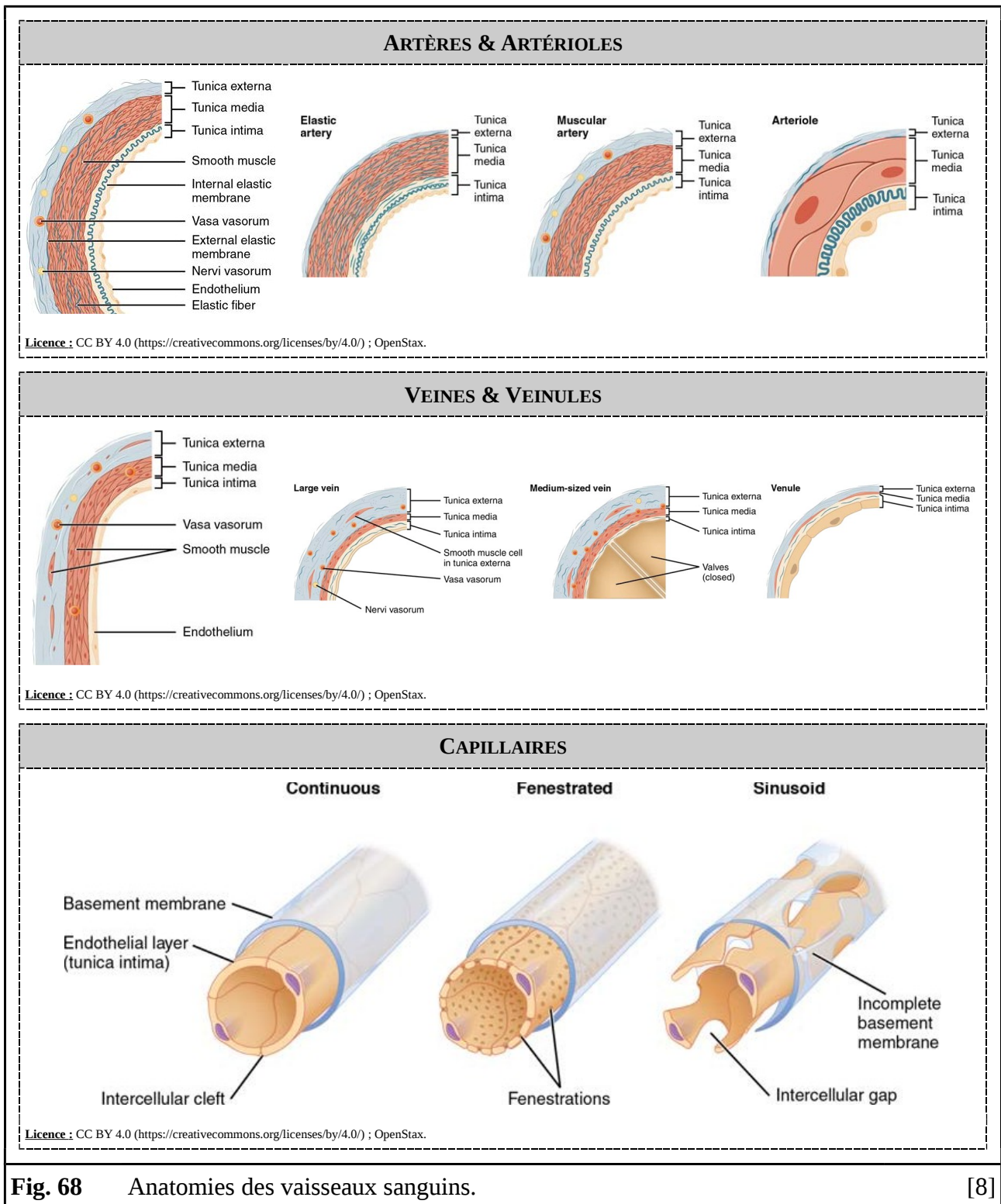
Par ailleurs, ces molécules, en diminuant le débit sanguin, permettent de limiter les hémorragies. Cette capacité constitue l'action pharmacologique accessoire des spécialités pharmaceutiques anesthésiantes [28, 32, 44, 46, 48, 69, 77].

Ainsi, les spécialités pharmaceutiques anesthésiantes présentent des concentrations massiques variables – à savoir, de un vingt millièmes à un deux cents millièmes – en principes actifs vasoactifs. La situation clinique et la technique d'anesthésie retenue dictent, au praticien, le choix de l'une des très nombreuses formulations disponibles [28, 32, 42, 44, 46, 48, 69, 72, 77, 103].

2.2.1. Contexte Physiologique

Les vaisseaux sanguins constituent un ensemble hétérogène de structures chargées d'irriguer les différents tissus de l'organisme. Morphologiquement, on distingue trois familles de vaisseaux sanguins, à savoir : les artères, les capillaires et les veines. Les premières transportent le sang, riche en oxygène et nutriments, du cœur vers les capillaires. Ces derniers échangent, dans les tissus qu'ils parcourent, oxygène contre dioxyde de carbone et nutriments contre déchets. Les veines ramènent le sang, riche en dioxyde de carbone et déchets, des capillaires vers le cœur. Durant leurs trajets, artères et veines rétrécissent au fur et à mesure de leurs ramifications. Délimitant une lumière centrale, leurs parois sont formées de nombreuses couches, dénommées « tuniques », dont la composition et l'épaisseur varient en fonction de leurs nature, localisation et calibres [8, 27, 53].

Artères, artérioles, veines et veinules présentent toutes une architecture tri-couche formée d'une tunique externe dénommée « adventice », d'une tunique moyenne dénommée « média » et d'une tunique interne dénommée « intima ». Ces vaisseaux contiennent de nombreux tissus différents. Ainsi, l'adventice est formé de tissu conjonctif aérotaire, la média correspond à un tissu musculaire lisse tandis que l'intima, ou endothélium, constitue un épithélium pavimenteux simple



Les capillaires s'écartent de cette construction multi-couches. En effet, spécialisés dans les échanges entre le sang et les tissus, ils présentent une constitution plus simple. Ainsi, ils correspondent à un endothélium enfermé, plus ou moins, dans sa membrane basale [8, 27, 53].

2.2.2. Mécanisme d'Action

L'adrénaline et la noradrénaline sont des agonistes endogènes des récepteurs adrénergiques. Ces derniers sont des récepteurs membranaires appartenant à la famille des récepteurs couplés aux protéines G. Il en existe cinq sous-types, à savoir : α_1 , α_2 , β_1 , β_2 et β_3 . Ces récepteurs sont relativement ubiquitaires [28, 32, 39, 42, 48, 69, 77].

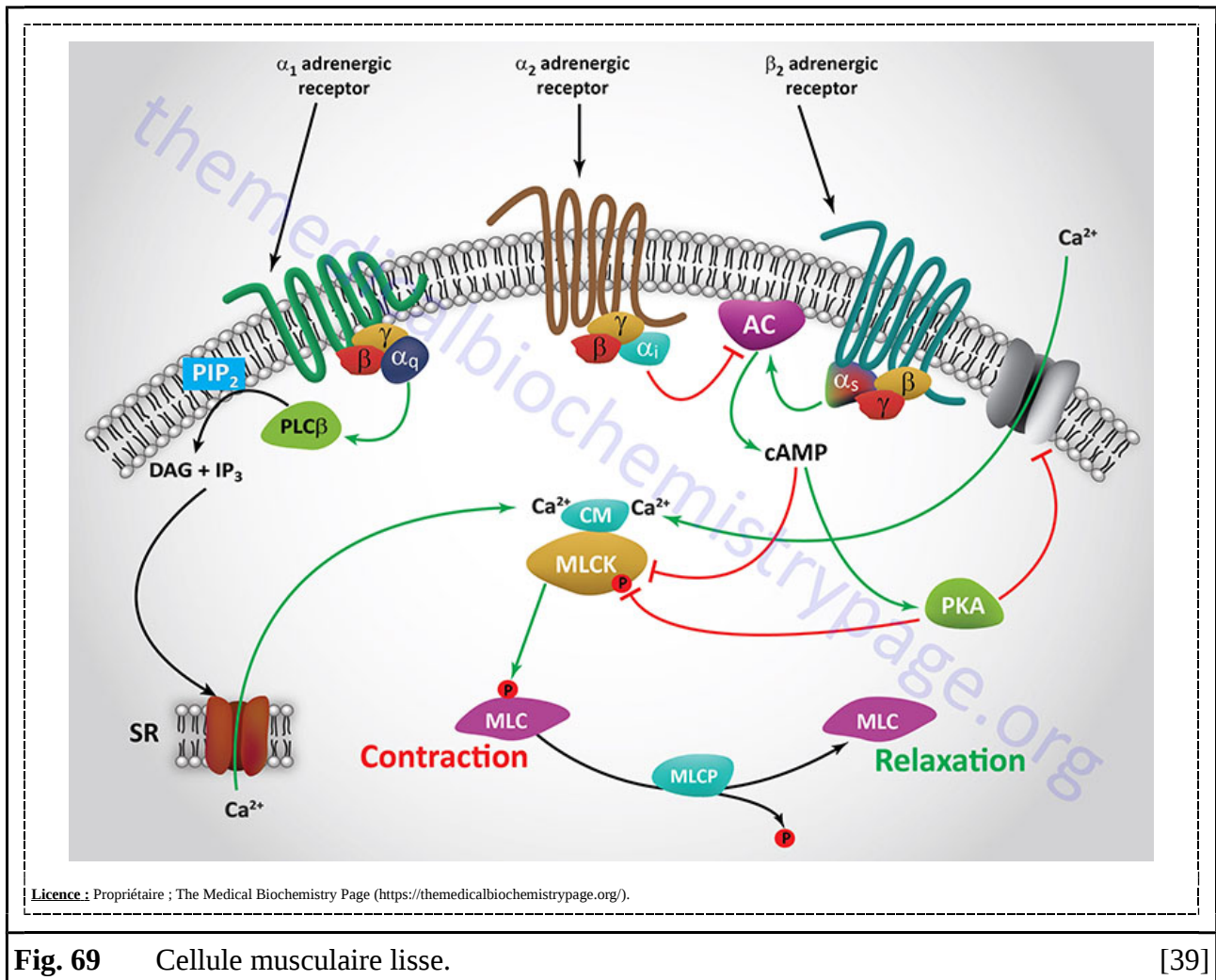


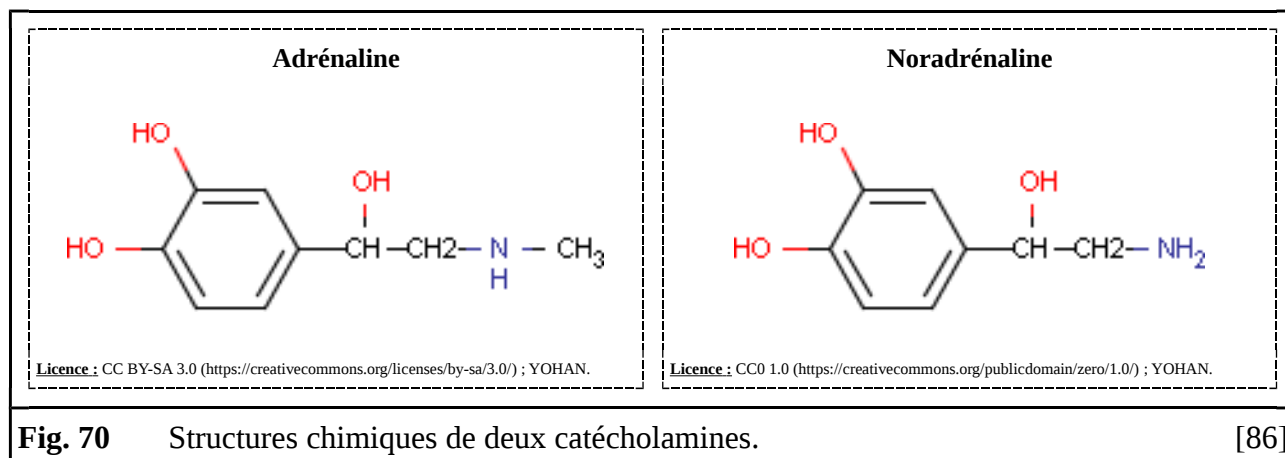
Fig. 69 Cellule musculaire lisse.

[39]

Ainsi, les récepteurs adrénergiques α_1 , α_2 et β_2 se retrouvent notamment sur les cellules musculaires lisses de l'intima des vaisseaux sanguins non capillaires. L'activation des récepteurs adrénergiques α_1 et α_2 provoque une vasoconstriction tandis que l'activation des récepteurs adrénergiques β_2 tend à induire une vasodilatation. Néanmoins, les premiers étant très largement majoritaire dans les régions non coronaires, la libération d'une catécholamine à proximité d'une cellule musculaire lisse vasculaire non coronaire entraîne une vasoconstriction [28, 39, 42, 48, 69, 77].

2.2.3. Structures et Propriétés

Adrénaline et noradrénaline sont des molécules quasi-identiques qui dérivent, biologiquement, toutes les deux de la tyrosine. Ces molécules sont notamment métabolisées par la mono-amine oxydase. Or cette enzyme est la cible d'une classe d'antidépresseur, à savoir : les inhibiteurs de la mono-amine oxydase. Aussi, ceux-ci pourraient provoquer des interactions médicamenteuses [7, 28, 48, 53, 69].



Adrénaline et noradrénaline ne présentent pas des affinités identiques pour les différents sous-types de récepteurs adrénergiques. Ainsi, la noradrénaline se fixe préférentiellement sur les récepteurs α_1 et α_2 tandis que l'adrénaline ne possède pas de préférence particulière [28, 32, 42, 44, 46, 48, 69, 77].

Habituellement, les vasoactifs sont des molécules plutôt bien tolérées qui n'entraînent, aux posologies cliniques, que peu d'effets indésirables. Aussi, les catécholamines endogènes liées au stress du patient peuvent s'ajouter à celles contenues dans les spécialités pharmaceutiques anesthésiantes. Néanmoins, lorsqu'ils sont surdosés, ceux-ci peuvent induire des nécroses ischémiques locales. Par ailleurs, il arrive qu'ils provoquent – par exemple, en cas d'injection intra-vasculaire – des effets cardio-vasculaires systémiques, comme des tachycardies ou des hypertensions artérielles. Comme pour les anesthésiques locaux, il n'existe que très peu de contre-indications même si certaines pathologies doivent inciter à la prudence [28, 32, 42, 45, 46, 48, 69, 77, 103].

2.3. Excipients

Les spécialités pharmaceutiques anesthésiantes contiennent de nombreux excipients. Ainsi, à côté de la solution saline isotonique stérile et apyrogène, on retrouve notamment des solutions tampons, des antiseptiques (comme les parabens), des antioxydants (comme l'acide éthylènediaminetétraacétique) et des conservateurs (comme les sulfites). Toutes ces molécules peuvent induire des réactions délétères, comme des chocs anaphylactiques ou des crises d'asthme [28, 32, 44–46, 48, 69, 103].

DISPOSITIFS MÉDICAUX

Tout praticien se doit, à notre époque, de maîtriser l'anesthésie dentaire. Néanmoins, certains de ces professionnels peinent à exceller dans le domaine. Ainsi, afin de les aider à réaliser et réussir ces actes techniques fondamentaux, une très grande variété de dispositifs médicaux ont été conçus, fabriqués et commercialisés par de nombreux industriels. Des plus simples aux plus complexes, ces instruments médicaux diffèrent fortement les uns des autres. Cette diversité prouve que le sujet suscite un grand intérêt chez les industriels et que l'innovation en la matière est vivace. Aussi, beaucoup de directions ont été explorées. Néanmoins, il est possible de proposer un classement par grande famille d'instruments en fonction de divers critères, à savoir : électronique ou non électronique, avec ou sans aiguille, manuel ou non manuel, filaire ou non filaire. En l'espèce, ceux-ci sont parfois tellement dissemblables, tant techniquement que cliniquement, qu'il est impossible de tous les comparer simultanément. Ainsi, certains sont polyvalents quand d'autres demeurent extrêmement spécifiques. Aussi, nous avons résolu de les comparer technique d'anesthésie par technique d'anesthésie. Nous nous proposons, ici, de traiter de deux exemples, avec, d'un côté, les dispositifs médicaux pouvant être utilisés pour réaliser des anesthésies intra-ligamentaires et, de l'autre, ceux qu'ils peuvent l'être pour effectuer des anesthésies trans-corticales [15–17, 21, 25, 28, 35, 37, 63, 76, 88, 89].

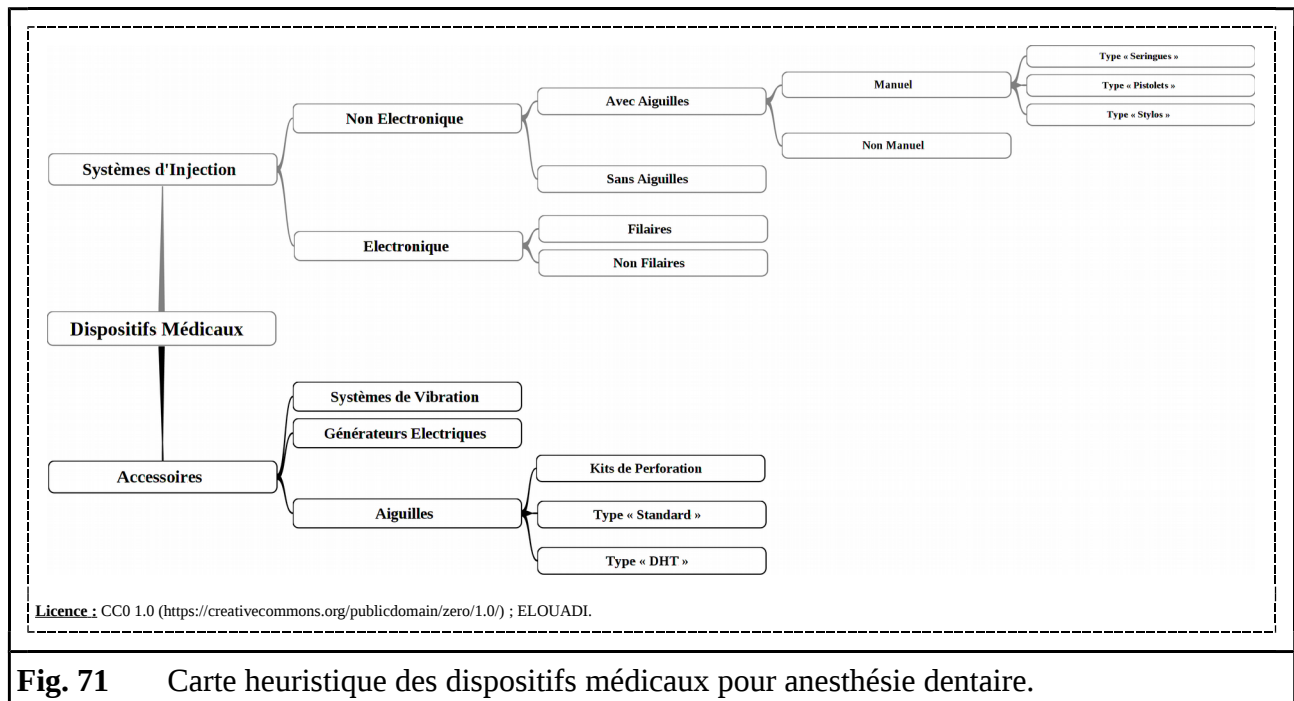
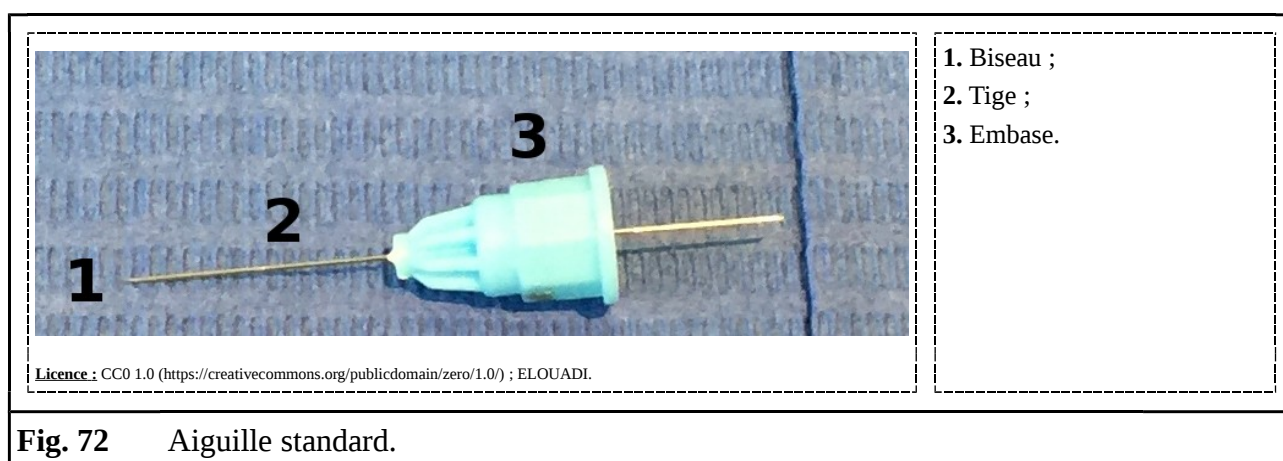


Fig. 71 Carte heuristique des dispositifs médicaux pour anesthésie dentaire.

Les dispositifs sans aiguilles – comme les INJEX® de INJEX PHARMA®, DENTAL MADAJET® de MADA®, SYRIJET® de MIZZY® et MED-JET® de MIT CANADA® – exploitent l'énergie pneumatique, créée avec l'aide d'un ressort ou stockée dans un compresseur – pour propulser des spécialités pharmaceutiques au travers des muqueuses. Néanmoins, les maigres avantages apportés par ces instruments ne parviennent pas à compenser leurs nombreux défauts. Ainsi, s'ils pourraient permettre d'améliorer la coopération des patients bélonéphobes, ils restent : bruyant, au moins aussi douloureux en per-opératoire, responsables d'ecchymoses post-opératoires, bien peu polyvalents et souvent inefficaces [15, 25, 28, 44, 63, 88].



A côté des systèmes d'injection *stricto sensu*, on retrouve des équipements accessoires comme les systèmes de vibration, les générateurs électriques et les aiguilles. Les systèmes vibratoires – comme les VIBRAJECT® de ITL DENTAL®, INJECTION CONFORT SYSTEM® de DENTALVIB® et ACCUPAL® d'ACCUPAL DENTAL® – exploitent une théorie physiologique sur la douleur – à savoir, la « théorie de la porte » ou, en anglais, « gate control theory » – qui édicte, très schématiquement, que, dans une région donnée, des signaux nerveux tactiles peuvent bloquer des signaux nerveux nociceptifs. Ainsi, en faisant vibrer les muqueuses orales aux points de ponctions, il serait possible de limiter les expériences douloureuses liées aux piqûres et infiltrations. Les générateurs électriques – comme les DEA SYSTEM 8670® de 3M®, MK2® de CEDETA DENTAL INTERNATIONAL® ou TEAMP-UP® de SATELEC® – entendent réduire la durée des engourdissements causés par les techniques loco-régionales d'anesthésie dentaire. Agissant par neuro-stimulation électrique transcutanée, ces dispositifs permettraient – en stimulant la circulation sanguine et la contraction des muscles squelettiques *via* des courants de très basses fréquences – d'accélérer l'élimination locale des médicaments anesthésiques et de leurs produits de métabolisation. Néanmoins, une approche pharmacologique – avec, par exemple : des spécialités pharmaceutiques à base de vasodilatateurs ou de mésylate de phentolamine – donnerait, *a priori*, les mêmes résultats. Par ailleurs, des études tendent à montrer que ces dispositifs médicaux

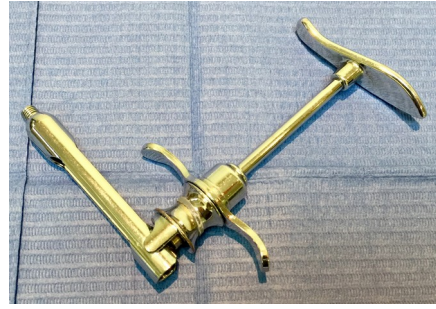
pourraient également produire des anesthésies suffisamment profondes pour remplacer les infiltrations de spécialités pharmaceutiques anesthésiantes [15, 25, 28, 44, 44, 46, 47, 63, 89].

1. Utilisables en Anesthésie Intra-Ligamentaire

Techniquement, les anesthésies intra-ligamentaires présentent certaines difficultés. En effet, afin de ne pas faire souffrir son patient, tout praticien doit réaliser des infiltrations contrôlées, lentes et régulières. Cette recommandation générale est applicable à toutes les techniques, surtout locales, d'anesthésies. Néanmoins, dans le cadre des anesthésies intra-ligamentaires, respecter cette consigne se révèle être, pour certain, un véritable défi. En effet, le desmodonte étant une structure fort peu dilatable et d'un volume très réduit, la résistance à l'éjection du médicament anesthésique est particulièrement importante. Dès lors, l'infiltration de la spécialité pharmaceutique anesthésiante nécessite le déploiement d'une force relativement importante qui est incompatible, chez certain, avec un fin contrôle. Aussi, dans ces cas, les infiltrations deviennent douloureuses tant pour les patients, qui ne bénéficient pas d'une éjection à faible et constant débit, que pour les praticiens qui se voient obligés de forcer plus que de raison [28, 44, 46, 48, 56, 78, 81].

1.1. Seringues

Historiquement, les seringues sont les premiers instruments d'injection. Aussi, il en existe un très grand nombre de références. Dans notre classification, elles correspondent à des systèmes d'injection, non électronique, avec aiguille et manuel. Néanmoins, toutes les seringues pour anesthésie dentaire disposent de caractéristiques communes. Ainsi, elles présentent une constitution robuste généralement en métal, plastique ou fibre de verre. Lorsqu'elles sont réutilisables, elles doivent être stérilisées après chaque utilisation. Ces instruments constituent des dispositifs médicaux légers, économiques et extrêmement polyvalents. Sur la base d'un certain nombre de critères, il est possible d'en distinguer plusieurs familles, à savoir : les seringues classiques, les seringues à harpon, les seringues auto-aspirantes et les seringues de sécurité [25, 28, 44, 46, 63].



Licence : CC0 1.0 (<https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) ; ELOUADI.

Fig. 73 Seringues classiques.

Les seringues classiques constituent des systèmes d'injection extrêmement simples. Ainsi, elles reposent sur des systèmes mécaniques piston-cylindre où un piston coulisse dans un cylindre dénommé « corps ». A l'une de leurs extrémités, leurs pistons disposent de poignées qui accueillent les creux palmaires des praticiens tandis qu'à leur autre extrémité, ils rencontrent les butoirs des cartouches contenant les médicaments anesthésiques. Leurs corps sont généralement fenestrés et basculants. Ceux-ci permettent de charger les cartouches de médicament anesthésiques et de visualiser, au fur et à mesure de l'infiltration, leurs niveaux de remplissage. A l'une de leur extrémité, les corps possèdent des contre-poignées qui accueillent les doigts des praticiens tandis qu'à leur autre extrémité, ils reçoivent des filetages permettant de fixer les aiguilles. Lors de l'infiltration, la translation vers l'avant du piston, sous l'action de la main du praticien, se transmet au butoir de la cartouche et conduit à l'éjection du médicament anesthésique qu'elle contient [28, 44, 46].

Les seringues à harpon constituent des améliorations des seringues classiques. Elles disposent d'une conception et d'un fonctionnement analogues à ces dernières. Néanmoins, contrairement à celles-ci, elles permettent la réalisation d'aspirations, dites « actives ». Ainsi, elles se distinguent des seringues classiques sur deux points. D'un côté, les extrémités de leurs pistons interagissant avec les butoirs des cartouches de médicament anesthésique disposent de harpons qui s'enfoncent dans le caoutchouc synthétique de ceux-ci. De l'autre côté, les extrémités « palmaires » de leurs pistons prennent la forme d'anneaux, afin d'accueillir les pouces des praticiens. Lors de l'aspiration, la translation vers l'arrière du piston, sous l'action du pouce du praticien, se transmet, *via* le harpon, au butoir de la cartouche et conduit, *via* une dépression, à une aspiration. Néanmoins, les aspirations actives présentent trois inconvénients. N'étant pas réalisées automatiquement, elles peuvent être oubliées par le praticien. Nécessitant un mouvement du praticien, elles peuvent conduire à des tressaillements de l'aiguille pouvant être sources de douleurs. Nécessitant un « harponnage » du butoir de la cartouche, elles conduisent inévitablement à une légère éjection

préalable à toute aspiration. Néanmoins, certaines de ces seringues voient leurs harpons complétés – voire remplacés – par un joint torique venant épouser la section circulaire interne des cartouches qu’elles chargent. Aussi, cette conception limite – voire supprime – ce dernier défaut [28, 44, 46].

Les seringues auto-aspirantes – comme les ASPIJECT® de RONVIG DENTAL®, ASPIJECT PLUS® de RONVIG DENTAL® et ANTHOJECT® d’ANTHOGYR® – constituent des dispositifs beaucoup plus évolués. Ceux-ci permettent de réaliser des aspirations dites « passives ». Ainsi, elles suppriment les deux principaux – à savoir : omission de réalisation et tressaillements de l’aiguille – défauts des seringues à harpons. Ces seringues disposent d’une conception et d’un fonctionnement assez semblables aux seringues classiques. Elles divergent par la présence de « systèmes d’auto-aspiration », purement mécaniques, plus ou moins complexes. On retrouve, classiquement, des systèmes où un ergot – faisant sailli dans la partie intérieure de l’extrémité du corps de la seringue où se fixe l’aiguille – vient appuyer contre l’opercule en caoutchouc synthétique de la cartouche afin de créer, en exploitant l’élasticité de celui-ci, une dépression. Ainsi – lors de l’infiltration – lorsque l’extrémité du piston vient frapper le butoir de la cartouche, l’ergot du corps de la seringue appuie contre l’opercule de la cartouche. Dès lors, le caoutchouc synthétique de celle-ci se comprime tandis que la cartouche avance, puis au premier relâchement, se détend tandis que la cartouche recule. Ainsi, ces translations successives de la cartouche provoque une aspiration [25, 28, 44, 46, 54].

Les seringues de sécurité – comme les SOFICONCEPT® de SOFIC® ou ULTRA SAFETY PLUS® de SEPTODONT® – constituent des améliorations des seringues auto-aspirantes. Elles se composent d’un corps jetable double épaisseur dans lequel se glisse la cartouche et à l’extrémité duquel se visse, d’un côté, l’aiguille et, de l’autre, la partie postérieure – réutilisable ou jetable – de la seringue. Ces seringues visent à limiter les accidents d’exposition au sang en évitant que les praticiens ne se piquent en recapuchonnant des aiguilles souillées. Ainsi, une fois les infiltrations terminées, les praticiens n’ont qu’à rabattre le corps extérieur de la seringue sur l’aiguille, dévisser la partie postérieure de la seringue – si elle est réutilisable – puis à jeter l’ensemble jetable. Les manœuvres ne pouvant être plus simples, les risques de piqûres accidentelles sont réduits au minimum [28, 44, 46, 63].

1.2. Pistolets & Stylos

Ces dispositifs sont, parfois, fort mal nommés « seringues ». Ils pourtant n’ont strictement rien à voir avec celles-ci que cela soit en termes de conception ou de fonctionnement. Contrairement aux « vrais seringues », elles sont spécialisées dans la réalisation d’anesthésies intra-ligamentaires ou intra-septales. Comme elles, elles disposent de corps cylindrique creux à même de

recevoir des cartouches de spécialités pharmaceutiques anesthésiantes ainsi que des extrémités filetées à même de recevoir des aiguilles. Dans notre classification, elles correspondent à des systèmes d'injection, non électroniques, avec aiguille et manuels. On distingue les pistolets, plus anciens, des stylos, plus récents. Les pistolets – comme les ERGOJECT® d'ANTHOGYR®, N-TRALIG® de MILTEX® ou LIGMAJECT® de HENKE SASS WOLF® – sont relativement encombrants et peuvent se montrer plus intimidants que les stylos. A l'inverse, ces derniers – comme les MINIJECT® d'ANTHOGYR®, SOPIRA CITOJECT® d'HERAUS® et PAROJECT® de RONVIG DENTAL® – proposent une prise en main confortable, un aspect rassurant en pédodontie et une remarquable compacité. Ces systèmes, presque toujours métalliques, présentent une constitution robuste à même de protéger patients et praticiens, grâce à leurs carters, des bris de cartouches en cas d'explosion de celles-ci. Réutilisables, ils doivent être stérilisés après chaque utilisation [25, 28, 44, 46, 51, 89].



Fig. 74 Stylo pour anesthésie intra-ligamentaire.

Bien que morphologiquement différents, ces deux familles d'instruments reposent sur une même philosophie de conception. Ainsi, ceux-ci recourent à des systèmes mécaniques relativement complexes impliquant notamment des cliquets, des crémaillères et des pistons. LEONARD *et al.* décrivent, dans leur brevet d'invention, l'un de ces systèmes en ces termes : « le déplacement du piston vers le conteneur est commandé par un levier comportant un cliquet coopérant avec une crémaillère ménagée sur le piston ». Ainsi, faisant appel à des crémaillères, ces systèmes éjectent, à chaque manipulation, un volume minime et constant. Par ailleurs, faisant appel – *via*, pour les stylos, des leviers et, pour les pistolets, des queues de détente – à des bras de leviers, ces systèmes démultiplient, avec tous les avantages et inconvénients que cela implique, la force du praticien. Ainsi, les praticiens, pouvant réaliser des infiltrations intra-ligamentaires sans effort, deviennent susceptible de les accélérer. Dès lors, celles-ci peuvent devenir douloureuses pour leurs patients. De plus, ces dispositifs rendent plus difficile, par rapport aux seringues, l'orientation et la pénétration de l'aiguille [28, 43, 44, 46, 89].

1.3. Dispositifs Electro-Mécaniques

Dans notre classification, ces dispositifs médicaux correspondent à des systèmes d'injection électronique filaire. En langue anglaise, ils sont communément nommés « computer-controlled local anesthetic delivery system » (abrégé en « CCLADS »). Cette dénomination rend particulièrement bien compte de leur philosophie de fonctionnement. Ainsi, en déchargeant les praticiens de toutes les activités en lien avec l'infiltration en elle-même, ces instruments médicaux visent à assurer des infiltrations plus aisées pour leurs utilisateurs et moins douloureuses pour leurs sujets. Néanmoins, ils divergent sensiblement par leurs conceptions. Par ailleurs, on retrouve un grand nombre de références – comme les NO PAIN III® de JW CARE®, E-JOA® de KI WORKS®, COMFORT CONTROL SYRINGE® de MIDWEST®, MEG INJECT® de MEGAGEN®, STA® de MILESTON SCIENTIFIC® et CALAJECT® de RONVIG DENTAL® – plus ou moins différentes. Aussi, nous ne détaillerons qu'un seul de ces systèmes, celui qui, en l'espèce, nous semble être le plus abouti de tous et le plus performant pour réaliser des anesthésies intra-ligamentaires, à savoir : le SLEEPERONE 5® de DENTAL HI TEC® [15, 16, 25, 28, 35, 37, 44, 46, 51, 63, 76, 88, 89].

1.3.1. Description Technique

Le SLEEPERONE 5® (abrégé en « SO5 ») de DENTAL HI TEC® est un appareil électromécanique destiné à réaliser des infiltrations intra-orales, à vitesse électroniquement contrôlée, de spécialités pharmaceutiques pour anesthésie dentaire. Constituant la cinquième génération de SLEEPERONE®, il est réputé être équivalent, au sens du guide « MEDDEV 2.7/1 rev 4 », aux SLEEPERONE 3® (abrégé en « SO3 ») et SLEEPERONE 4® (abrégé en « SO4 ») de DENTAL HI TEC® [10, 12, 26, 93, 106].

1.3.1.1. Philosophie de Conception

Le SO5 est constitué, sans compter son système d'alimentation, de trois ensembles, à savoir : un système d'injection, un système de contrôle et une interface utilisateur [10, 12, 106].



Fig. 75 SLEEPERONE 5® de DENTAL HI TEC®.

[22]

Le système de contrôle, ou électronique embarqué, est notamment composé de deux circuits électroniques, d'une paire de modules radioélectriques communiquant par ondes radio-fréquences (abrégé en « ORF ») et d'un logiciel. Il traduit les intentions correctement exprimées du praticien, *via* l'interface utilisateur, en instructions compréhensibles par le système d'injection [10, 12, 106].

L'interface utilisateur est composée d'un système de commandes multi-entrées et d'un système d'informations multi-sorties. Elle assure l'interaction entre l'électronique embarqué contrôlant le système d'injection et le praticien. D'une part, elle recueille ses commandes *via* des commutateurs électroniques actionnables à la main, grâce à une clé, et au pied. D'autre part, elle l'informe *via* des signaux sonores et lumineux respectivement émis par un buzzer électromécanique et deux diodes électro-luminescentes (abrégé en « DEL ») tricolores rouge-vert-bleu (abrégé en « RVB ») [10, 12, 106].

Le système d'injection est notamment composé d'un piston fileté de section oblong, d'un arbre de transmission taraudé, d'un insert de guidage et d'un moteur électrique. Il exécute les instructions de l'électronique embarqué conformément aux commandes du praticien recueillies par l'interface utilisateur. Ainsi, à aucun moment de son utilisation, le SO5 ne présente un fonctionnement autonome [10, 12, 106].



1.3.1.2. Principe de Fonctionnement



Le SO5 repose sur le principe du système vis-écrou qui permet de transformer un mouvement de rotation en mouvement de translation. Dans le cas du SO5, la rotation du moteur électrique entraîne, *via* l'arbre de transmission taraudé, la sortie du piston fileté vissé dans ce dernier. La rotation du piston est bloquée par l'insert de guidage qui glisse dans l'orifice allongé dont celui-ci est centralement percé [10, 12, 106].

La force appliquée par le piston est reliée à la puissance consommée par le moteur électrique. Aussi, la mesure du courant consommé, connaissant la tension appliquée, permet de calculer la puissance consommée et, donc, d'apprécier la force appliquée. Ce principe permet à l'électronique embarqué d'asservir le SO5 [10, 12, 106].

1.3.1.3. Composants et Consommables

Le SO5 est constitué de deux types de composants avec, d'un côté, des éléments réutilisables et nettoyables – à savoir : la pièce à main (abrégé en « PAM »), le support de la pièce à main (abrégé en « SPAM »), le boîtier de contrôle (abrégé en « BC »), le boîtier d'alimentation électrique (abrégé en « BAE ») et la pédale sans fil (abrégé en « PSF ») – et, de l'autre, des éléments remplaçables et stérilisables, à savoir : les containers [10, 12, 106].

		Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		CONTAINER		1. Accueillir et bloquer en translation la cartouche contenant le médicament anesthésiant à infiltrer ; 2. Accueillir l'aiguille ; 3. Constituer une zone de préhension pour le praticien.	1. Aspect transparent pour une bonne visibilité du remplissage et du contenu de la cartouche ; 2. Forme conique pour une préhension optimale.	1. PAM par vissage ; 2. Aiguille par vissage ; 3. Cartouche ; 4. Praticien avec sa main gantée.
Système d'Injection	Système Électronique		Système de Commande	Système d'Information		
Aucun élément.	Aucun élément.		Aucun élément.	Aucun élément.		
		Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		PIÈCE À MAIN		1. Injecter le médicament anesthésiant ; 2. Informer le praticien ; 3. Constituer une zone de préhension pour le praticien.	1. Forme cylindrique concave pour une préhension optimale.	1. Container par vissage ; 2. Cartouche ; 3. BC par câble ; 4. SPAM ; 5. Praticien avec sa main gantée.
Système d'Injection	Système Électronique		Système de Commande	Système d'Information		
1. Moteur électrique ; 2. Insert de guidage ; 3. Arbre de transmission ; 4. Piston fileté.	1. Circuit électronique.		Aucun élément.	1. Deux DEL RVB.		

SUPPORT DE PIÈCE À MAIN	Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		1. Accueillir la PAM ; 2. Accueillir les capuchons d'aiguilles.	1. Zone d'accueil de la PAM symétrique permettant une fixation sans sens ; 2. Extrémité adhésive pour une fixation aisée.	1. PAM ; 2. Praticien avec sa main gantée.	Composant réutilisable à nettoyer après chaque utilisation.
	Système d'Injection	Système Électronique	Système de Commande	Système d'Information	
	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	
BOÎTIER DE CONTRÔLE	Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		1. Contrôler l'injection ; 2. Informer le praticien ; 3. Recueillir les commandes du praticien ; 4. Maintenir la clé d'options.	1. Fixable avec des adhésifs ; 2. Suspensible avec des liens.	1. PAM par câble ; 2. BAE par câble ; 3. PSF par ORF ; 4. Praticien par la clé d'options.	Composant réutilisable à nettoyer régulièrement.
	Système d'Injection	Système Électronique	Système de Commande	Système d'Information	
	Aucun élément.	1. Circuit électronique ; 2. Module radioélectrique récepteur.	1. Commutateur de réglage de la vitesse d'injection ; 2. Commutateur de réglage de l'appairage de la PSF.	1. Buzzer électro-mécanique émettant des sons de fréquences et codes variables associés à différentes informations.	



BLOC D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE	Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		1. Assurer l'alimentation électrique du BC et de la PAM.	1. Entrée : courant alternatif, 50/60 Hz et 100-240 V ; 2. Sortie : courant continu, 24 V et 36 ou 42 W.	1. BC par câble ; 2. Réseau électrique par câble.	-
	Système d'Injection	Système Électronique	Système de Commande	Système d'Information	
	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	
PÉDALE SANS FIL	Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		1. Recueillir les commandes du praticien.	1. Module radioélectrique émetteur à récupération d'énergie permettant de produire l'énergie nécessaire aux transmissions ; 2. Arceau facilitant les manipulations podales.	1. BC par ORF ; 2. Praticien avec son pied chaussé.	Composant réutilisable à nettoyer régulièrement.
	Système d'Injection	Système Électronique	Système de Commande	Système d'Information	
	Aucun élément.	1. Module radioélectrique émetteur à récupération d'énergie.	1. Deux commutateurs dirigeant l'injection ; 2. Commutateur dirigeant le retour du piston et l'aspiration ; 3. Commutateur de choix du mode d'injection.	Aucun élément.	
Licence : Propriétaire ; DENTAL HI TEC (https://www.dentalhitec.com/2015/).					

Fig. 76 Composants du SLEEPERONE 5® de DENTAL HI TEC®.

Lors de son usage, il nécessite l'utilisation de consommables tiers. Ceux-ci sont délivrés à l'état stérile et constituent des produits à usage unique devant être jetés après utilisation. En ce qui concerne les aiguilles, DENTAL HI TEC® conseille aux utilisateurs du SO5 d'utiliser ses aiguilles à double biseaux [10, 12, 106].

1.3.1.4. Fonctions Clés

Les translations, vers l'avant et vers l'arrière, du piston se retrouvent au centre des fonctions du SO5 [10, 12, 106].

1.3.1.4.1. Éjection

Lors de l'éjection, la translation vers l'avant du piston transmet son mouvement au butoir de la cartouche. Dès lors, cela conduit à l'éjection du médicament anesthésique contenu dans celle-ci à travers l'orifice de l'aiguille fixée à l'extrémité du container. Par ailleurs, l'électronique embarqué commande l'activité du moteur électrique selon des séquences préétablies contenues dans son logiciel de contrôle. Celles-ci, rapportées au temps, constituent des courbes. Néanmoins, durant l'infiltration, la résistance à l'avancée du piston peut varier – à la hausse comme à la baisse – en fonction des propriétés mécaniques des tissus. Aussi, l'électronique embarqué peut moduler – à la baisse ou à la hausse dans une fenêtre donnée – la consommation du moteur électrique afin de maintenir un déplacement constant du piston et, donc, un débit d'injection tout aussi constant. Afin d'en informer le praticien, la fréquence du clignotement des DEL de la PAM diminue ou augmente en relation avec cette dernière. Afin d'éviter des dommages corporels et/ou matériels, le SO5 dispose d'un mode de sécurité, assimilable à un arrêt d'urgence, s'enclenchant lorsque les valeurs d'énergies deviennent potentiellement dangereuses [10, 12, 106].

L'injection est lancée, à l'initiative du praticien, par un appui continu de sa part sur l'un des deux commutateurs de la PSF commandant l'injection. Le buzzer électro-mécanique du BC informe celui-ci, *via* des signaux sonores explicités dans la notice d'instruction, de l'avancée du processus [10, 12, 106].

► MODES D'ÉJECTION

Le SO5 autorise quatre modes d'injection caractérisés par quatre séquences de rotations du moteur électrique différentes. Ainsi, on retrouve : un mode dit « Muqueuse Attachée Vestibulaire/Palatine » (abrégé en « MAVP »), un mode dit « Intra-Ligamentaire » (abrégé en « IL »), un mode dit « Para-Apicale/Tronculaire » (abrégé en « PAT ») et un mode dit « Ostéo-Centrale/Intra-Septale » (abrégé en « OCIS ») [10, 12, 106].

Le mode MAVP dispose, sur la PSF, d'un commutateur dédié dirigeant son initiation. Inversement, les autres modes se partagent le même. Aussi, les praticiens peuvent, à leur initiative, sélectionner parmi ces trois modes celui qu'ils désirent utiliser en appuyant ponctuellement sur le commutateur de la PSF consacré à cette fonction. Relativement à ces choix, les DEL de la PAM s'illuminent différemment. Ainsi, les couleurs rose, bleu et orange matérialisent respectivement le chargement des modes IL, PAT et OCIS [10, 12, 106].

► VITESSES D'ÉJECTION

Le SO5 autorise deux vitesses d'injection sélectionnables, à l'initiative du praticien, par un appui ponctuel sur le commutateur dédié du BC. Celles-ci sont caractérisées par deux courbes aux profils distincts pour chacun des modes suivants : IL, PAT et OCIS. Ainsi, on retrouve, d'un côté, des courbes dites « lentes » et, de l'autre, des courbes dites « rapides » [10, 12, 106].

1.3.1.4.2. Aspiration

Le SO5 permet, en mode PAT, de réaliser des aspirations. Ces dernières sont opérées, à l'initiative du praticien, par un appui continu sur le commutateur de la PSF commandant le retour du piston [10, 12, 106].

Lors de l'aspiration, la translation vers l'arrière du piston lui permet – grâce au joint torique, monté sur son extrémité capitale, qui épouse la section circulaire de la cartouche – de créer une dépression assurant le recul de son butoir. Aussi, cette dépression se transmet à travers l'aiguille jusqu'aux tissus biologiques qui sont, alors, aspirés [10, 12, 106].

1.3.1.4.3. Retour du Piston

Lors du retour du piston, les translations du piston lui permettent de regagner sa position initiale, c'est-à-dire avec son extrémité capitale légèrement en avant de l'insert de guidage. Ainsi, la translation vers l'arrière du piston induit une translation vers l'avant de l'arbre de transmission qui, bloqué par un épaulement usiné dans le corps de la PAM, s'immobilise. Dès lors, la résistance au recul du piston augmente. Aussi, l'électronique embarqué détecte une augmentation de la consommation du moteur électrique puis l'inactive. Finalement, une légère activation du moteur électrique permet d'écarter l'extrémité capitale du piston de l'insert de guidage [10, 12, 106].

Le retour du piston peut être lancé de deux manières différentes. Soit automatiquement lorsque l'électronique embarqué détecte indirectement, *via* l'augmentation de la consommation du moteur électrique induite par celle de la résistance à l'avancée du piston, la vacuité de la cartouche. Soit à l'initiative du praticien lorsque celui-ci appuie ponctuellement sur le commutateur dédié de la PSF [10, 12, 106].

1.3.2. Performances Cliniques

D'après des études cliniques réalisées avec des appareils lui étant réputés équivalents, il semble raisonnable d'affirmer que le SO5 est un dispositif médical sûr, au rapport bénéfices/risques favorable et dont l'utilisation – y compris pour réaliser des anesthésies intra-ligamentaires – ne semble pas produire d'effets indésirables inacceptables [10, 23, 24, 26, 55, 57, 70].

En 2016, utilisant un SO3 ou un SO4, ELBAY réalise une étude clinique sur les anesthésies intra-ligamentaires chez l'enfant. Ses résultats montrent que la majorité d'entre eux éprouvent une expérience douloureuse minime [24].

1.3.2.1. Relatives aux Praticiens

Le SO5 assure aux praticiens des injections confortables, précises, rapides et aisées. Les dimensions de son ensemble « aiguille, cartouche, container et PAM », son système d'injection électronique et ses commandes déportées sur la PSF assurent au praticien une préhension agréable, naturelle et non douloureuse. En effet, le SO5 permet des prises tripodes – c'est-à-dire des prises dites « prise stylo » ou « prise épée » – à la fois confortables par la limitation des contraintes anatomiques qu'elles autorisent et précises par les points d'appui qu'elles permettent de prendre. Son système d'injection électronique, en déchargeant totalement le praticien de toutes les activités liées à l'injection en elle-même, assure des injections plus aisées et rapides. Dès lors, celui-ci peut porter l'ensemble de son attention sur son geste technique et la réussite de son intervention [50, 51, 65, 70].

Utilisant un SO3 en 2008, MARIE-COUSIN rapporte, qu'avec son appareil, « les points d'appui sont faciles à prendre » et que « jusqu'à neuf ou dix ans, le passage de la corticale peut se faire sans système de rotation avec une seringue classique en métal ou mieux, un système d'assistance à l'injection ». En 2009, elle réalise des anesthésies ostéo-centrales chez l'enfant, sans rotation, avec un SO3. A cette occasion, elle juge qu'un « système autorisant une prise de type stylo permettra d'avoir de meilleurs points d'appui » et que lorsque ces anesthésies sont « bien réalisées[s] », elles sont « indolore[s] » [51].

Utilisant un SO3 en 2009, SIXOU juge que « les anesthésies trans-corticale et ostéo-centrale sont des techniques efficaces et bien tolérées chez l'enfant, notamment lorsqu'un matériel adéquat est utilisé, en particulier une assistance électronique à l'injection de l'anesthésique », que « chez les plus jeunes, aucune rotation n'est nécessaire pour pénétrer dans l'os » et que « l'absence d'insensibilisation des muqueuses, donc de risque d'auto-morsure, renforce leur intérêt » [65].

Utilisant un SO3 en 2012, TARDIEU juge que « la pièce à main, du fait de l'absence de moteur de rotation est très légère, se manipule comme un stylo garantissant des points d'appui

stables et une précision de travail » tandis que « la commande au pied évite tout mouvement parasite au niveau de l'aiguille lors de l'activation des fonctions ». Elle rapporte que ses « observations indiquent donc une bonne acceptation des anesthésies intra-septales – ostéo-centrales sans rotation – et intra-ligamentaires habituellement décrites comme douloureuses » et que « le fait d'avoir la maîtrise de la pénétration de l'aiguille grâce à la prise stylo et à l'injection gérée électroniquement, permet d'obtenir ces résultats » [70].

1.3.2.2. Relatives aux Patients

Le SO5 assure aux patients des injections aux effets indésirables limités. Ainsi, son injection électronique assure un débit constant et une pression modérée sur les tissus du patient qui favorisent une diffusion homogène et régulière du médicament anesthésique qui limite fortement les phénomènes de micro-dilacérations à l'origine de nombreux effets indésirables. Parallèlement, sa précision facilite la maîtrise des profondeurs de pénétration. Aussi, injection électronique et précision permettent des infiltrations économes en spécialités pharmaceutiques anesthésiantes. Par ailleurs, sa forme allongée, très différente de celle d'une seringue, limite l'anxiété des patients souffrant de bélonéphobie [23, 24, 50, 51, 55, 57, 70].

Utilisant un SO3 en 2007 pour une étude clinique chez l'enfant, MRAD rapporte que « les scores de douleurs sont peu élevés avec l'assistance électronique à l'injection » et que « dans leur ensemble, les enfants ayant eu une expérience de l'anesthésie dentaire ont préféré ce type d'anesthésie ». Par ailleurs, elle juge que « l'assistance électronique à l'injection permet d'associer les avantages d'un contrôle de la pression d'injection et d'un aspect moins agressif que les seringues classiques » [55].

Utilisant un SO3 en 2008, MARIE-COUSIN juge que son « aspect permet d'éviter l'impression négative liée à la seringue en métal » et que « l'association de l'assistance électronique à l'injection, de l'utilisation de la partie plane du biseau et de points d'appui adéquats permet, entre autres, de réaliser des anesthésies au palais sans douleur » [51].

Utilisant un SO3 en 2012, TARDIEU rapporte que « l'anesthésie locale avec injection électroniquement assistée a été bien acceptée par les enfants », qu' « elle permet de réaliser une injection locale d'anesthésique avec très peu de réponse comportementale d'anxiété ou de douleur chez l'enfant » et qu' « aucune complication n'a été relevée ». Elle conclut en estimant que ses « observations chez des enfants anxieux sont encourageantes » et que « ce type d'anesthésie est facile à réaliser pour le praticien, et semble ni douloureuse ni anxiogène à recevoir pour l'enfant » [70].

2. Utilisables en Anesthésie Trans-Corticale

Techniquement, les anesthésies trans-corticales présentent certaines difficultés. En effet, afin de ne pas blesser son patient, tout praticien doit disposer d'un dispositif capable de forer, au travers d'épaisseurs corticales osseuses, sans transmettre d'échauffement aux tissus environnants. Il doit, ensuite, réaliser – comme pour toute autre technique d'anesthésie – une infiltration – de spécialité pharmaceutique anesthésiante – contrôlée, lente et régulière [2, 28, 46, 48, 64].

2.1. Kits de Perforation

Ces dispositifs – à savoir : les STABIDENT® de FAIRFAX DENTAL®, X-TIP® de DENTSPLY® et HYPO® de DENTSPLY® – correspondent à des kits comprenant des aiguilles – et/ou des gaines de guidage à l'extrémité évasée – ainsi que des forêts spécifiques aux anesthésies trans-corticales. Ils permettent de réaliser des anesthésies trans-corticales dites « en deux temps » – à savoir : perforation puis infiltration – puisque le praticien doit, au cours de la procédure, changer d'instruments. Les trois systèmes qui composent cette famille de dispositifs médicaux présentent quelques différences mineures les uns avec les autres. Néanmoins, ils restent extrêmement semblables dans leurs conceptions et fonctionnements. Ainsi, ils se montent tous les trois sur des contre-angles ou pièces à main – c'est-à-dire des instruments rotatifs entraînés par des moteurs électriques – basses vitesses, c'est-à-dire dits « bagues bleues ». L'infiltration en elle-même est réalisée, secondairement, avec un autre dispositif, en l'occurrence une seringue. A usage unique, ces dispositifs doivent être jetés après utilisation. Dans notre classification, ces kits correspondent à des accessoires pour systèmes d'injection [16, 17, 21, 25, 28, 36, 46, 63, 88, 89, 95, 107, 112].

Ces systèmes exposent des défauts majeurs. Ainsi, les premières versions du STABIDENT® de FAIRFAX DENTAL® se présentaient sous la forme de deux pièces distinctes. Aussi, on retrouvait, d'un côté, le forêt et, de l'autre, l'aiguille. Bien évidemment, cette faute d'ergonomie se traduisait, cliniquement, par l'incapacité ponctuelle des praticiens à retrouver les orifices percés dans le tissu osseux afin d'y glisser leurs aiguilles pour procéder aux infiltrations. Ses dernières versions corrigent cette erreur dans la conception même du dispositif. Ainsi, ils proposent, au même titre que ses concurrents, un système unique où le forêt est glissé dans une gaine de guidage et se retire, une fois la corticale osseuse percée, afin de procéder à l'infiltration. Cette gaine, qui reste solidaire de la muqueuse orale, permet de guider l'aiguille attachée à la seringue dans l'orifice préalablement percée. Ces petites pièces non retenues, à l'équilibre précaire, pourraient parfaitement tomber de leurs logements pour atteindre le fond de la cavité orale. De là, des scénarios – pour le moment, *a priori*, toujours théoriques – d'obstructions des voies aériennes

supérieures ou de perforations du tractus digestif peuvent être imaginés. Par ailleurs, ces dispositifs ne permettent aucun contrôle électronique de la durée de perçage. Ce dernier, devant être doux et intermittent, est entièrement réalisé sous la responsabilité du praticien. Aussi, les risques d'échauffement osseux sont maximaux. Néanmoins, ces systèmes présentent des avantages en termes de rusticité et de coûts [16, 17, 21, 25, 28, 36, 46, 63, 64, 88, 89, 95, 107, 112].

2.2. Dispositifs Motorisés

Ces systèmes d'injection – comme les CYBERJET® de CYBERDENT®, INTRAFLOW® de INTRAVANTAGE®, INTRAFLOW HTP® de PRO-DEX® et ANESTO® de W&H® – constituent des améliorations des kits de perforation précédemment décrits. Ainsi, ces dispositifs constituent des systèmes directement branchés sur les sorties pour turbines, fonctionnant à l'énergie pneumatique, et/ou contre-angles et pièces à main, fonctionnant généralement à l'énergie électrique, des fauteuils dentaires. Aussi, plutôt que de proposer des anesthésies trans-corticales en deux temps, ils permettent de réaliser des anesthésies trans-corticales en un seul temps, c'est-à-dire sans changement d'instruments. Ils proposent une prise en main confortable ainsi qu'un aspect rassurant en pédodontie. Dans cette famille de dispositifs médicaux, on distingue de deux catégories avec, d'un côté, le CYBERJET® de CYBERDENT® et ses dérivés et, de l'autre, l'ANESTO® de W&H®. Dans notre classification, ces dispositifs correspondent à des systèmes d'injection non électroniques, avec aiguilles et non manuels. Réutilisables, ils doivent être stérilisés après chaque utilisation. Notons qu'aucun de ces dispositifs médicaux n'est actuellement commercialisé [16, 21, 25, 36, 44, 46, 63, 94, 96–98].

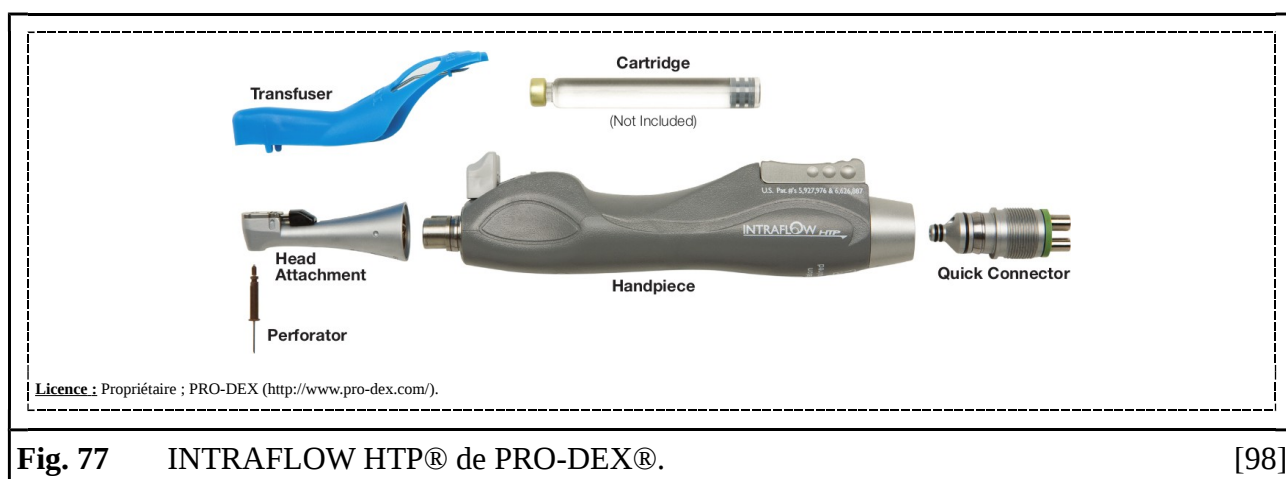


Fig. 77 INTRAFLOW HTP® de PRO-DEX®.

[98]

L'INTRAFLOW HTP® de PRO-DEX® constitue le dérivé le plus récent du CYBERJET® de CYBERDENT®. Il se compose de cinq parties principales : un « dispositif de connexion rapide », une « pièce à main à faible débit », une « tête », un « transfuseur » et un « perforateur ».

Ces deux derniers composants constituent des consommables à usage unique devant être jetés après utilisation. Le dispositif de connexion se visse, à l'une de ses extrémités, à la sortie d'air à faible débit du fauteuil dentaire et, à son autre extrémité, à la pièce à main. Il permet de brancher et de débrancher la pièce à main sans avoir à la dévisser. La pièce à main constitue le « cœur du système ». Elle reçoit la tête – qui porte le perforateur, c'est-à-dire l'aiguille qui perce les tissus osseux – ainsi que la cartouche contenant la spécialité pharmaceutique anesthésiante à infiltrer. Le transfuseur – qui, reposant sur la pièce à main, lie la cartouche au perforateur – présente une double fonction. D'une part, elle dispose d'une conduite stérile qui, reliant la cartouche au perforateur, assure le transport du médicament anesthésique dans le dispositif. D'autre part, elle dispose d'un interrupteur à glissière qui, déplacée selon la volonté du praticien, contrôle le passage de l'air comprimé dans la pièce à main. Lorsque celui-ci est maintenu en position avant, il assure que l'air comprimé entraîne la rotation du perforateur tandis que, lorsqu'il est relâché en position arrière, il assure que celui-ci entraîne l'éjection du médicament anesthésique contenu dans la cartouche. Ainsi, ces dispositifs utilisent l'énergie pneumatique tant pour percer les tissus osseux que pour y infiltrer les spécialités pharmaceutiques anesthésiantes. Vitesse de rotation du perforateur et débit d'éjection sont contrôlés, via la pédale du fauteuil dentaire, par le pied du praticien. Les limites de ces systèmes découlent naturellement de leurs conceptions. Ainsi, ils n'assurent aucun contrôle électronique vis-à-vis des processus de perçage ou d'infiltration qui peuvent, donc, subir de nombreux à-coups et, dès lors, devenir douloureux pour les patients. Par ailleurs, les assemblages, désassemblages et entretiens sont relativement complexes. Néanmoins, sa forme coudée, en contre-angle, est avantageuse dans certains secteurs dentaires [16, 21, 36, 46, 63, 94, 97–101].

L'ANESTO® de W&H® se branche sur un micro-moteur – c'est-à-dire une sortie pour contre-angle ou pièce à main – du fauteuil dentaire. Néanmoins, contrairement aux autres membres de sa famille d'instruments, on ne retrouve ici qu'une motorisation du perçage. Ainsi, l'infiltration est manuelle et semble avoir un fonctionnement relativement analogue aux pistolets et stylos précédemment décrits. Ainsi, de la même manière que précédemment, des échauffements osseux importants peuvent se produire. Aussi, on retrouve, comme toujours, les limitations de systèmes non électroniques [25, 64, 85].

2.3. Dispositifs Electro-Mécaniques

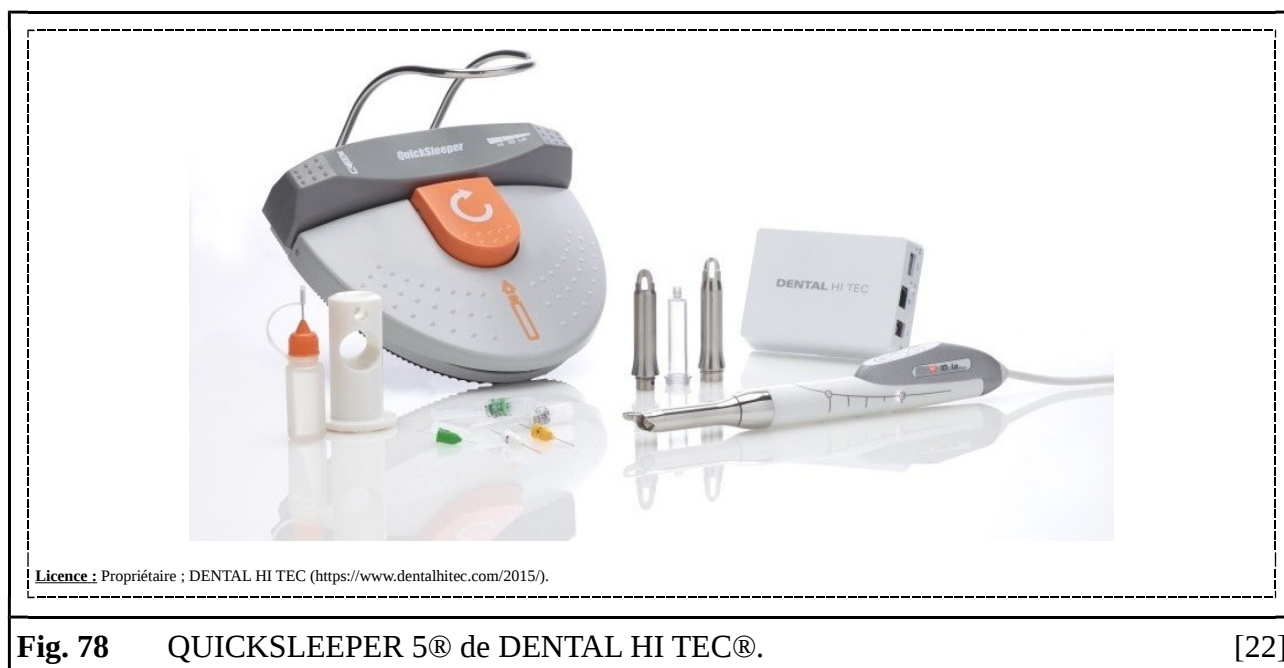
Quoique classé dans la même famille que le SO5, le QUICKSLEEPER 5® de DENTAL HI TEC® est un appareil vraiment particulier – de part, notamment, sa polyvalence – qui n'a, à ce jour, aucun concurrent direct [15–17, 21, 25, 28, 34, 37, 64, 76, 89].

2.3.1. Description Technique

Le QUICKSLEEPER 5® (abrégé en « QS5 ») de DENTAL HI TEC® est un appareil électro-mécanique destiné à réaliser des infiltrations intra-orales, à vitesse électroniquement contrôlée, de spécialités pharmaceutiques pour anesthésie dentaire. Constituant la cinquième génération de QUICKSLEEPER®, il est réputé être équivalent, au sens du guide « MEDDEV 2.7/1 rev 4 », aux QUICKSLEEPER 3® (abrégé en « QS3 ») et QUICKSLEEPER 4® (abrégé en « QS4 ») de DENTAL HI TEC® [9, 11, 93, 105, 109].

2.3.1.1. Philosophie de Conception

Le QS5 est constitué, sans compter son système d'alimentation, de quatre ensembles, à savoir : un système de perçage et d'injection, un système de contrôle et une interface utilisateur [9, 11, 105].



Le système de contrôle, ou électronique embarqué, est notamment composé de cinq circuits électroniques, d'une paire de modules radioélectriques communiquant par ORF et d'un logiciel. Il traduit les intentions correctement exprimées du praticien, *via* l'interface utilisateur, en instructions compréhensibles par le système d'injection [9, 11, 105].

L'interface utilisateur est composée d'un système de commandes multi-entrées et d'un système d'informations multi-sorties. Elle assure l'interaction entre l'électronique embarqué contrôlant les systèmes de perçage et d'injection et le praticien. D'une part, elle recueille ses commandes *via* des commutateurs électroniques actionnables à la main, grâce à une clé, et au pied.

D'autre part, elle l'informe via des signaux sonores et lumineux respectivement émis par un buzzer électro-mécanique, deux DEL oranges, deux DEL bleues et cinq DEL blanches [9, 11, 105].

Le système de perçage et d'injection est composé de très nombreuses pièces. Dans sa partie antérieure, dite « système de perçage », on retrouve notamment, d'avant en arrière, un piston solidaire du rotor d'un premier moteur électrique. Le piston porte, sur son extrémité libre, des crampons et un joint torique. Le moteur électrique est vissé dans un carter présentant une saillie de guidage. Dans sa partie postérieure, dite « système d'injection », on retrouve notamment, d'arrière en avant, une tige filetée solidaire d'un second moteur électrique. Le système de perçage et d'injection exécute les instructions de l'électronique embarqué conformément aux commandes du praticien recueillies par l'interface utilisateur. Ainsi, à aucun moment de son utilisation, le QS5 ne présente un fonctionnement autonome [9, 11, 105].

2.3.1.2. Principe de Fonctionnement



Pour ses fonctions de perçage, le QS5 repose sur le modèle de la perceuse. Dans le cas du QS5, la rotation du moteur électrique du bloc de perçage entraîne la rotation du piston [9, 11, 105].


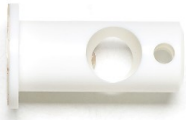
Pour ses fonctions d'injection, le QS5 repose sur le principe du système vis-écrou qui permet de transformer un mouvement de rotation en mouvement de translation. Dans le cas du QS5, la rotation du moteur électrique du système d'injection entraîne, *via* la tige filetée vissée dans un taraudage du châssis, la translation de tout le système de perçage et, donc, du piston. La rotation de cet ensemble est bloquée par la saillie de guidage précédemment décrite qui glisse le long d'un orifice spécialement aménagé dans le châssis [9, 11, 105].



La force appliquée par le piston, en rotation comme en translation, est reliée à la puissance consommée par les moteurs électriques respectivement mis en jeu. Aussi, la mesure du courant consommé, connaissant la tension appliquée, permet de calculer la puissance consommée et, donc, d'apprécier la force appliquée. Ce principe permet à l'électronique embarqué d'asservir le QS5 [9, 11, 105].

2.3.1.3. Composants et Consommables

Le QS5 est constitué de deux types de composants réutilisables avec, d'un côté, des éléments nettoyables – à savoir : la PAM, le SPAM, le BC, le BAE et la PSF – et, de l'autre, des éléments stérilisables, à savoir : des containers rotatifs (abrévés en « CR ») et des containers non rotatifs (abrévés en « CNR»). Le lubrifiant est fourni, prêt à l'emploi, dans une fiole multi-dose. Il facilite la rotation, atténue le bruit et limite l'usure des roulements à billes présents dans les portes-cartouches rotatifs des CR. [9, 11, 105].

CONTAINER ROTATIF	Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Accueillir et bloquer en translation la cartouche de médicament anesthésique ; 2. Accueillir l'aiguille ; 3. Autoriser la rotation de la cartouche et de l'aiguille ; 4. Constituer une zone de préhension pour le praticien. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protège-lèvres intégré pour la protection des lèvres ; 2. Porte-cartouche rotatif pour la rotation de l'aiguille et de la cartouche ; 3. Forme cônique pour une préhension optimale. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. PAM par vissage ; 2. SPAM ; 3. Aiguille par vissage ; 4. Cartouche ; 5. Praticien avec sa main gantée. 	Composant réutilisable à stériliser après chaque utilisation. Les roulements à billes des portes-cartouches rotatifs des CR doivent être lubrifiés à chaque cycle de stérilisation.
	Système de Perçage	Système d'Injection	Système Électronique	Système de Commande	Système d'Information
	1. Porte-cartouche rotatif.	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.
CONTAINER NON ROTATIF	Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Accueillir et bloquer en translation la cartouche contenant le médicament anesthésique ; 2. Accueillir l'aiguille ; 3. Constituer une zone de préhension pour le praticien. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aspect transparent pour une bonne visibilité du remplissage et du contenu de la cartouche ; 2. Forme cônique pour une préhension optimale. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. PAM par vissage ; 2. SPAM ; 3. Aiguille par vissage ; 4. Cartouche ; 5. Praticien avec sa main gantée. 	Composant réutilisable à stériliser après chaque utilisation.
	Système de Perçage	Système d'Injection	Système Électronique	Système de Commande	Système d'Information
	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.

PIÈCE À MAIN	Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Percer les tissus biologiques du patient ; 2. Injecter le médicament anesthésique 3. Informer le praticien ; 4. Recueillir les commandes du praticien ; 5. Constituer une zone de préhension pour le praticien. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Forme cylindrique concave pour une préhension optimale. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Containir par vissage ; 2. Cartouche ; 3. BC par câble ; 4. SPAM ; 5. Praticien avec sa main gantée. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Composant réutilisable à nettoyer après chaque utilisation ; 2. Le piston est mis en rotation par le moteur électrique du système de perçage et en translation par le moteur électrique du système d'injection.
	Système de Perçage	Système d'Injection	Système Électronique	Système de Commande	Système d'Information
<ol style="list-style-type: none"> 1. Piston ; 2. Moteur électrique. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Piston ; 2. Carter avec saillie de guidage ; 3. Moteur électrique ; 4. Tige filetée ; 5. Châssis avec rainure de guidage antérieur et taraudage postérieur. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quatre circuits électroniques. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Commutateur dirigeant le vissage de l'aiguille sur le CR ou le CNR ; 2. Commutateur dirigeant le dévissage de l'aiguille sur le CR ou le CNR ; 3. Commutateur dirigeant le retour du piston. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deux DEL blanches fixées sous le capot ; 2. Deux DEL oranges fixées sous le capot ; 3. Deux DEL bleues fixées sous le capot ; 4. Trois DEL blanches coulissantes sous le châssis. 	
SUPPORT DE PIÈCE À MAIN	Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Accueillir la PAM ; 2. Accueillir les capuchons d'aiguilles. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zone d'accueil de la PAM symétrique pour une fixation sans sens ; 2. Extrémité adhésive pour une fixation aisée. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. CR ou CNR ; 2. PAM ; 3. Praticien avec sa main gantée. 	<ol style="list-style-type: none"> Composant réutilisable à nettoyer après chaque utilisation.
	Système de Perçage	Système d'Injection	Système Électronique	Système de Commande	Système d'Information
Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	

BOÎTIER DE CONTRÔLE	Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		1. Contrôler le perçage et l'injection ; 2. Informer le praticien ; 3. Recueillir les commandes du praticien.	1. Fixable avec des adhésifs.	1. PAM par câble ; 2. BAE par câble ; 3. PSF par ORF ; 4. Praticien par la clé d'options.	Composant réutilisable à nettoyer régulièrement.
	Système de Perçage	Système d'Injection	Système Électronique	Système de Commande	Système d'Information
Aucun élément.	Aucun élément.	1. Circuit électronique ; 2. Module radioélectrique récepteur.	1. Commutateur de réglage de la vitesse d'injection ; 2. Commutateur de réglage de l'appairage de la PSF.	1. Buzzer électro-mécanique émettant des sons de fréquences et codes variables associés à différentes informations ; 2. DEL vertes pour indication de la mise sous tension ; 3. DEL bleue pour indication de l'appairage avec la PSF.	
BOÎTIER D'ALIMENTATION	Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		1. Assurer l'alimentation électrique du BC et de la PAM.	1. Entrée : courant alternatif, 50/60 Hz et 100-240 V ; 2. Sortie : courant continu, 24 V et 36 ou 42 W.	1. BC par câble ; 2. Réseau électrique par câble.	-
	Système de Perçage	Système d'Injection	Système Électronique	Système de Commande	Système d'Information
Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	Aucun élément.	


PÉDALE SANS FIL	Photographie	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Interaction(s)	Note(s)
		1. Recueillir les commandes du praticien.	1. Module radioélectrique émetteur à récupération d'énergie permettant de produire l'énergie nécessaire aux transmissions ; 2. Arceau facilitant les manipulations podales.	1. BC par ORF ; 2. Praticien avec son pied chaussé.	Composant réutilisable à nettoyer régulièrement.
	Système de Perçage	Système d'Injection	Système Électronique	Système de Commande	Système d'Information
Aucun élément.	Aucun élément.	1. Module radioélectrique émetteur à récupération d'énergie.	1. Commutateur dirigeant le perçage ; 2. Commutateur dirigeant l'injection ; 3. Commutateur dirigeant l'aspiration ; 4. Commutateur de choix du mode d'injection.	Aucun élément.	
Licence : Propriétaire ; DENTAL HI TEC (https://www.dentalhitec.com/2015/).					

Fig. 79 Composants du QUICKSLEEPER 5® de DENTAL HI TEC®.

Lors de son usage, il nécessite l'utilisation de consommables tiers. Ceux-ci sont délivrés à l'état stérile et constituent des produits à usage unique devant être jetés après utilisation. En ce qui concerne les aiguilles, DENTAL HI TEC® conseille aux utilisateurs du SO5 d'utiliser ses aiguilles à double biseaux [9, 11, 105].

2.3.1.4. Fonctions Clés

Les mouvements, en translation et en rotation, du piston se retrouvent au centre des fonctions du QS5 [9, 11, 105].

2.3.1.4.1. Éjection

Lors de l'éjection, la translation vers l'avant du piston transmet son mouvement au butoir de la cartouche. Dès lors, cela conduit à l'éjection de la substance contenue dans celle-ci à travers l'orifice de l'aiguille fixée à l'extrémité du container. Par ailleurs, l'électronique embarqué commande l'activité du moteur électrique du système d'injection selon des séquences préétablies contenues dans son logiciel de contrôle. Celles-ci, rapportées au temps, constituent des courbes. Néanmoins, durant l'infiltration, la résistance à l'avancée du piston peut varier – à la hausse comme à la baisse – en fonction des propriétés mécaniques des tissus. Aussi, l'électronique embarqué peut moduler – à la baisse ou à la hausse dans une fenêtre donnée – la consommation du moteur électrique afin de maintenir un déplacement constant du piston et, donc, un débit d'injection tout aussi constant. Afin d'en informer le praticien, la fréquence du clignotement des trois DEL blanches coulissantes sous le châssis de la PAM diminue ou augmente en relation avec cette dernière. Afin d'éviter des dommages corporels et/ou matériels, le QS5 dispose d'un mode de sécurité, assimilable à un arrêt d'urgence, s'enclenchant lorsque les valeurs d'énergies deviennent potentiellement dangereuses [9, 11, 105].

L'injection est lancée, à l'initiative du praticien, par un appui continu de sa part sur le commutateur dédié de la PSF. Le déplacement, dans leurs fenêtres d'information respectives, des trois DEL blanches coulissantes sous le châssis de la PAM informe celui-ci des quantités injectées. De même, le buzzer électro-mécanique du BC l'informe, via des signaux sonores explicités dans la notice d'instruction, de l'avancée du processus [9, 11, 105].

► MODES D'ÉJECTION

Le QS5 autorise trois modes d'injection caractérisés par quatre séquences de rotations du moteur électrique du système d'injection différentes. Ainsi, on retrouve : un mode dit « Lo » destiné aux injections intra-ligamentaires et palatines ; un mode dit « IO » destiné, en pré-perçage, aux

anesthésies de surface et, en post-perçage, aux anesthésies ostéo-centrales et trans-corticales et un mode dit « Hi » destiné aux anesthésies para-apicales et aux techniques loco-régionales d'anesthésie dentaire [9, 11, 105].

Ainsi, le mode IO possède deux séquences de rotations du moteur électrique du système d'injection différentes. Le passage de la première à la seconde se produit lors de l'appui sur le commutateur de la PSF dirigeant le perçage. Le passage de la seconde à la première se produit lors du triple appuis sur le commutateur de la PSF permettant le choix du mode d'injection [9, 11, 105].

Les praticiens peuvent, à leurs initiatives, sélectionner parmi ces trois modes d'injection celui qu'ils désirent utiliser en appuyant ponctuellement sur le commutateur de la PSF consacré à cette fonction. Relativement à ces choix, les DEL de la PAM s'illuminent différemment. Ainsi, les six DEL blanches, bleues et oranges fixées sous le capot de la PAM matérialisent, en s'illuminant deux par deux, respectivement le chargement des modes IO, Lo et Hi [9, 11, 105].

► VARIANTES D'ÉJECTION

Le QS5 autorise des variantes d'injection sélectionnables, à l'initiative du praticien, par un appui ponctuel sur le commutateur dédié du BC. Celles-ci sont caractérisées par deux courbes aux profils distincts pour chacune des séquences de rotations du moteur électrique du système d'injection. Ainsi, on retrouve : d'un côté, des courbes dites « lentes » et, de l'autre, des courbes dites « rapides » [9, 11, 105].

2.3.1.4.2. Perçage

Le QS5 permet, en mode Lo et IO, de réaliser des perçages. Ces derniers sont opérés, à l'initiative du praticien, par un appui continu sur le commutateur dédié de la PSF. Pour fonctionner, elles ne peuvent être effectuées qu'en association avec l'utilisation d'un CR. En mode Hi, le perçage n'est pas disponible [9, 11, 105].

Lors du perçage, la rotation du piston est transmise – grâce aux crampons, montés sur son extrémité capitale, qui pénètrent dans le butoir de la cartouche – à l'ensemble de celle-ci. Dès lors, ce couple se transmet, via le porte-cartouche rotatif, de la cartouche jusqu'à l'aiguille. Enfin, il arrive aux tissus biologiques qui sont, alors, percés. Ainsi, piston, cartouche, porte-cartouche et aiguille forment l'arbre de transmission du moteur électrique du système de perçage. Durant le perçage, l'électronique embarqué commande l'activité du moteur électrique du système de perçage selon une séquence cyclique, répétée et préétablie contenue dans son logiciel de contrôle. Chaque cycle comporte une seconde de rotation suivie d'une seconde d'arrêt afin d'éviter l'échauffement des tissus percés. Relativement aux propriétés mécaniques des tissus, la résistance à la rotation du piston peut diminuer ou augmenter durant le perçage. Aussi, l'électronique embarqué peut moduler

– à la baisse ou à la hausse dans une fenêtre donnée – la consommation du moteur électrique du système de perçage afin de maintenir une rotation constante du piston et, donc, une vitesse de perçage tout aussi constante. Afin d'en informer le praticien, le buzzer électro-mécanique du BC émet des signaux sonores explicités dans la notice d'instruction. Afin d'éviter des dommages corporels et/ou matériels, le QS5 dispose d'un mode de sécurité, assimilable à un arrêt d'urgence, s'enclenchant lorsque les valeurs d'énergies deviennent potentiellement dangereuses [9, 11, 105].

Le perçage s'accompagne toujours d'une translation du piston induite par l'activation du moteur électrique du système d'injection. L'injection résultante de la substance contenue dans la cartouche présente une double fonction. D'une part, elle limite l'obturation de la lumière de l'aiguille par les débris de perçage. D'autre part, elle réduit l'échauffement des tissus biologiques percés [9, 11, 105].

Le perçage est lancé, à l'initiative du praticien, par un appui continu de sa part sur le commutateur dédié de la PSF [9, 11, 105].

2.3.1.4.3. Aspiration

Le QS5 permet, en mode Hi, de réaliser des aspirations. Ces dernières sont opérées, à l'initiative du praticien, par un appui continu sur le commutateur dédié de la PSF. Pour être utiles, elles ne doivent être effectuées qu'en association avec l'utilisation d'un CNR [9, 11, 105].

Lors de l'aspiration, la translation vers l'arrière du piston lui permet – grâce au joint torique, monté sur son extrémité capitale, qui épouse la section circulaire de la cartouche – de créer une dépression assurant le recul de son butoir. Aussi, cette dépression se transmet à travers l'aiguille jusqu'aux tissus biologiques qui sont, alors, aspirés. Des signaux sonores, émis par le buzzer électro-mécanique du BC, et lumineux, émis par les trois DEL blanches coulissantes sous le châssis de la PAM, informent le praticien de l'avancée du processus [9, 11, 105].

2.3.1.4.4. Vissage et Dévissage de l'Aiguille

Lorsque le QS5 est employé avec ses CR, il propose des fonctions de vissage et de dévissage automatiques. Ces dernières sont réalisées, à l'initiative du praticien, par un appui continu sur les commutateurs dédiés de la PAM [9, 11, 105].

La rotation de l'extrémité capitale du porte-cartouche permet de visser l'aiguille capuchonnée, ou de dévisser l'aiguille re-capuchonnée, fermement tenue par le praticien. Des signaux sonores émis par le buzzer électro-mécanique du BC informent le praticien durant le processus [9, 11, 105].

2.3.1.4.5. Retour du Piston

Lors du retour du piston, les translations du piston lui permettent de regagner sa position initiale, c'est-à-dire avec son extrémité capitale légèrement en avant de l'insert de guidage. Ainsi, la tige filetée du système d'injection translate vers l'arrière jusqu'à ce qu'elle se retrouve bloquée par le châssis de la PAM. Dès lors, la résistance à son recul augmente. Aussi, l'électronique embarqué détecte une augmentation de la consommation du moteur électrique puis l'inactive. Finalement, une légère activation du moteur électrique permet d'écarter l'extrémité distale de la tige filetée du châssis de la PAM [9, 11, 105].

Le retour du piston peut être lancé de deux manières différentes. Soit automatiquement lorsque l'électronique embarqué détecte indirectement – *via* l'augmentation de la consommation du moteur électrique du système d'injection induite par celle de la résistance à l'avancée du piston – la vacuité de la cartouche. Soit à l'initiative du praticien lorsque celui-ci appuie ponctuellement sur le commutateur dédié de la PAM. Des signaux sonores, émis par le buzzer électro-mécanique du BC, et lumineux, émis par les DEL blanches de la PAM, informent le praticien durant le processus [9, 11, 105].

2.3.2. Performances Cliniques

D'après ce que la littérature rapporte, il semble raisonnable d'affirmer que le SO5 est un dispositif médical sûr, au rapport bénéfices/risques favorable et dont l'utilisation – y compris pour réaliser des anesthésies trans-corticales – ne semble pas produire d'effets indésirables inacceptables [1, 6, 13, 14, 19, 21, 33, 41, 52, 58, 62, 64, 66, 67, 69–71, 75].

2.3.2.1. Relatives aux Praticiens

Le QS5 assure aux praticiens des injections confortables, précises, rapides et aisées. Les dimensions de son ensemble « aiguille, cartouche, CR ou CNR et PAM », son système d'injection électronique et ses commandes déportées sur la PSF assurent au praticien une préhension agréable, naturelle et non douloureuse. En effet, le QS5 permet des prises tripodes à la fois confortables par la limitation des contraintes anatomiques qu'elles autorisent et précises par les points d'appui qu'elles permettent de prendre. Son système d'injection électronique – en évitant les manipulations de plusieurs dispositifs médicaux et en déchargeant totalement le praticien de toutes les activités liées aux perçages et aux injections en elles-mêmes – assure des anesthésies plus aisées et rapides. Dès lors, celui-ci peut porter l'ensemble de son attention sur son geste technique et la réussite de son intervention. Par ailleurs, seul les QUICKSLEEPER® de DENTAL HI TEC® semblent être capables de réaliser des anesthésies ostéo-centrales [1, 6, 17, 19, 21, 30, 31, 33, 34, 41, 48, 49, 61,

62, 68–70, 79, 80].

En 2015, HAJJAR rapporte, en tant qu'utilisateur d'un QUICKSLEEPER® de génération non précisée, qu'« en supprimant les échecs et le temps « de prise » de l'anesthésie et en facilitant le travail par secteur, il améliore la rentabilité du cabinet ». Par ailleurs, il témoigne que « la prise stylo permet des points d'appui et ainsi de travailler avec précision », « la rotation est gérée électroniquement pour un confort et un contrôle améliorés » et que « la pédale au pied évite les mouvements parasites pour une maîtrise totale de l'aiguille ». En parlant d'un de ses cas, il affirme que « trois actes ont pu être réalisés rapidement grâce à seulement deux anesthésies » et, qu'à son avis, cela renvoie « une meilleure image [...] au patient ». Également en 2015, SMAIL-FAUGERON juge que le QUICKSLEEPER® – sans préciser une génération particulière – est un appareil facile à employer qui permet au praticien de rester concentré sur son geste technique sans avoir à faire preuve de force physique. En 2016, LAGRANGE témoigne de son utilisation d'un QUICKSLEEPER® de génération inconnue au lecteur. Il estime que « machine [est] un peu intimidante au départ » et qu'il a « dû mettre 2 à 3 mois pour [la] maîtriser ». Posant des implants en 2016, VERPEAUX fait les mêmes constats – sur un QUICKSLEEPER® de génération non précisée – que ses confrères : « la prise stylo autorisant une précision et une stabilité sans égales, l'injection contrôlée par électronique permet une diffusion de l'anesthésique au goutte à goutte, assurant ainsi une absence de douleur » [34, 40, 68, 73].

En 2016, GUILLAUME, utilisateur du QS5, rapporte que « la prise stylo [...] au plus près de l'aiguille, avec des points d'appui efficaces, permet un contrôle parfait et une précision maximale ». Dans le cadre d'une étude sur la résection chirurgicale de grands kystes intra-osseux, il juge que « l'anesthésie intra-osseuse permet d'éviter l'anesthésie générale par son efficacité et son effet moindre sur le système cardiovasculaire, en raison des quantités modérées d'anesthésique injectées » et que « la mise en œuvre simple et rapide du dispositif [...] rend ces interventions moins traumatisantes » [33].

2.3.2.2. Relatives aux Patients

Le SO5 assure aux patients des injections aux effets indésirables limités. Ainsi, son injection électronique assure un débit constant et une pression modérée sur les tissus du patient qui favorisent une diffusion homogène et régulière du médicament anesthésique qui limite fortement les phénomènes de micro-dilacérations à l'origine de nombreux effets indésirables. Parallèlement, sa précision facilite la maîtrise des profondeurs de pénétration. Aussi, injection électronique et précision permettent des infiltrations économes en spécialités pharmaceutiques anesthésiantes. De la même manière, la gestion électronique du perçage limite fortement les phénomènes d'échauffements à l'origine de douleurs post-opératoires. Par ailleurs, sa forme allongée, très

différente de celle d'une seringue, limite l'anxiété des patients souffrant de bélonéphobie [1, 6, 14, 19, 21, 33, 41, 58, 62, 64, 66, 67, 69–71, 75].

En 2008 et 2014, plusieurs études cliniques, évaluant les QS3 et QS4, présentent des résultats similaires. Ainsi, elles rapportent toutes : une bonne efficacité globale, une diminution de l'anxiété des patients et une absence d'effets indésirables inacceptables. Selon ces études, le QS3 permet de réaliser des anesthésies profondes, rapidement et avec un minimum d'inconfort. L'adhésion des patients – enfants comme adultes – à l'appareil est jugée favorablement. Par ailleurs, elles rapportent une bonne fiabilité du matériel en tant que tel. Néanmoins, certaines études se montrent plus critiques. En 2012, OZER compare les anesthésies trans-corticales – réalisées avec un QS3 – aux BNAI. Il estime, à la vue de ses résultats, que l'anesthésie locale est moins douloureuse et moins pénible que l'anesthésie loco-régionale pour les patients. Néanmoins, il juge que celles-ci durent moins longtemps et que la procédure est plus longue. Par ailleurs, quant à l'utilisation du QS3, il rapporte de nombreuses obturations d'aiguilles [6, 19, 41, 58, 66, 67, 69–71, 75].

En 2014, CABASSE et BOROWSKI réalisent une étude clinique sur les anesthésies ostéo-centrales chez des enfants souffrant d'hypo-minéralisation des molaires et des incisives avec un QS4. Ils rapportent que, dans la plupart des cas, moins d'un cycle de perforation permet de traverser la corticale osseuse tandis qu'une seule cartouche de médicament anesthésique permet d'anesthésier la dent malade ciblée. Par ailleurs, ils révèlent que, dans l'écrasante majorité des cas, une anesthésie quasi-immédiate est obtenue. En 2015, ces résultats sont confirmés par l'étude d'AMEDEE [1, 13, 14].

En 2017, SIMEONOVA réalise une étude préclinique sur l'échauffement des tissus osseux au cours de leurs perçages. Comparant un QUICKSLEEPER® de DENTAL HI TEC® – dont la génération demeure inconnue du lecteur – à un ANESTO® de W&H®, elle rapporte que le premier se montre beaucoup moins échauffant que le second. A ce propos, elle suppose que cette différence au profit du QUICKSLEEPER® peut être liée à ses cycles de perçage discontinus ainsi qu'au fait qu'il éjecte le médicament anesthésique durant la rotation à des fins de refroidissement. Elle conclut en rapportant que les températures maximales atteintes par ces deux systèmes durant les perçages restent bien en-dessous de celles pouvant induire des nécroses [64].

En 2017 également, MARQUES-FERREIRA réalise une étude clinique comparative entre anesthésies para-apicales et ostéo-centrales sur une trentaine de volontaires sains. Il constate que les anesthésies ostéo-centrales – réalisées avec un QUICKSLEEPER® de génération non précisée – ne provoquent pas d'augmentation importante du rythme cardiaque et permettent d'obtenir rapidement une anesthésie profonde des dents ciblées. Par ailleurs, il rapporte, qu'à la vue de son étude, cette technique réalisée avec cet appareil peut être considérée comme indolore. En 2015, RAJ rapporte des résultats similaires [52, 62].

CONCLUSION GÉNÉRALE

La cavité orale est une structure extrêmement élaborée, composée d'une multitude d'organes et d'autant plus de tissus. De la même manière, les anesthésies dentaires sont des procédures complexes particulièrement sensibles aux nombreuses variations anatomiques inter-individuelles. Aussi, il n'est guère étonnant qu'un nombre plus ou moins important de chirurgiens-dentistes, peinant à les dominer, se retrouvent techniquement démunis face à certaines des souffrances de leurs patients.

Devant ce constat, de nombreux industriels ont ambitionné de proposer, à ces professionnels de santé en échec, leurs dispositifs médicaux afin – au-delà, bien sûr, des considérations financières indissociables de n'importe quelles activités marchandes – de les aider. A leurs têtes ou à leurs côtés, dirigeant ou assistant ces entreprises, évoluent de multiples individualités scientifiques : experts, cliniciens, universitaires, etc. Ceux-là développent de nouveaux paradigmes : tantôt farfelus tantôt brillants, parfois dangereux. Ils portent le génie de l'idée originale ou la sagesse de celle qu'on redécouvre. Ils sortent l'innovation des hôpitaux et des laboratoires.

Ainsi, le monde du dispositif médical pour anesthésie dentaire évolue rapidement. On assiste à une complexification croissante de ces instruments dont les performances croissent aux bénéfices des praticiens et des patients. Comme nous l'avons vu, les dispositifs électro-mécaniques dominent, aujourd'hui, les équipements moins évolués. Ils permettent d'automatiser les tâches purement technique et, donc, de les effectuer avec une précision et une répétabilité impossible à l'Homme. Le praticien apporte, quant à lui, ses connaissances et sa capacité d'adaptation face à l'inconnu. Ainsi, ils se complètent : l'un commande et l'autre exécute, parfaitement, ce pour quoi il a été conçu.

Une quatrième révolution industrielle se profile à l'horizon et promet de renverser le monde tel que nous le connaissons. Il n'y a nulle science-fiction dans cette prévision et le monde de la santé n'y échappera pas. Robots chirurgicaux et algorithmes médicaux sont déjà une réalité. Comment l'anesthésie dentaire peut-elle tirer profit de ce bouleversement annoncé ? Dans un monde de robots intelligents, quelle pourrait être la place du chirurgien-dentiste ? Sera-t-il, finalement, lui-même remplacé par une énième évolution de cet instrument qu'il utilisait et complétait, pourtant, si bien ? Au crépuscule de ma vie professionnelle, serais-je convié à une thèse d'exercice sur les systèmes autonomes pour anesthésie dentaire ?

BIBLIOGRAPHIE

- [1] AMEDEE, J. 2015. *Anesthésie ostéocentrale et acceptation de l’anesthésie locale chez l’enfant*. UNIVERSITE DE BORDEAUX.
- [2] APS, J. 2017. *A practical approach*. DENTAL HI TEC.
- [3] ATTAL, N. et al. 2016. *Douleur, soins palliatifs et accompagnement*. MER-LINE EDITIONS.
- [4] AUGELLO, M. et al. 2009. Anesthésie intra-osseuse par le système X-Tip lors d’extractions dentaires. *REVUE MENSUELLE SUISSE D’ODONTO-STOMATOLOGIE*. 119, (Aug. 2009), 814–817.
- [5] BASSET, K. et al. 2014. *Local anesthesia for dental professionals*. PEARSON.
- [6] BENEITO-BROTONS, R. et al. 2012. Intraosseous anesthesia with solution injection controlled by a computerized system versus conventional oral anesthesia : a preliminary study. *MEDICINA ORAL, PATOLOGIA ORAL Y CIRUGIA BUCAL*. 17, 3 (Jan. 2012), 426–429. DOI:<https://doi.org/10.4317/medoral.17543>.
- [7] BETTS, J. et al. 2013. *Anatomy and physiology*. OPENSTAX.
- [8] BETTS, J. et al. 2013. *Anatomy and physiology*. OPENSTAX.
- [9] BLANCO, G. et al. 2018. Documentation clinique : QuickSleeper 5. DENTAL HI TEC.
- [10] BLANCO, G. et al. 2018. Documentation clinique : SleeperOne 5. DENTAL HI TEC.
- [11] BLANCO, G. Documentation technique : Quicksleeper 5. DENTAL HI TEC.
- [12] BLANCO, G. Documentation technique : SleeperOne 5. DENTAL HI TEC.
- [13] BOROWSKI, M. et al. 2014. Apport de l’anesthésie intraosseuse pour les patients atteints de MIH. *LE FIL DENTAIRE*.
- [14] CABASSE, C. et al. 2015. Computer-assisted intraosseous anaesthesia for molar and incisor hypomineralisation teeth. A preliminary study. *TROPICAL DENTAL JOURNAL*. 38, 149 (Mar. 2015), 5–9.
- [15] CHONG, B. et al. 2014. Alternative local anaesthetic delivery systems, devices and aids designed to minimise painful injections : a review. *ENDO*. 8, 1 (2014), 7–22.
- [16] CLARK, T. and YAGIELA, J. 2010. Advanced techniques and armamentarium for dental local anesthesia. *DENTAL CLINICS OF NORTH AMERICA*. 54, 4 (Oct. 2010), 757–768. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.cden.2010.06.017>.
- [17] COLLIER, T. 2006. L’anesthésie transcorticale : technique de première intention. *L’INFORMATION DENTAIRE*.
- [18] COLLIER, T. and VILLETTE, A. 2007. Anesthésie palatine indolore. *L’INFORMATION*

DENTAIRE.

- [19] COUDERC, G. et al. 2009. L'anesthésie transcorticale dans la prise en charge des urgences d'un centre de soins hospitalo-universitaire. *LE FIL DENTAIRE*.
- [20] CROS, J. 2007. L'anesthésie transcorticale : approche expérimentale et intérêt en odontologie. *LE CHIRURGIEN DENTISTE DE FRANCE*.
- [21] DEFONTAINE, C. 2013. *Apport de l'anesthésie ostéocentrale électroniquement assistée "QuickSleeper S4" dans la prise en charge d'anesthésie "rebelle" en chirurgie buccale*. UNIVERSITE DE LILLE.
- [22] DENTAL HI TEC.: <https://www.dentalhitec.com/2015/>. Accessed: 2018-09-21.
- [23] ELBAY, U. et al. 2016. Effects of two different anesthetic solutions on injection pain, efficacy, and duration of soft-tissue anesthesia with inferior alveolar nerve block for primary molars. *JOURNAL OF CLINICAL PEDIATRIC DENTISTRY*. 40, 6 (2016), 456–463. DOI:<https://doi.org/10.17796/1053-4628-40.6.456>.
- [24] ELBAY, U. et al. 2016. Intraligamentary and suprapariosteal anesthesia efficacy using a computer controlled delivery system in mandibular molars. *THE JOURNAL OF CLINICAL PEDIATRIC DENTISTRY*. 40, 3 (2016), 193–199. DOI:<https://doi.org/10.17796/1053-4628-40.3.193>.
- [25] ELOUADI, M. 2017. Systèmes d'injection pour anesthésie dentaire. DENTAL HI TEC.
- [26] ELOUADI, M. and GASCHÉ, N. 2017. Rapport d'essais #RL0166. DENTAL HI TEC.
- [27] FAWCETT, D. and JENSH, R. 2002. "*Bloom & Fawcett*" *Histologie. L'essentiel*. MALOINE.
- [28] GARNIER, J. et al. 2007. *Techniques d'anesthésies locales et loco-régionales en odontologie. Méthode pédagogique sur CD-ROM*. UNIVERSITE DE NANTES.
- [29] GRAY, H. and LEWIS, W. 1918. *Anatomy of the human body*. LEA & FEBIGER.
- [30] GREAUD, P.-Y. 2009. L'anesthésie ostéocentrale au quotidien. *LE FIL DENTAIRE*.
- [31] GREAUD, P.-Y. et al. 2008. L'anesthésie ostéocentrale : une nouvelle technique en anesthésie dentaire. *L'INFORMATION DENTAIRE*.
- [32] GUERIN, T. et al. 1997. Mise au point sur les anesthésiques locaux injectables en 1997. Quel anesthésique et pourquoi ? *LE CHIRURGIEN DENTISTE DE FRANCE*.
- [33] GUILLAUME, B. 2016. L'anesthésie intraosseuse en cas de grands kystes maxillaires. *DENTOSCOPE*.
- [34] HAJJAR, A. 2015. QuickSleeper 5 : efficacité et rentabilité de l'anesthésie. *DENTOSCOPE*.
- [35] HAYASHIHARA, H. 2005. Application clinique d'Anaject. Comparaison des systèmes d'injection électroniques. *LE CHIRURGIEN DENTISTE DE FRANCE*.
- [36] HORALEK, A. and LIEWEHR, F. 2007. A new approach to intraosseous anesthesia : the

Intraflow HTP anesthesia system. *ROOTS*.

- [37] ISEN, D. 2001. A review of computer controlled injection devices. *ORAL HEALTH*.
- [38] KAMINA, P. and MARTINET, C. 2013. *Anatomie clinique*. MALOINE.
- [39] KING, M. 2018. Muscle biochemistry : structure and function. THE MEDICAL BIOCHEMISTRY PAGE.
- [40] LAGRANGE, B. 2016. Ma première fois avec ... *INDEPENDENTAIRE*.
- [41] LAPOUSTAIRL, V. 2014. *L'anesthésie en situation d'urgence chez l'enfant : étude comparative de deux techniques*. UNIVERSITE DE PARIS DIDEROT.
- [42] LENDAIS, I. and LIMOGÉ, A. 1987. Choix d'un anesthésique local. Etude comparative de quatre molécules. *LE CHIRURGIEN DENTISTE DE FRANCE*.
- [43] LEONARD, H. and SEIGNEURIN, M. 1984. Seringue dentaire pour injections intra-ligamentaires. EP0109913A2. May 30, 1984.
- [44] LOGOTHETIS, D. 2017. *Local anesthesia for the dental hygienist*. ELSEVIER.
- [45] MALAMED, S. 2003. Allergy and toxic reactions to local anesthetics. *DENTISTRY TODAY*.
- [46] MALAMED, S. 2012. *Handbook of local anesthesia*. ELSEVIER.
- [47] MALAMED, S. 2008. Reversing local anesthesia. *INSIDE DENTISTRY*.
- [48] MARCHAL, N. 2010. *L'anesthésie ostéocentrale en endodontie*. UNIVERSITE DE NANTES.
- [49] MARCHI, V. and SIMON, S. 2017. La pulpite irréversible : la comprendre pour mieux la prendre en charge en urgence. *L'INFORMATION DENTAIRE*.
- [50] MARIE-COUSIN, A. et al. 2009. L'anesthésie transcorticale sans rotation chez l'enfant. *L'INFORMATION DENTAIRE*.
- [51] MARIE-COUSIN, A. and SIXOU, J.-L. 2008. Evolutions de l'anesthésie dentaire chez l'enfant. *CLINIC*.
- [52] MARQUES-FERREIRA, M. et al. 2017. Anaesthesia in dental medicine with local infiltrative anaesthetic technique versus diploe anaesthesia delivery systems : efficacy and behaviour. An experimental study. *ACTA MEDICA PORTUGUESA*. 30, 12 (Dec. 2017), 848–853.
- [53] MCKINLEY, M. et al. 2014. *Anatomie et physiologie. Une approche intégrée*. MALOINE.
- [54] MEECHAN, J. and BLAIR, G. 1989. Clinical experience in oral surgery with two different automatic aspirating syringes. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY*. 18, 2 (Jan. 1989), 87–89. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0901-5027\(89\)80137-7](https://doi.org/10.1016/S0901-5027(89)80137-7).
- [55] MRAD, M.-R. and SIXOU, J.-L. 2007. Système d'anesthésie locale avec assistance électronique. Evaluation chez l'enfant et l'adolescent. *L'INFORMATION DENTAIRE*.
- [56] NANCI, A. 2012. *Ten Cate's oral histology*. ELSEVIER.
- [57] NIEUWENHUIZEN, J. et al. 2013. Comparison of two computerized anaesthesia delivery

- systems : pain and pain-related behaviour in children during a dental injection. *ACTA*.
- [58] OZER, S. et al. 2012. A comparative evaluation of pain and anxiety levels in two different anesthesia techniques : locoregional anesthesia using conventional syringe versus intraosseous anesthesia using a computer-controlled system. *ORAL SURGERY, ORAL MEDICINE, ORAL PATHOLOGY AND ORAL RADIOLOGY*. 114, 5S (Nov. 2012), S132–S139. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.oooo.2011.09.021>.
- [59] PAGNI, G. et al. 2012. Postextraction alveolar ridge preservation : biological basis and treatments. *INTERNATIONAL JOURNAL OF DENTISTRY*. 2012, (2012). DOI:<https://doi.org/10.1155/2012/151030>.
- [60] PANSKY, B. 1982. *Review of medical embryology*. MACMILLAN.
- [61] PASQUIER, E. 2009. Anesthésie ostéocentrale et spix : le choc des générations ! *LE CHIRURGIEN DENTISTE DE FRANCE*.
- [62] RAJ, A. 2015. *Etude des perturbations hémodynamiques lors d'une anesthésie dentaire intra-osseuse de première intention assistée électroniquement*. UNIVERSITE DE LILLE.
- [63] SAXENA, P. et al. 2013. Advances in dental local anesthesia techniques and devices : an update. *NATIONAL JOURNAL OF MAXILLOFACIAL SURGERY*. 4, 1 (2013), 19. DOI:<https://doi.org/10.4103/0975-5950.117873>.
- [64] SIMEONOVA, E. et al. 2017. Temperature changes in cortical bone during intraosseous anesthesia with Anesto and QuickSleeper. *JOURNAL OF DENTAL AND MEDICAL SCIENCES*. 16, 1 (Jan. 2017), 84–87. DOI:<https://doi.org/10.9790/0853-1601098487>.
- [65] SIXOU, J.-L. et al. 2009. L'anesthésie locale chez l'enfant. *LE FIL DENTAIRE*.
- [66] SIXOU, J.-L. et al. 2009. Pain assessment by children and adolescents during intraosseous anaesthesia using a computerized system. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PAEDIATRIC DENTISTRY*. 19, 5 (Sep. 2009), 360–366. DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2009.00983.x>.
- [67] SIXOU, J.-L. and BARBOSA-ROGIER, M.-E. 2006. Apports de l'anesthésie transcorticale chez l'enfant et l'adolescent. *LE CHIRURGIEN DENTISTE DE FRANCE*.
- [68] SMAIL-FAUGERON, V. et al. 2015. Split-mouth and parallel-arm trials to compare pain with intraosseous anaesthesia delivered by the computerised QuickSleeper system and conventional infiltration anaesthesia in paediatric oral healthcare. Protocol for a randomised controlled trial. *BMJ OPEN*. 5, 7 (Oct. 2015), 1–5. DOI:<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-007724>.
- [69] SOTO, P. 2013. *Prise en charge des urgences endodontiques : place de la technique d'anesthésie ostéocentrale*. UNIVERSITE DE NANTES.
- [70] TARDIEU, C. 2012. Anesthésie locale chez l'enfant. Trois ans d'utilisation hospitalière d'injection assistée. *LE FIL DENTAIRE*.
- [71] TERRER, E. et al. 2014. Anesthésie ostéo-centrale versus locorégionale du bloc du nerf

dentaire inférieur. *L'INFORMATION DENTAIRE*.

[72] TURCOTTE, J.-Y. and DUKE, F. 1998. Les anesthésiques locaux en dentisterie. *JOURNAL DENTAIRE DU QUEBEC*. 35, (Oct. 1998), 383–388.

[73] VERPEAUX, P. 2016. Opter pour l'anesthésie diploïque. *DENTOSCOPE*.

[74] VILLETTE, A. 2003. 500 anesthésies transcorticales réalisées en première intention : le bilan. *LE CHIRURGIEN DENTISTE DE FRANCE*.

[75] VILLETTE, A. et al. 2008. Anesthésie diploïque. *LE CHIRURGIEN DENTISTE DE FRANCE*.

[76] VILLETTE, A. 2006. Comparaison des différents systèmes d'injection électronique. *L'INFORMATION DENTAIRE*.

[77] VILLETTE, A. 2010. Evolution des solutions anesthésiques. *LE FIL DENTAIRE*.

[78] VILLETTE, A. 2006. Intraseptale, intraligamentaire ou transcorticale ? *L'INFORMATION DENTAIRE*.

[79] VILLETTE, A. 2014. La technique ostéocentrale : une innovation en anesthésie dentaire. *LE FIL DENTAIRE*.

[80] VILLETTE, A. et al. 2009. L'AFPAD et l'anesthésie ostéocentrale. Vers une pratique sans douleur. *LE FIL DENTAIRE*.

[81] VILLETTE, A. 2001. Pourquoi pratiquer l'anesthésie intra-osseuse (intra-diploïque et transcorticale) en première intention ? *LA LETTRE DE LA STOMATOLOGIE*. (Apr. 2001).

[82] VILLETTE, A. 2009. Y a-t-il des fondamentaux en anesthésie ? *LE FIL DENTAIRE*.

[83] VILLETTE, A. and COLLIER, T. 2009. Technique spécifique d'anesthésie de la première molaire mandibulaire en pulpite. *LE FIL DENTAIRE*.

[84] WEBSTER, S. et al. 2016. How effective is supplemental intraseptal anesthesia in patients with symptomatic irreversible pulpitis ? *JOURNAL OF ENDODONTICS*. 42, 10 (Oct. 2016), 1453–1457. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.07.002>.

[85] W&H Anesto.: 2014. https://www.wh.com/fr_france/produits-dentaires/endodontie/anesthesie-intra-osseuse/anesto/. Accessed: 2018-09-21.

[86] Wikimedia.: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Accueil>. Accessed: 2018-05-18.

[87] WITMER, L. 2011. Human skull. OHIO UNIVERSITY.

[88] WONG, J.K. 2001. Adjuncts to local anesthesia : separating fact from fiction. *JOURNAL OF THE CANADIAN DENTAL ASSOCIATION*. 67, 7 (Jul. 2001), 391–397.

[89] 2007. Anesthésies alternatives : tests matériels. *INDEPENDENTAIRE*.

[90] 2018. Catalogue de normes pour instruments et matériel dentaires. ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION.

[91] 2018. Catalogue de normes pour matériel médical en général. ORGANISATION

INTERNATIONALE DE NORMALISATION.

- [92] Cavité orale. LAFED'.
- [93] 2016. Clinical evaluation : a guide for manufacturers and notified bodies under Directive 93/42/CEE and 90/385/EEC. EUROPEAN COMMISSION.
- [94] 2001. Cyberjet. CYBERDENT.
- [95] Hypo® Intraosseous Needle. USAF.
- [96] 2007. Intraflow. INTRAVANTAGE.
- [97] 2006. Intraflow : anesthesia delivery system. PRO-DEX.
- [98] 2008. Intraflow HTP. PRO-DEX.
- [99] 2006. Intraflow HTP : clinician presentation. PRO-DEX.
- [100] 2006. Intraflow HTP. Mode d'emploi. PRO-DEX.
- [101] 2006. Intraflow scene. PRO-DEX.
- [102] 2011. Item 256 : lésions dentaires et gingivales. UNIVERSITE MEDICALE VIRTUELLE FRANCOPHONE.
- [103] 2003. L'anesthésie locale dentaire avec vasoconstricteur. *PRESCRIRE*.
- [104] 2007. L'anesthésie palatine douloureuse : c'est fini ! *LE FIL DENTAIRE*.
- [105] 2016. Manuel d'utilisation : QuickSleeper 5. DENTAL HI TEC.
- [106] 2017. Manuel d'utilisation : SleeperOne 5. DENTAL HI TEC.
- [107] 2000. Practical solutions. X-tip. XTIP TECHNOLOGIES.
- [108] 2016. Protocole & TP : QuickSleeper 5. DENTAL HI TEC.
- [109] 2010. Rapport d'essais #RL046. DENTAL HI TEC.
- [110] 2017. *Règlement (UE) 2017/745 relatif aux dispositifs médicaux*.
- [111] Techniques d'anesthésie bucco-dentaire. LES FACULTES MEDICALES.
- [112] X-tip : intructions for use. XTIP TECHNOLOGIES.

DISPOSITIFS MEDICAUX POUR ANESTHESIE DENTAIRE

Résumé : L'anesthésie constitue un préalable indispensable à presque toute intervention médico-chirurgicale dentaire. Sa réussite fait souvent, pour les patients, la différence entre une bonne et une mauvaise expérience thérapeutique. Aussi, tout praticien se doit, à notre époque, de maîtriser ces actes techniques mêmes s'ils sont, parfois, très complexes. Néanmoins, certains de ces professionnels peinent à exceller dans ce domaine. Ainsi, afin de faciliter la réalisation et la réussite des anesthésies dentaires, une très grande variété de dispositifs médicaux ont été conçus, fabriqués et commercialisés par de nombreux industriels. Des plus simples au plus complexes, ces instruments médicaux diffèrent fortement les uns des autres tant techniquement que cliniquement. Dans cette thèse, après quelques rappels indispensables sur l'anatomie crânio-faciale et les indications des anesthésies dentaires, nous nous sommes proposé de classer ces dispositifs et d'illustrer, par quelques exemples, leurs conceptions ainsi que leurs performances et limites.

Mots clés : Anesthésie dentaire, Instrument médical, Dispositifs médicaux, Anesthésie locale, Anesthésies dentaires, Anesthésie loco-régionale, Dispositif médical