

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

**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

[Année de soutenance : 2019]

N° :

THESE POUR LE

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

Présentée et soutenue publiquement le 24 mai 2019

Par Paul, SADER

Né(e) le 26 Octobre 1993 à LAON – FRANCE

Gestion de l'échec de l'anesthésie dentaire sur les molaires mandibulaires atteintes de pulpite irréversible chez l'adulte

**JURY**

Président : Monsieur le Professeur Guillaume PENEL

Assesseurs : Madame le Docteur Mathilde SAVIGNAT

Madame le Docteur Cécile OLEJNIK

Madame le Docteur Amélie de Broucker

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

-\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE  
PLACE DE VERDUN  
59000 LILLE

-\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_

Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université	:	P-M. ROBERT
Doyen	:	Pr. E. DEVEAUX
Vice-Doyens	:	Dr. E. BOCQUET, Dr. L. NAWROCKI et Pr. G. PENEL
Responsable des Services	:	S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité	:	M. DROPSIT

**PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.**

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES :**

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie <b>Doyen de la Faculté</b>
G. PENEL	Responsable du Département de <b>Biologie Orale</b>

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
P. BOITELLE	Prothèses
<b>F. BOSCHIN</b>	Responsable du Département de <b>Parodontologie</b>
<b>E. BOCQUET</b>	Responsable du Département d' <b>Orthopédie Dento-Faciale</b>
<b>C. CATTEAU</b>	Responsable du Département de <b>Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.</b>
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
<b>C. DELFOSSE</b>	Responsable du Département d' <b>Odontologie Pédiatrique</b>
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
<b>P. HILDELBERT</b>	Responsable du Département de <b>Dentisterie Restauratrice Endodontie</b>
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
G. MAYER	Prothèses
<b>L. NAWROCKI</b>	Responsable du Département de <b>Chirurgie Orale</b> Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
<b>M. SAVIGNAT</b>	Responsable du Département des <b>Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux</b>
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
<b>J. VANDOMME</b>	Responsable du Département de <b>Prothèses</b>

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

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

*Aux membres du jury,*

## **Monsieur le Professeur Guillaume PENEL**

**Professeur des Universités – Praticien Hospitalier**

*Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale*

*Département Biologie Orale*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université René DESCARTES (PARIS V)

Certificat d'Etudes Supérieures d'Odontologie Chirurgicale

Habilitation à Diriger des Recherches

Vice-doyen Recherche de la Faculté de Chirurgie Dentaire

Responsable du Département de Biologie Orale

*Vous m'avez fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury et c'est avec une grande sincérité que je tenais à vous en remercier.*

*Je vous suis infiniment reconnaissant de la sagesse et de la rigueur que vous m'avez transmis, tant par votre enseignement que lors de nos nombreux échanges au sein du conseil de faculté.*

*Veillez trouver, dans ce travail, l'expression de mes remerciements et de ma sincère reconnaissance.*

# **Madame le Docteur Mathilde SAVIGNAT**

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

*Section Réhabilitation Orale*

*Département Sciences Anatomiques*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2

Master Recherche Biologie Santé -Spécialité Physiopathologie et Neurosciences

Responsable du département des Sciences Anatomiques

*Je vous remercie d'avoir accepté de siéger au sein de ce jury.*

*Je vous suis reconnaissant pour l'enseignement que vous m'avez apporté, mais également pour votre écoute auprès des étudiants ainsi que votre investissement au sein de la faculté.*

*Je vous remercie sincèrement et vous prie de bien vouloir trouver dans ce travail, mon profond respect.*

## **Madame le Docteur Cécile OLEJNIK**

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

*Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale*

*Département Biologie Orale*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2

*C'est un honneur de vous compter parmi les membres de mon jury.*

*J'ai toujours pu apprécier la passion et la générosité avec laquelle vous transmettez votre savoir ainsi que la gentillesse et la disponibilité dont vous avez toujours fait preuve à mon égard.*

*Veillez trouver, à travers cet ouvrage, toute ma reconnaissance.*

# **Madame le Docteur Amélie de Broucker**

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

*Section Réhabilitation Orale*

*Département Sciences Anatomiques*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2

*C'est une immense joie pour moi que tu aies acceptée de diriger ce travail de thèse.*

*Tout au long de mes études j'ai pu profiter de ta disponibilité, ton engagement, et ta rigueur tant au niveau des enseignements théoriques, que lors des nombreuses vacations d'urgence.*

*C'est également lors de ma vie étudiante au sein de l'ACECDL que j'ai pu apprécier tes nombreuses qualités en tant que personne et l'engagement que tu as pu avoir en tant qu'étudiante et maintenant en tant qu'enseignante au sein de la faculté.*

*Lors de l'élaboration de cette thèse j'ai pu bénéficier de tes remarques toujours perspicaces et bienveillantes qui ont permis de réaliser cet ouvrage*

*Vois en ce travail l'expression de tout mon respect et de mon amitié à ton égard.*

***Je dédie cette thèse à mon père,***

***Je dédie cette thèse à ma famille et mes amis,***









# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>La pulpite irréversible .....</b>	<b>19</b>
2.1	Anatomie dentaire.....	19
2.1.1	Généralités .....	19
2.1.2	La pulpe.....	20
2.1.2.1	Définition.....	20
2.1.2.2	Vascularisation .....	20
2.1.2.3	Innervation .....	21
2.1.2.3.1	Fibres nerveuses autonomes .....	21
2.1.2.3.2	Fibres nerveuses sensibles .....	21
2.2	Définition de la pulpite irréversible .....	22
2.3	Généralités sur la douleur .....	23
2.3.1	Définition.....	23
2.3.2	Mécanisme de la douleur .....	23
2.4	Etiologie de la pulpite irréversible .....	25
2.5	Diagnostic de la pulpite irréversible .....	27
2.5.1	Les tests de sensibilité pulpaire.....	27
2.5.1.1	Test au froid.....	27
2.5.1.2	Test au chaud.....	28
2.5.2	Test de vitalité pulpaire, le test électrique.....	28
2.5.3	Les tests de percussion.....	29
2.5.4	Radiographies .....	29
2.6	Thérapeutique.....	30
2.6.1	Traitement d'urgence.....	30
2.6.2	Traitement permanent .....	31
<b>3</b>	<b>L'anesthésie locale .....</b>	<b>31</b>
3.1	Généralités.....	31
3.1.1	Les molécules anesthésiques.....	32
3.1.2	Les vasoconstricteurs.....	33
3.1.3	Les contre-indications à l'anesthésie.....	33
3.1.4	Mécanisme d'action de l'anesthésie locale.....	34
3.2	Les techniques d'anesthésie mandibulaire .....	37
3.2.1	Anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur.....	37
3.2.1.1	Rappel anatomique osseux de la mandibule .....	37
3.2.1.1.1	Corps de la mandibule.....	38
3.2.1.1.2	Branche montante de la mandibule.....	38
3.2.1.2	Rappel anatomique du nerf mandibulaire .....	39
3.2.1.2.1	Rappel anatomique du nerf alvéolaire inférieur .....	40
3.2.1.3	Indications.....	42
3.2.1.4	Matériel.....	43
3.2.1.5	Protocole.....	45
3.2.1.6	Technique standard .....	45
3.2.1.7	Technique Gow gates.....	47

3.2.1.8	Technique Vazirani-Akinosi .....	49
3.2.1.9	Limites de l'anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur ..	51
3.2.1.10	Causes de l'échec de l'anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur	53
3.2.1.10.1	Facteur anatomique .....	53
3.2.1.10.2	Facteur nerveux .....	53
3.2.1.10.3	Facteur psychologique .....	53
3.2.2	Anesthésie péri-apicale .....	54
3.2.2.1	Anesthésie péri-apicale vestibulaire .....	55
3.2.2.1.1	Rappel anatomique du nerf buccal .....	55
3.2.2.1.2	Indication .....	56
3.2.2.1.3	Matériel .....	56
3.2.2.1.4	Protocole .....	57
3.2.2.2	Anesthésie péri-apicale linguale .....	58
3.2.2.2.1	Rappel anatomique du nerf lingual .....	58
3.2.2.2.2	Indication .....	59
3.2.2.2.3	Matériel .....	60
3.2.2.2.4	Protocole .....	60
3.2.2.3	Limites de l'anesthésie péri-apicale .....	61
3.2.3	Anesthésie intraligamentaire .....	63
3.2.3.1	Indications .....	63
3.2.3.2	Matériel .....	63
3.2.3.3	Protocole .....	64
3.2.3.4	Avantages et limites de l'anesthésie Intraligamentaire .....	66
3.2.4	Anesthésie intraosseuse .....	67
3.2.4.1	Indications .....	67
3.2.4.2	Matériel .....	67
3.2.4.3	Protocole .....	70
3.2.4.3.1	Anesthésie transcorticale .....	70
3.2.4.3.2	Anesthésie ostéocentrale .....	74
3.2.4.4	Avantages et limites de l'anesthésie intraosseuse .....	76
3.2.5	Anesthésie intra pulpaire .....	78
3.2.5.1	Indications .....	78
3.2.5.2	Matériel .....	79
3.2.5.3	Protocole .....	79
3.2.5.4	Avantages et limites de l'anesthésie intrapulpaire .....	82
<b>4</b>	<b>Techniques complémentaires .....</b>	<b>83</b>
4.1	Prémédication aux anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) .....	83
4.2	Autres méthodes complémentaires .....	84
<b>5</b>	<b>Stratégies de gestion de l'échec de l'anesthésie .....</b>	<b>84</b>
<b>6</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>87</b>
	<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>88</b>
	<b>Table des illustrations .....</b>	<b>102</b>
	<b>Table des tableaux .....</b>	<b>104</b>

# 1 Introduction

La réussite d'une anesthésie sur une molaire mandibulaire atteinte de pulpite irréversible peut être considérée comme un véritable challenge pour le praticien. Elle nécessite une bonne connaissance de l'anatomie et une maîtrise des techniques d'anesthésie.

En effet, la présence d'une inflammation sévère de la pulpe (rencontrée lors des cas de pulpite irréversible) rend la réalisation de cet acte particulièrement compliqué. Le processus inflammatoire, bien que très documenté, est encore mal connu. Il peut rendre l'anesthésie jusqu'à huit fois plus compliquée à obtenir en comparaison à une pulpe saine (1).

Il faut également prendre en compte la densité importante de l'os entourant les molaires mandibulaires rendant la diffusion des produits d'anesthésie moins efficace. Il convient donc d'utiliser les techniques nécessaires afin de surmonter cette difficulté.

Ces différentes considérations rendent alors difficiles un acte *a priori* banal pour un chirurgien-dentiste. L'échec de l'obtention d'un silence opératoire conduit bien souvent le praticien à devoir repousser le traitement, réaliser des prescriptions médicamenteuses, ou parfois réaliser le traitement « dans la douleur ».

Ainsi, nous verrons les différents aspects de la pulpite irréversible et les mécanismes de la douleur qui en découlent. Seront ensuite abordés les principes généraux de l'anesthésie, ainsi que les différentes techniques pouvant être réalisées. Puis, nous parlerons des techniques complémentaires pouvant améliorer le succès de l'anesthésie. Enfin, un schéma viendra synthétiser les différentes observations et permettra d'obtenir un protocole d'anesthésie systématique à réaliser en cas de diagnostic de pulpite irréversible sur les molaires mandibulaires.

## **2 La pulpite irréversible**

Avant de définir la pulpite irréversible, il est essentiel de rappeler de manière succincte l'anatomie dentaire et plus particulièrement la situation de la pulpe au sein de l'organe dentaire et la composition de celle-ci.

### **2.1 Anatomie dentaire**

#### **2.1.1 Généralités**

La dent, organe dentaire, est une entité minérale et organique qui est implantée dans les processus alvéolaires du maxillaire et de la mandibule. De forme et de taille différentes, elles ont pour fonctions, entre autres, la mastication et la phonation. Elle intervient dans la première étape de la digestion (2).

Chaque dent présente trois parties : la couronne, le collet et la racine (figure 1). Elle est essentiellement formée de dentine recouverte au niveau de la couronne par l'émail et au niveau de la racine par le cément. La dentine est creusée d'une cavité axiale, la cavité pulpaire (3). Elle contient un tissu conjonctif nommé la pulpe dentaire.

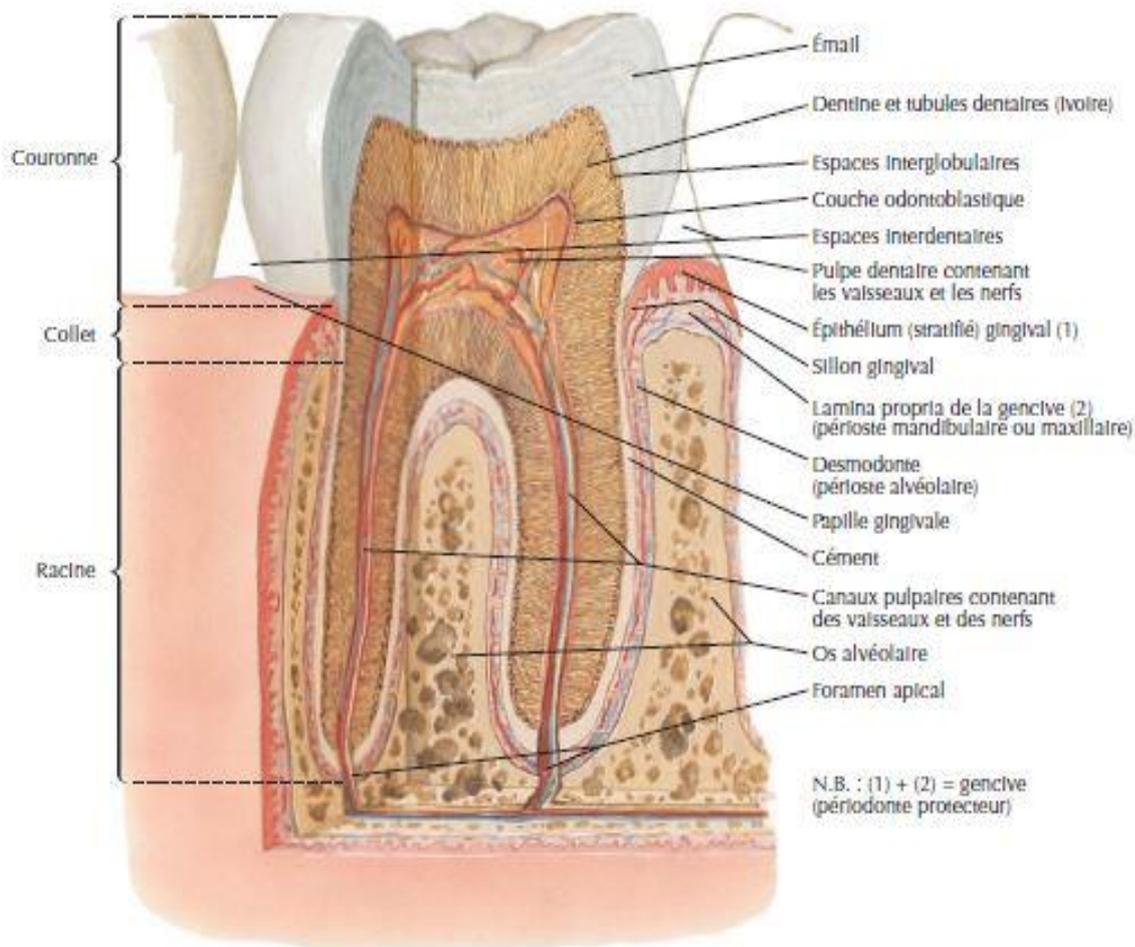


Figure 1: Vue sagittale de la dent et son environnement (4)

## 2.1.2 La pulpe

### 2.1.2.1 Définition

La pulpe dentaire se définit comme « un tissu conjonctif, non minéralisé, vascularisé et innervé » (5).

### 2.1.2.2 Vascularisation

La vascularisation pulpaire des molaires mandibulaires a pour origine un réseau sanguin (artère alvéolaire inférieure) qui passe par les *foramina* principaux pour former des capillaires qui cheminent vers la partie centrale de la pulpe. Les capillaires étant fenestrés, ils sont le lieu privilégié des échanges avec les tissus environnants. On y retrouve notamment des échanges gazeux, protéiques ainsi que des échanges de médiateurs chimiques et moléculaires (6).

Ce réseau est en constant remodelage, d'une part, du fait de l'apposition physiologique de dentine mais également lors de processus pathologiques notamment lors des processus inflammatoires tels que dans le cas d'une pulpite irréversible. Les cellules endothéliales qui forment la paroi des vaisseaux disparaissent. Une néoangiogénèse peut alors se développer dans des sites voisins. Lors d'une pulpite irréversible, on observe ainsi l'augmentation de la vascularisation pulpaire en regard de l'inflammation (7). Accompagné de la vasodilatation, ce phénomène contribue à créer un œdème pulpaire.

### **2.1.2.3 Innervation**

La dent est un organe très richement innervé. La majorité des fibres nerveuses pénètre l'organe dentaire par le biais des *foramina* principaux pour former des faisceaux volumineux et cheminer vers la partie coronaire de la pulpe dentaire. On distingue deux types de fibres : les fibres nerveuses sensibles et les fibres nerveuses autonomes.

#### **2.1.2.3.1 Fibres nerveuses autonomes**

Moins nombreuses, elles ont une action sur les cellules musculaires lisses et les sphincters précapillaires. Elles régulent notamment le diamètre et la perfusion sanguine de la pulpe (8). On différencie :

- Un système sympathique provoquant la vasoconstriction, réagissant notamment sous l'action d'adrénaline, noradrénaline ;
- Un système parasympathique provoquant la vasodilatation réagissant notamment sous l'action des facteurs de l'inflammation et participant donc au processus d'inflammation pulpaire.

#### **2.1.2.3.2 Fibres nerveuses sensibles**

On distingue deux types de fibres nerveuses sensibles : les fibres de type A $\delta$  et les fibres de type C (figure 2). Les axones proviennent de corps cellulaires situés dans le ganglion trigéminal (9). Les faisceaux de fibres nerveuses provenant du *foramen* apical se divisent en un réseau arborisé sous-odontoplastique pour former en majorité le plexus de Rashkow, notamment au niveau des cornes pulpaires (10).

Les fibres de type C sont en grande majorité : elles représentent 70 à 90% des fibres nerveuses présentes. Elles sont amyéliniques et de faible diamètre et donc de conduction faible (0,5 à 2 m·s<sup>-1</sup>). Elles répondent à un seuil d'excitation élevé, aux *stimuli* chimiques, mécaniques et thermiques. Elles correspondent aux douleurs pulpaires sourdes, irradiantes et continues (9,11).

Les fibres de type A $\delta$  et A $\beta$  sont moins nombreuses. Elles sont myéliniques et de gros diamètre avec une conduction rapide (4 à 30 m·s<sup>-1</sup>). Elles ont un seuil d'excitation faible et sont responsables des douleurs pulpaires violentes, intermittentes, à type de décharge (12,13).

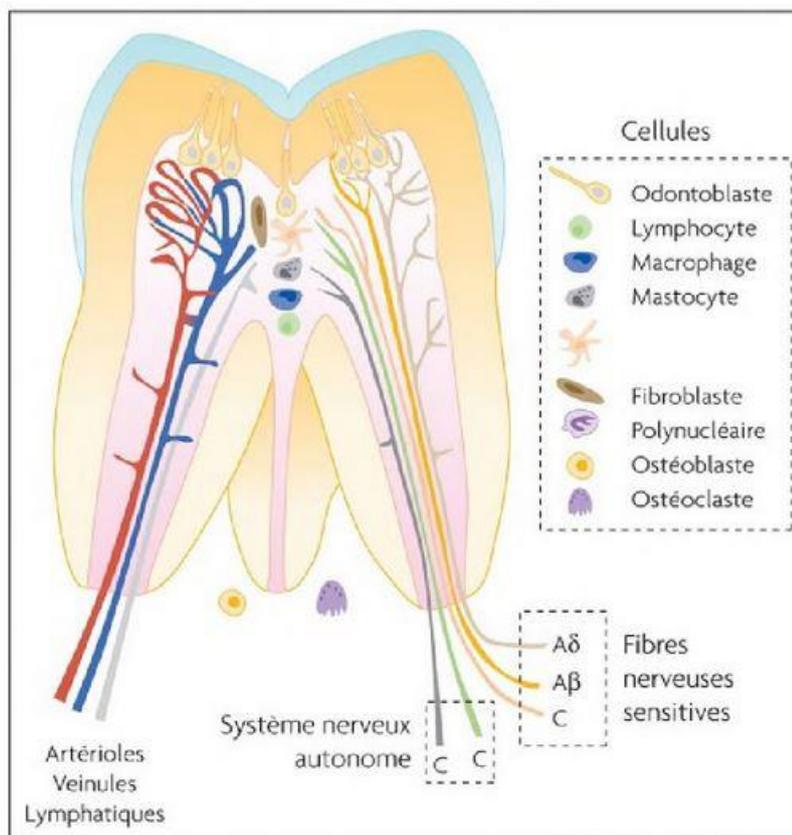


Figure 2 : Vue schématique des principaux constituants de la pulpe  
(6)

## 2.2 Définition de la pulpite irréversible

Selon le Dictionnaire Francophone des Termes d'Odontologie Conservatrice, la pulpite désigne l'état inflammatoire de la pulpe.

Plus particulièrement, la pulpite irréversible est une inflammation irréversible de la pulpe dont les signes cliniques et histologiques ne peuvent retrouver leur état initial

sain quelle que soit la thérapeutique mise en œuvre (2). La douleur est vive, pulsatile, spontanée et irradiante. Elle est aggravée par le froid, le chaud et le décubitus (14). L'application d'un stimulus provoque une douleur prolongée même après le retrait du stimulus (15). Ainsi, ce sont les fibres de type C qui sont en majorité responsables des réponses douloureuses rencontrées dans les cas de pulpite irréversible.

Il est essentiel de discerner la différence entre la pulpite irréversible et la pulpite réversible qui est une inflammation réversible de la pulpe dont les signes cliniques peuvent retrouver leur état initial lors de la disparition de la cause. Elle est caractérisée par une douleur non spontanée, intermittente, survenant lors de l'application d'un stimulus souvent thermique. La persistance de la cause peut faire évoluer la situation en pulpite irréversible (16).

D'un point de vue histologique, la pulpite irréversible correspond à la pulpite aiguë, inflammation pulpaire caractérisée par un œdème pulpaire.

Nous allons maintenant nous intéresser au mécanisme de la douleur expliquant l'expression de la douleur ressentie par le patient.

## **2.3 Généralités sur la douleur**

### **2.3.1 Définition**

L'International Association of the Study of Pain (IASP) définit la douleur comme « une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable en relation avec une lésion tissulaire réelle ou potentielle, ou décrite dans des termes évoquant une telle lésion » (17).

### **2.3.2 Mécanisme de la douleur**

La douleur résulte d'un influx nerveux créé par un *stimulus* qui se transmet par le biais des fibres nerveuses sensibles décrites précédemment. Cet influx nerveux se propage de lui-même au sein de ces fibres et, s'il n'est pas bloqué, se transmet vers le système nerveux central sans diminution de son intensité et de sa vitesse. Cette propagation de l'influx est appelée conduction nerveuse.

La membrane nerveuse est mince et la conduction nerveuse est dépendante du potentiel électrique qui règne de part et d'autre de cette membrane.

Dans le cas de la pulpite irréversible, l'inflammation provoque une dilatation des vaisseaux sanguins et la création d'un œdème et donc la création d'une compression du tissu pulpaire. L'action combinée de l'élévation rapide de la pression intra-pulpaire et des médiateurs chimiques de l'inflammation stimule les fibres C (18).

Lorsque le nerf est à l'état de repos, on observe une différence de potentiel électrochimique entre le milieu intracellulaire et extracellulaire maintenu par un mécanisme de pompes à sodium et de canaux ioniques à la surface de la membrane.

Lors d'une pulpite irréversible, la substance chimique présente à cause du processus inflammatoire accompagné de l'œdème pulpaire crée un stimulus dépassant le seuil d'excitation. On observe alors une dépolarisation de la membrane conduisant à la propagation de l'influx de proche en proche à travers les fibres nerveuses (figure 3). L'enjeu de l'anesthésie locale est donc de bloquer cet influx et sa transmission pour éviter la sensation de douleur.

Les récepteurs à l'acidité présents à la surface de la membrane nerveuse s'activent dès que le pH atteint 6,9, une valeur qui n'est guère éloignée du pH physiologique ; le pH des tissus inflammés pouvant baisser jusqu'à 5,5. Le moindre phénomène inflammatoire ou lésionnel s'accompagnera alors d'une activation de ces récepteurs déclenchant un stimulus dépassant le seuil d'excitation (19).

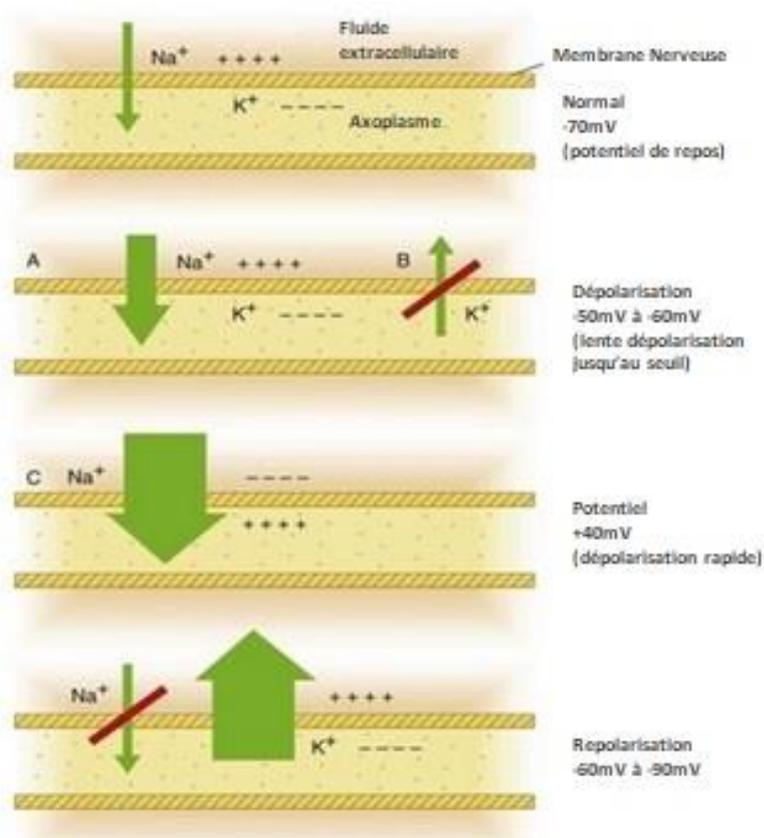


Figure 3 : Schéma d'excitation d'une fibre nerveuse (20)

Après avoir mis en lumière les mécanismes de la douleur intervenant dans la pulpite irréversible, nous allons aborder les différentes agressions pouvant amener à déclencher ces phénomènes.

## 2.4 Etiologies de la pulpite irréversible

Les étiologies des pulpites sont d'origines multiples (Tableau 1) :

- **Infections bactériennes** : les lésions carieuses sont la cause principale des pulpites (21) ;
- **Traumatique** : les traumatismes aigus, tels que les luxations, les fissures et les fractures, les traumatismes chroniques (le bruxisme, l'abrasion...) (22) ;

- **Chimique** : les lésions pulpaires peuvent être causées secondairement par certains matériaux utilisés en dentisterie, notamment certains matériaux de restaurations (composites, amalgames, certains ciments) (23).
- **Iatrogène** : Pouvant survenir lors de manœuvres orthodontiques, lors de du curetage carieux.

<b>Groupe</b>	<b>Type</b>	<b>Exemples ou raisons</b>
Microbien	Agression coronaire	Caries, fractures, fêlures, fracture marginale des restaurations
	Agression radiculaire	Fêlures, fractures, résorption externe avancée
Traumatique	Accidentelle	Fractures, concussion, luxation
	Physiologique	Attrition, abrasion, occlusion traumatique
Iatrogénique	Préparation Cavitaire	Cavité profonde, exposition pulpaire, chaleur
	Orthodontie	Mouvement dentaire
	Parodontologie	Traitement des poches profondes
	Radiation	Radiothérapie
	Chirurgie	Chirurgie osseuse
Chimique	Anesthésie générale	Traumatisme lors de l'intubation
	Matériaux de restauration	Toxicité
	Erosion	Habitudes alimentaires, Reflux gastro-œsophagiens

*Tableau 1: Causes courantes des maladies de la pulpe (13)*

Dans le chapitre suivant seront abordés les différents tests cliniques et radiographiques nécessaires afin de poser le diagnostic de pulpite irréversible.

## **2.5 Diagnostic de la pulpite irréversible**

Le diagnostic de pulpite irréversible peut être posé après avoir effectué au moins l'un des tests suivants.

### **2.5.1 Les tests de sensibilité pulpaire**

Ces tests rassemblent les tests thermiques (chaud, froid) et électriques. Ces tests ont pour but de reproduire les symptômes ressentis par le patient afin de localiser la dent causale et juger la sévérité de l'atteinte pulpaire (16).

#### **2.5.1.1 Test au froid**

Le test au froid est le plus souvent réalisé avec une boulette de coton imbibée d'un spray réfrigéré et appliqué sur une dent sèche et isolée de la salive à l'aide d'un coton salivaire (figure 4). La perception ou non du froid par le patient définit la sensibilité pulpaire. Le test doit être réalisé sur la dent causale supposée ainsi que sur une dent saine afin de comparer les réactions et donc d'apprécier la significativité du test.

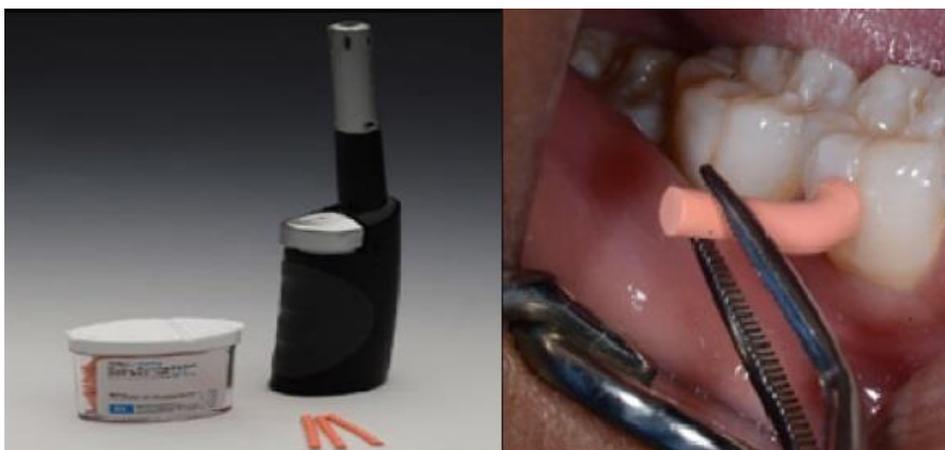


*Figure 4: Test de sensibilité pulpaire - test au froid (24)*

Si la réaction au froid s'avère douloureuse, cela est souvent le signe d'une inflammation pulpaire. La persistance de la douleur après l'arrêt du stimulus va permettre de différencier la pulpite réversible de la pulpite irréversible (25).

### **2.5.1.2 Test au chaud**

Le test au chaud est réalisé à l'aide d'un cône de Gutta-Percha chauffé et appliqué sur la face vestibulaire de la dent isolée à l'aide de vaseline (figure 5). Une réponse négative indique la nécrose de la pulpe. Ce test ne permet pas de caractériser une inflammation pulpaire mais il permet d'écarter le diagnostic différentiel de la parodontite apicale aiguë.



*Figure 5 : Test de sensibilité pulpaire - test chaud (24)*

### **2.5.2 Test de vitalité pulpaire, le test électrique**

Le test électrique est réalisé en appliquant un courant électrique sur la dent (figure 6). Il est destiné à stimuler les fibres nerveuses myélinisées de type A situées à la jonction dentino-pulpaire (26).



*Figure 6 : Test de vitalité pulpaire - test électrique (24)*

Une réponse positive à ce test prouve que les fibres A sont fonctionnelles donc que la pulpe est vitale, alors qu'une réponse négative indique une nécrose de la pulpe

(25). Comme le test au chaud, il ne permet pas de caractériser une inflammation pulpaire mais il permet d'écarter le diagnostic différentiel de la parodontite apicale aiguë.

### **2.5.3 Les tests de percussion**

Les tests de percussion permettent de déterminer l'état inflammatoire de la pulpe. Ils se réalisent avec le manche métallique d'un instrument :

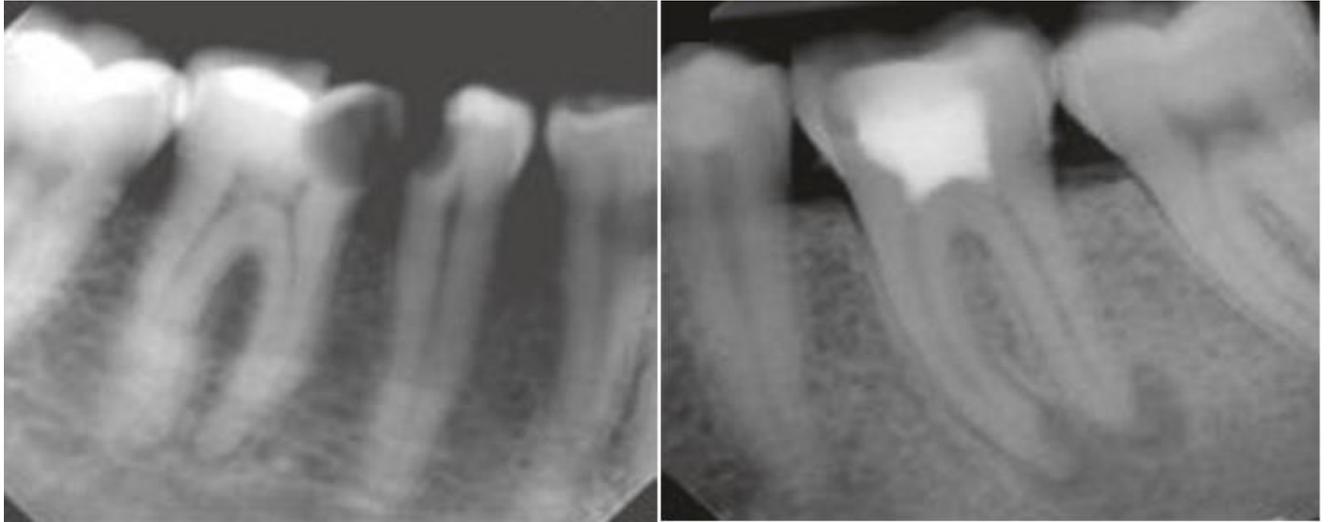
- Lorsqu'une douleur est ressentie à la percussion transversale de la dent, on peut suspecter une inflammation pulpaire ;
- Lorsqu'une douleur est ressentie à la percussion axiale de la dent, on peut suspecter une atteinte du desmodonte.

Dans le cas de la pulpite irréversible, les douleurs se font surtout ressentir lors des percussions transversales.

### **2.5.4 Radiographies**

La radiographie est un examen complémentaire qui, en association avec les examens cliniques décrits précédemment, peut permettre de poser le diagnostic de la pulpite irréversible.

En effet, les radiographies dentaires ne permettent pas directement d'apprécier une altération de la pulpe. En revanche, la présence de carie, d'un traumatisme, de restauration défectueuse ou de lésion péri-apicale peut être appréciée sur les clichés radiographiques et permettre de confirmer les tests cliniques (16).



*Figure 7 : Image de radiographie rétro-alvéolaire (16)*

*A gauche : lésion tissulaire d'origine carieuse sur les dents n°45 et 46*

*A droite : lésion péri-apicale sur la dent n°36*

Les radiographies rétro-alvéolaires et/ou rétro-coronaires sont indiquées dans le cas d'une recherche de lésion dentaire touchant une ou plusieurs dents adjacentes. Afin de pouvoir exploiter au mieux les radiographies, elles doivent impérativement être réalisées avec un dispositif permettant le parallélisme et une standardisation (angulateur).

## **2.6 Thérapeutique**

Après avoir posé le diagnostic de pulpite irréversible, il est nécessaire de mettre en place une thérapeutique adéquate : dans un premier temps, afin de réduire la douleur du patient puis, dans un deuxième temps, pour éviter une détérioration de l'état dentaire et de l'état général du patient.

### **2.6.1 Traitement d'urgence**

En situation d'urgence, la réalisation d'une biopulpotomie est préconisée. Il s'agit de l'éviction de la pulpe camérale (2). Après hémostase de la chambre pulpaire, on y applique une pâte d'hydroxyde de calcium recouverte par un pansement non compressif.

Dans environ 90% des cas, on observe une disparition temporaire des symptômes (27–29). De récentes études décrivent également l'utilisation de matériaux tels que le MTA® (Minéral Trioxide Aggregate) ou la Biodentine® (silicate tricalcique) (30).

## **2.6.2 Traitement permanent**

Le traitement permanent consiste en la réalisation de la biopulpectomie. Il s'agit de « l'élimination complète du tissu pulpaire coronaire et radiculaire, de la désinfection du réseau canalaire de l'endodonte et en la réalisation d'une obturation étanche permettant d'assurer la fonction de la dent et prévenant toutes pathologies péri-apicales » (31).

Lorsque le patient est en situation de pulpite dentaire, il ressent une douleur extrêmement forte ne permettant pas, en l'état, de réaliser les différents traitements dans de bonnes conditions. Il est donc indispensable de réaliser une anesthésie locale avant de débiter le traitement de la dent causale.

Cependant, de multiples paramètres sont à prendre en compte avant de réaliser cette anesthésie. Nous allons donc voir, dans le chapitre suivant, les différentes propriétés des anesthésiques locaux ainsi que leurs modes d'actions. Puis, nous verrons enfin les différentes techniques d'anesthésie des molaires mandibulaires, les multiples problèmes auxquels sont confrontés le praticien et les solutions qui s'offrent à lui.

# **3 L'anesthésie locale**

## **3.1 Généralités**

L'anesthésie locale est définie comme « une perte de sensation dans une zone circonscrite du corps, provoquée par une dépression de l'excitation des terminaisons nerveuses ou par une inhibition du processus de conduction dans les nerfs périphériques » (20).

Chacune des molécules anesthésiques ont un mode et une durée d'action qui diffèrent. Le choix de l'anesthésique est donc un facteur important de la réussite de l'anesthésie.

### 3.1.1 Les molécules anesthésiques

Les principales molécules anesthésiques sont classées selon deux types de liaison chimique : les liaisons amino-amides et les liaisons amino-esters (figure 8). La différence entre ces deux types de molécules est principalement la biotransformation de celle-ci aussi appelée hydrolyse lors de l'injection dans les tissus.

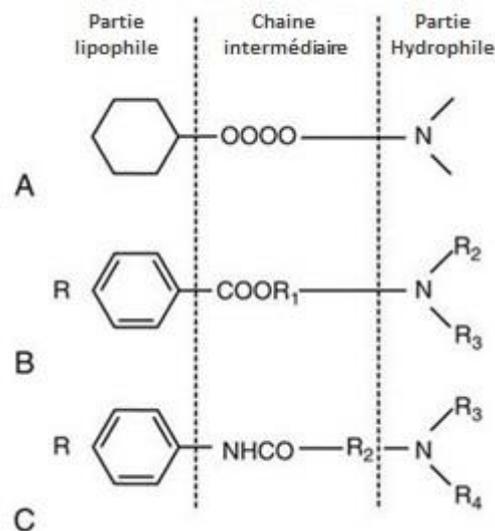


Figure 8 : Schéma des différentes molécules d'anesthésie locale  
(20)

(A) : molécule typique d'un anesthésique local ; (B) : Molécule type amino-ester ; (C) : Molécule type amino- amide

Les molécule de type amino-ester présentent une toxicité accrue dû au métabolisme de celle-ci (20). À ce jour, les principales molécules commercialisées pour la chirurgie dentaire sont donc de type amino-amides (32).

On y retrouve notamment : l'articaine, la lidocaïne, la mépivacaïne, la bupivacaïne.

Dans leur forme commerciale, les anesthésiques locaux sont également associés à des vasoconstricteurs afin d'augmenter leur efficacité.

### **3.1.2 Les vasoconstricteurs**

Le principal vasoconstricteur utilisé avec les anesthésiques locaux est l'adrénaline aussi appelée épinéphrine. Elle produit ses effets vasoconstricteurs en se liant et en stimulant les récepteurs  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  et adrénergiques situés dans les parois des artérioles au niveau des tissus (33).

Les vasoconstricteurs peuvent améliorer considérablement à la fois la qualité et la durée de l'anesthésie locale (34) :

- 1) L'action vasoconstrictrice de l'adrénaline permet une diminution du flux sanguin sur le site d'injection, permettant ainsi de diminuer l'absorption de la solution en contrebalançant l'effet vasodilatateur des solutions anesthésiques. Cette action permet d'augmenter la durée d'action de la molécule sur le site opératoire.
- 2) L'adrénaline permet également, par son action, une diminution locale du saignement, nécessaire lors d'actes chirurgicaux par exemple.

La quantité de vasoconstricteurs dans les cartouches d'anesthésie se mesure en  $\mu\text{g}$ . On trouve, en France, des cartouches d'anesthésie avec une concentration d'adrénaline d' $1/100\ 000^{\text{e}}$  et  $1/200\ 000^{\text{e}}$  (35). Cela correspond à une dilution de 0,01mg (10 $\mu\text{g}$ ) et 0,005mg (5 $\mu\text{g}$ ) de vasoconstricteurs pour 1mL de solution.

### **3.1.3 Les contre-indications à l'anesthésie**

Comme le décrit la Société Française de Chirurgie Orale (SFCO) dans les recommandations pour l'emploi des vasoconstricteurs en odonto-stomatologie, il existe des contres indications relatives et absolues (36).

On note la contre-indication absolue d'utilisation de vasoconstricteurs pour les patients atteints de phéochromocytome.

Parmi les contre-indications relatives on note les patients :

- Atteints d'arythmie cardiaque,
- Atteints d'hypertension artérielle non stabilisée,
- Ayant subi une irradiation de 40 Gy ou plus au niveau des os de la face,

On note aussi des interactions médicamenteuses avec :

- Les antidépresseurs tricycliques pour lesquels il convient de diminuer d'un tiers la dose maximale de vasoconstricteur
- La cocaïne pour laquelle il convient de proscrire pendant 24 heures l'utilisation de vasoconstricteur
- La digoxine

Il est également impératif de réaliser correctement l'anamnèse du patient afin d'éviter toute allergie aux molécules d'anesthésique locaux.

Par ailleurs, il faut prendre en compte la dose maximale d'anesthésique admissible. Chez l'adulte elle est de 7mg/kg par rendez-vous (20). Cela équivaut, chez un adulte d'environ 70kg, pour une solution d'articaine concentré à 4%, environ à 7 cartouches.

Il convient également de prendre en compte la dose maximale d'adrénaline. Pour un patient sain elle est de 200µg par rendez-vous ce qui équivaut à une limite de 22 cartouches d'anesthésie pour une concentration de 1/200 000<sup>e</sup> (9µg par cartouche) et 11 pour une concentration de 1/100 000<sup>e</sup> (18µg par cartouche). Pour un patient présentant une maladie cardiovasculaire elle est de 40µg c'est-à-dire 4 cartouches pour une concentration de 1/200 000<sup>e</sup> et 2 cartouches pour une concentration de 1/100 000<sup>e</sup> (20).

### **3.1.4 Mécanisme d'action de l'anesthésie locale**

À ce jour, la théorie des récepteurs spécifiques, est privilégiée. Elle propose que les anesthésiques locaux agissent en se liant à des récepteurs spécifiques situés sur la surface externe des canaux sodiques (20).

Afin de permettre à la molécule anesthésique de se diffuser au travers de la gaine nerveuse, il est ajouté à la molécule d'anesthésie locale du chlorhydrate de sodium (HCL) afin de former un sel acide qui sera mélangé à de l'eau stérile ou une solution saline.

Cela permet de stabiliser la molécule anesthésique et d'obtenir un pKa (constante de dissolution) de la solution relativement neutre (7,7 – 7,9) et proche du pH tissulaire normal (7,4). Sous cette forme, on trouve dans la solution à la fois la molécule sous forme ionique (RNH<sup>+</sup>) et sous forme de base (RN).

Lors de l'injection dans un tissu sain, on retrouve ces deux formes, mais seule la base pénètre la membrane extra-cellulaire pour se retrouver dans le milieu intra-cellulaire. Une fois dans le milieu cellulaire, par le biais d'une transformation chimique, se forment des molécules ioniques  $\text{RNH}^+$  qui iront se fixer sur les canaux sodiques comme décrit précédemment (figure 9).

L'association avec un vasoconstricteur évitera un passage des molécules anesthésiques dans les vaisseaux et donc une concentration de celles-ci au niveau du lieu d'injection.

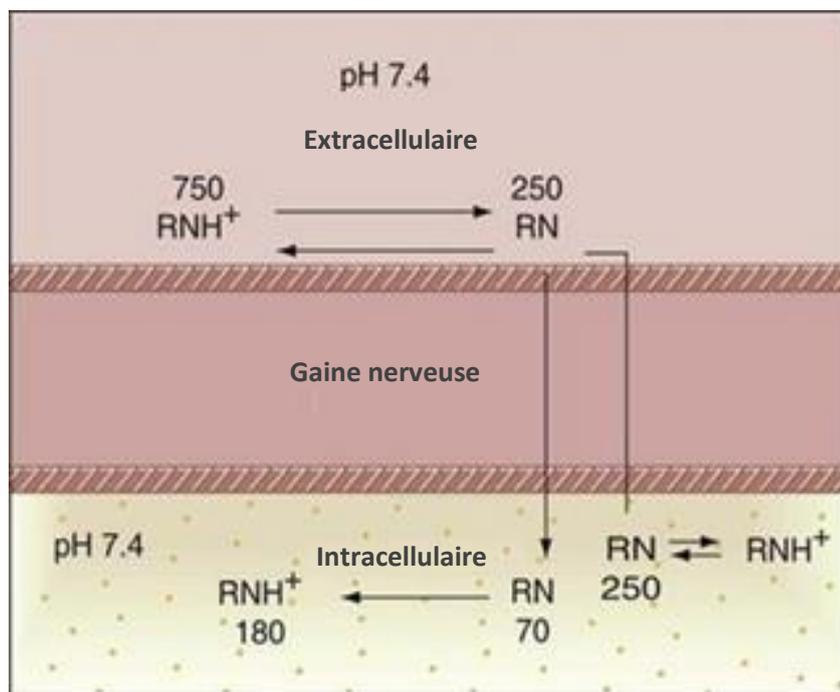


Figure 9 : Schéma du mécanisme d'action des anesthésiques locaux  
(20)

Cette action a pour effet de créer un blocage des canaux sodiques (figure 10). Il en résulte un blocage de la dépolarisation, une augmentation du seuil d'excitation ainsi qu'un blocage de la conduction de l'influx nerveux (37).

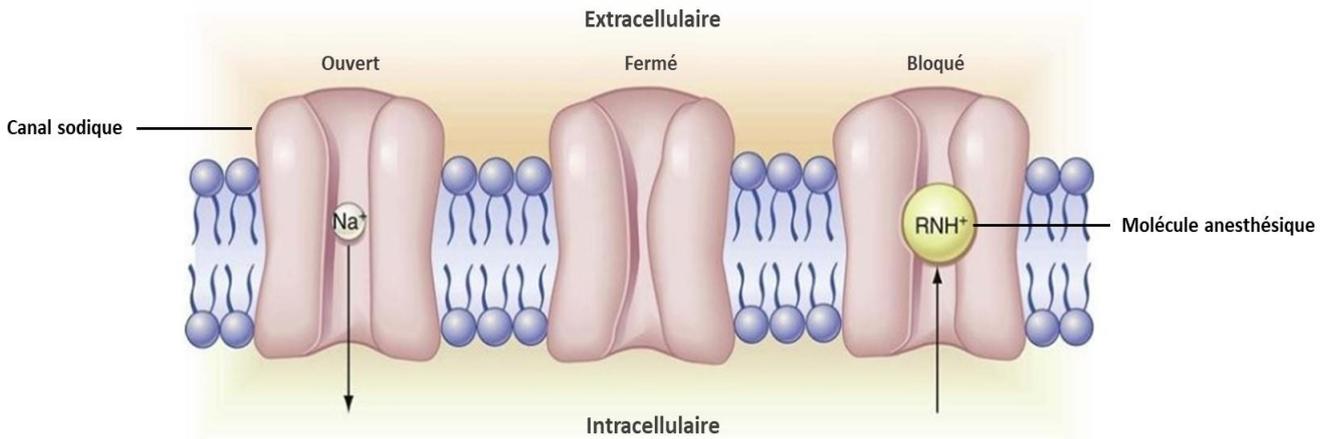


Figure 10 : schéma de l'action d'une molécule anesthésique sur les canaux sodiques (20)

Dans le cas d'une pulpite, comme vu précédemment, on observe une acidification du milieu due à l'inflammation locale et donc une diminution du pH. L'équilibre entre le pKa de la solution et le pH tissulaire n'étant plus équivalent, on observe une diminution de la forme base de la molécule et par conséquent une diminution de l'efficacité de l'anesthésie expliquant ainsi les difficultés d'obtention de silence opératoire (figure 11) (20).

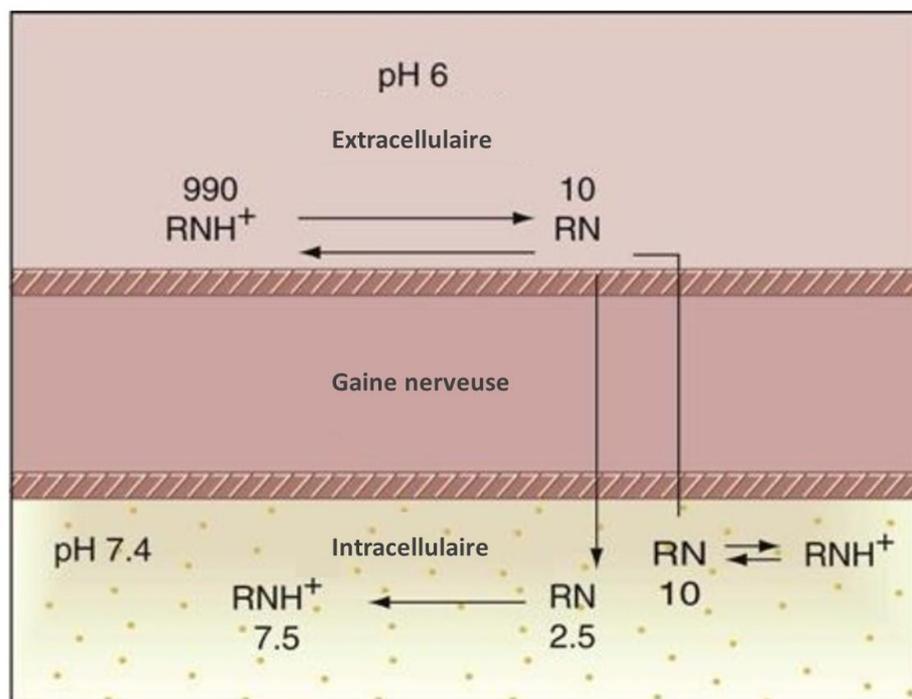


Figure 11 : Schéma du mécanisme d'action des anesthésique locaux lors d'une inflammation (20)

Après avoir décrit le mode d'action des anesthésiques locaux, nous allons aborder les techniques d'anesthésie nécessaires pour réaliser l'analgésie des molaires mandibulaires dans le cas d'une pulpite irréversible.

## **3.2 Les techniques d'anesthésie mandibulaire**

### **3.2.1 Anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur**

Couramment appelée anesthésie à l'épine de Spix, cette technique consiste à réaliser une injection à proximité du *foramen* mandibulaire afin d'anesthésier par infiltration la base du nerf alvéolaire inférieur avant sa pénétration dans la mandibule. Elle permet donc l'anesthésie du nerf alvéolaire inférieur et également parfois du nerf lingual.

Il convient dans un premier temps de faire un rappel anatomique osseux et nerveux de la mandibule.

#### **3.2.1.1 Rappel anatomique osseux de la mandibule**

La mandibule, os impair, médian et symétrique est articulée avec la base du crâne par l'intermédiaire des deux articulations temporo-mandibulaires.

Elle est constituée d'une branche horizontale appelée corps, et de deux branches montantes, aussi appelées ramus (figure 12).

Elle se compose au centre d'un os spongieux entouré d'os cortical en périphérie.

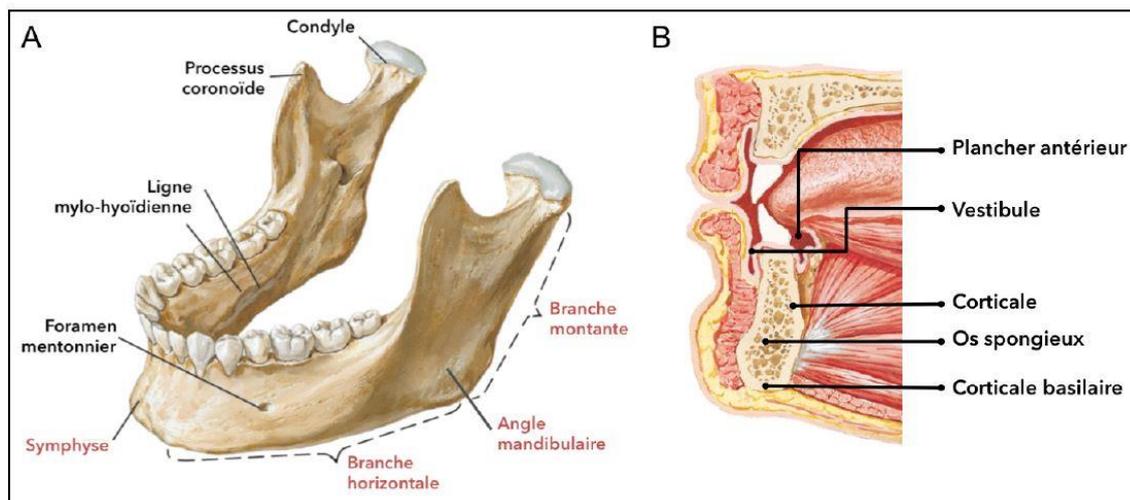


Figure 12 : (A) Anatomie de la mandibule ; (B) Coupe transversale mandibulaire (4).

### 3.2.1.1.1 Corps de la mandibule

Le corps est composé d'une partie basse qui constitue la base de la mandibule. Cette dernière est marquée par une ligne médiane, la symphyse mentonnière, qui unit les deux côtés de la mandibule. Il est également composé d'une partie haute, la partie alvéolaire où s'enchâssent les dents.

La face externe du corps de la mandibule présente latéralement un *foramen* : le *foramen* mentonnier. Celui-ci est situé en dessous de la 2<sup>ème</sup> prémolaire mandibulaire. Il est l'orifice de sortie du canal mandibulaire qui parcourt le corps de la mandibule. Il livre le passage aux vaisseaux et nerfs mentonniers (3).

### 3.2.1.1.2 Branche montante de la mandibule

Rectangulaire, à grand axe vertical, chaque branche présente deux faces et quatre bords (4).

Sur le milieu de la face interne, sur l'axe du bord alvéolaire, localisé à 18mm en arrière de la troisième molaire inférieure se situe le *foramen* mandibulaire. Dans ce *foramen* passent les vaisseaux et nerfs alvéolaires inférieurs (3). Il est recouvert dans sa partie antérieure par une crête, la *lingula* mandibulaire ou épine de Spix.

Au niveau du *foramen* mandibulaire, chemine en bas et en avant, le sillon mylo-hyoïdien qui abrite le nerf du même nom (figure 13).

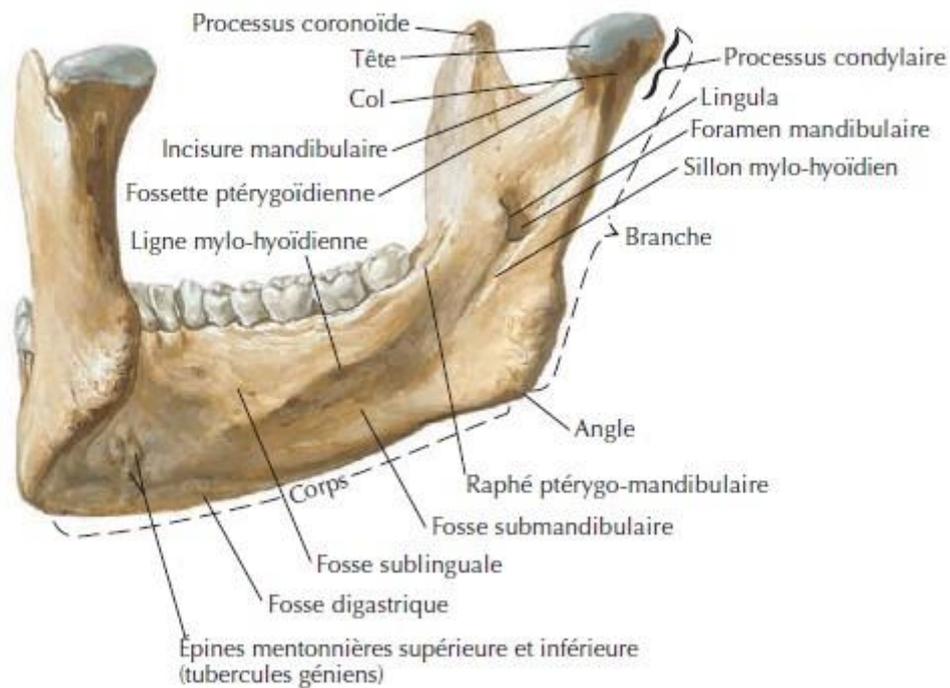


Figure 13 : Vue postérieure de la mandibule (4)

### 3.2.1.2 Rappel anatomique du nerf mandibulaire

Le nerf mandibulaire, nerf sensitif et moteur, est le rameau le plus volumineux du nerf trijumeau (figure 14). La racine du nerf trijumeau provient du pont du tronc cérébral. Elle se divise en une racine sensitive principale et une petite racine motrice. La racine sensitive entre dans le ganglion trigéminal, situé dans la cavité trigéminal au niveau de la fosse crânienne moyenne.

Le nerf mandibulaire apparaît au bord inférieur du ganglion trigéminal. Il s'unit à la racine motrice du nerf trigéminal et sort du crâne par le *foramen* ovale (20). Peu après, le nerf mandibulaire donne naissance à un rameau méningé et au nerf pterygoïdien médial. Il se divise ensuite pour former :

- Un tronc antérieur, origine des nerfs buccal, massétérique, temporal profond et pterygoïdien médial.
- Un tronc postérieur avec les nerfs auriculo-temporal, lingual et alvéolaire ; ces derniers sont exclusivement sensitifs.

On s'intéressera par la suite plus précisément aux nerfs lingual et alvéolaire, ayant pour rôle, en partie, l'innervation des dents et de la muqueuse gingivale de la mandibule (38).

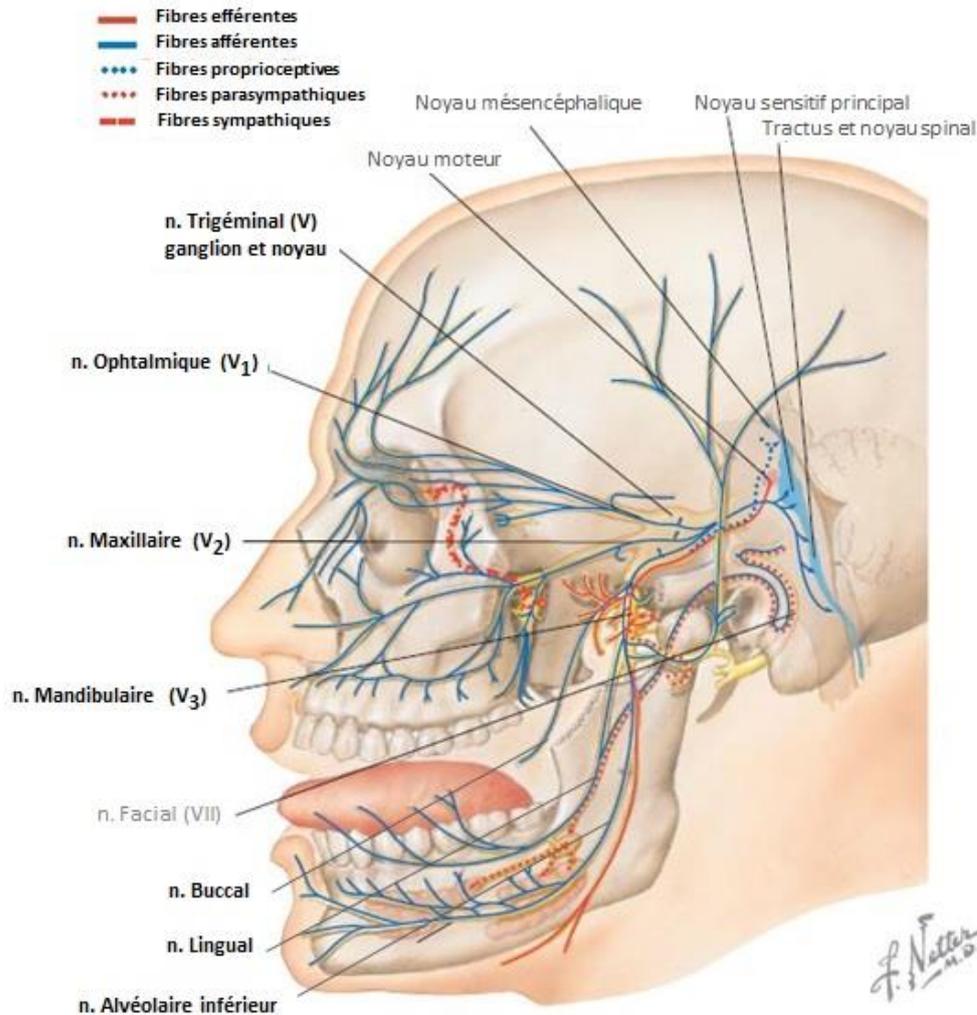


Figure 14 : Vue schématique du trajet du nerf trigéminal (V) (4)

### 3.2.1.2.1 Rappel anatomique du nerf alvéolaire inférieur

Le nerf alvéolaire inférieur (NAI), branche du nerf mandibulaire, descend sur la face latérale du muscle ptérygoïdien médial. Puis, il passe entre le ligament sphéno-mandibulaire et le ramus de la mandibule pour entrer dans le canal mandibulaire par le biais du *foramen* mandibulaire (figure 15).

Il donne alors des rameaux afin d'innover de la troisième molaire à la seconde prémolaire mandibulaire. Il se divise ensuite en deux rameaux terminaux (figure 16) :

- Le nerf incisif qui continue dans le canal mandibulaire pour innerver la première prémolaire, la canine ainsi que les incisives latérale et centrale ;
- Le nerf mentonnier qui sort de la mandibule par le *foramen* mentonnier pour innerver la lèvre inférieure ainsi que le menton.

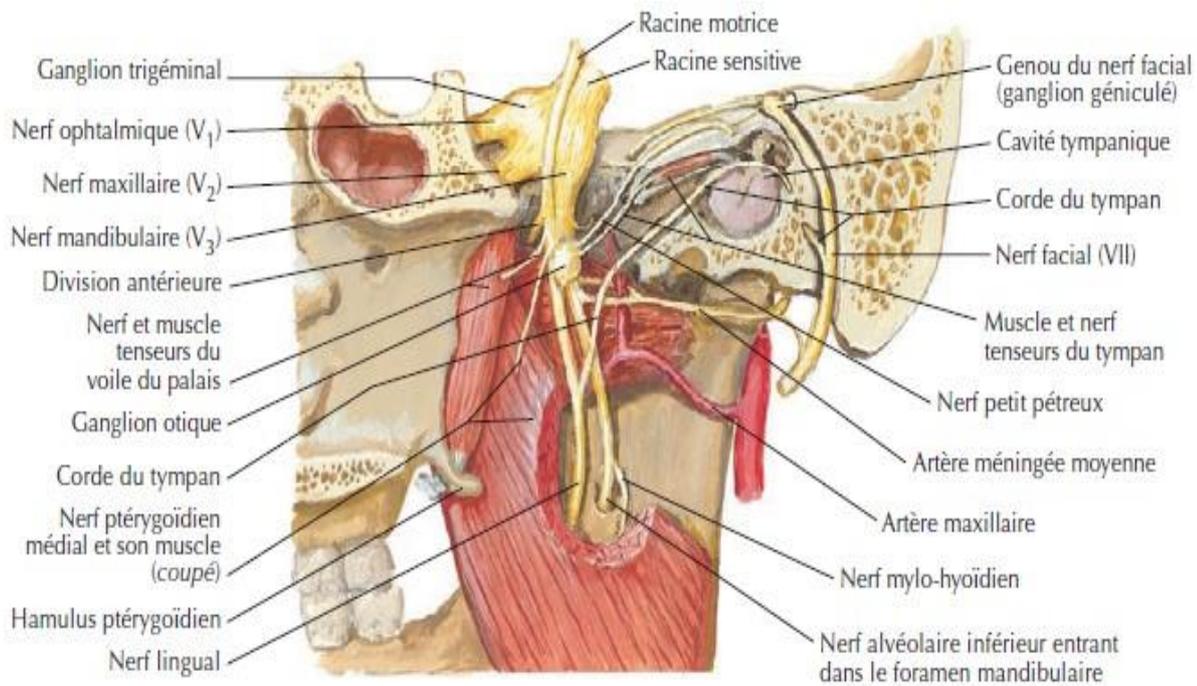


Figure 15: Vue médial de la fosse infra-temporale (4)

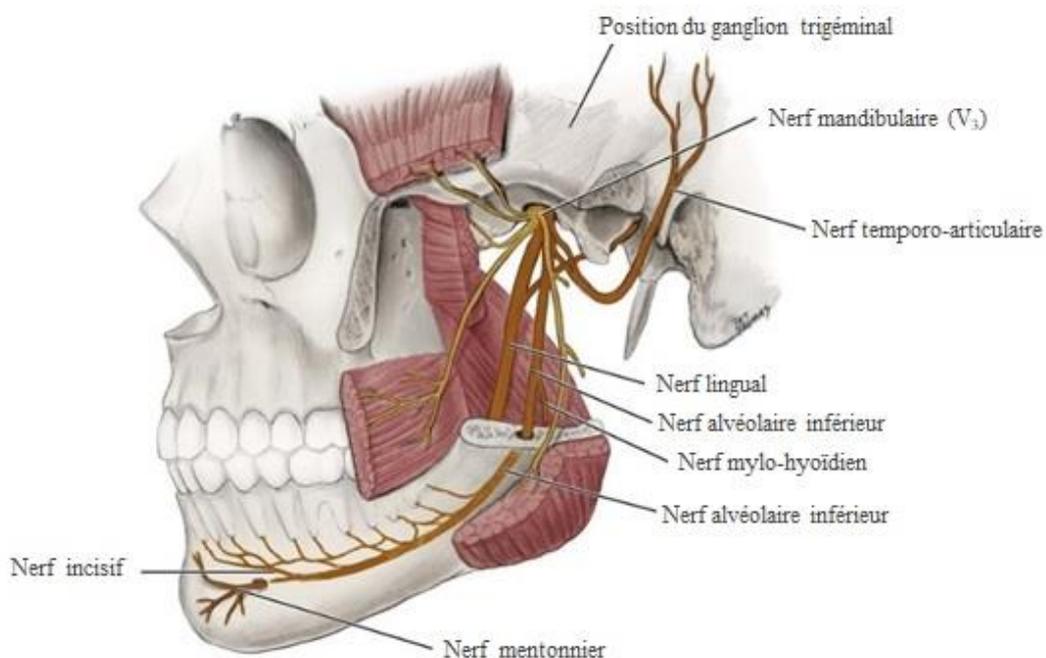


Figure 16 : Schéma du tronc postérieur du nerf mandibulaire (39)

Après ces rappels anatomiques, nous allons aborder les indications, le matériel nécessaire et les différents protocoles possibles afin de réaliser une anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur.

### 3.2.1.3 Indications

L'anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur permet l'analgésie homolatérale au point d'administration de (figure 17) :

- Toutes les dents mandibulaires jusqu'à la ligne médiane,
- L'épithélium des 2/3 antérieurs de la langue,
- La muqueuse gingivale vestibulaire à partir de la deuxième prémolaire jusqu'à la ligne médiane,
- La partie linguale de la muqueuse gingivale,
- La muqueuse de la lèvre inférieure (40).

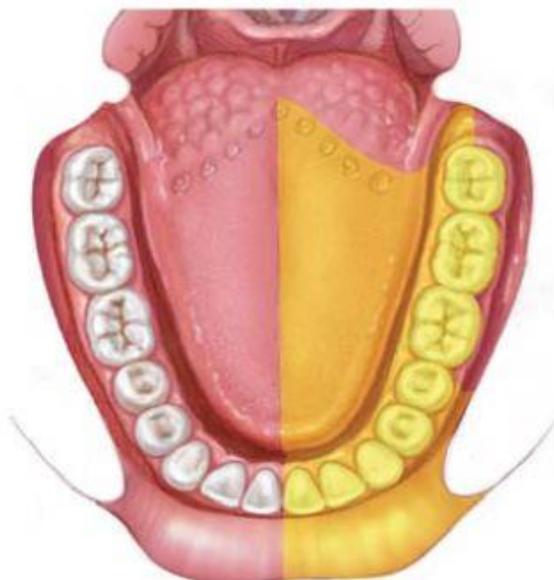


Figure 17 : Territoire d'anesthésie du nerf alvéolaire inférieur (40)

#### 3.2.1.4 Matériel

**Seringue** : plusieurs types de seringue peuvent être utilisés à condition qu'elles possèdent un système d'aspiration permettant de créer une dépression dans la carpule d'anesthésie. En cas de retour sanguin cela informe l'opérateur que l'aiguille se trouve au niveau d'un vaisseau sanguin et donc du possible passage de la solution d'anesthésie dans le système sanguin.

- Seringue avec système d'aspiration (figure 18) : On trouve à l'extrémité du piston deux crochets se vissant dans la carpule. Ce système permet au praticien de réaliser l'aspiration grâce à un anneau au niveau de l'emplacement du pouce. Juste avant de réaliser l'injection, il faut légèrement relever le pouce afin de créer la dépression dans la carpule.



Figure 18 : Seringue Aspject® avec système d'aspiration

- Seringue auto-aspirante (figure 19) : L'aspiration est créée par une dépression dans la carpule suite à une pression puis un relâchement du piston au niveau du pouce avant injection. La différence de pression permet ainsi au sang de passer dans la carpule. Il existe également un système d'anneau au niveau de l'index et du majeur du praticien à actionner avant injection.



*Figure 19 : Seringue Aspject® auto-aspirante*

**Solution anesthésique :** Il semblerait que la molécule d'articaine avec une concentration de 4% ait présenté de meilleurs succès comparativement à la lidocaïne concentrée à 2% (41–43). Cependant d'autres études ne trouvent pas forcément de différence significative entre les différentes solutions d'anesthésie (44–46). On peut également noter que la douleur à l'injection serait supérieure avec l'articaine comparativement à la lidocaïne (47). Par ailleurs, l'articaine serait moins allergisante que la lidocaïne, bien que les allergies à ces molécules soient plutôt rares (48).

Plusieurs études récentes mettraient également en évidence l'efficacité de la mépivacaïne comme solution anesthésique de choix pour la réalisation de cette anesthésie (49,50). Cela ne fait pas consensus (51).

Les différentes études n'ont pas prouvé de différence significative sur le potentiel anesthésique lors de la réalisation d'une anesthésie à l'épine de Spix avec l'utilisation ou non de vasoconstricteur (adrénaline).

On observe néanmoins une diminution des malaises postopératoires en raison de la plus courte durée de l'anesthésie sans augmentation de la douleur postopératoire lors d'une anesthésie sans adrénaline (52,53).

**Aiguilles** : On préférera une aiguille présentant un biseau permettant de diminuer la douleur au moment de sa pénétration dans la muqueuse (54). En fonction des différentes techniques on pourra utiliser des aiguilles de longueur 21 ou 35mm, avec une rigidité de 40/100 et un diamètre 27 gauge (0,41mm) ou de 50/100 et un diamètre 25 gauge (0,51mm) (55,56). Pour rappel, le gauge est une unité anglaise qui caractérise le diamètre de la lumière de l'aiguille. Plus la gauge est grande, plus le diamètre de l'aiguille est petit (c'est à dire plus l'aiguille est fine) (20).

### **3.2.1.5 Protocole**

Plusieurs techniques ont été mises au point afin de réaliser l'anesthésie à l'épine de Spix. On décrira ici les 3 techniques principales :

- La technique standard,
- La technique Gow-Gates,
- La technique d'Akinosi.

### **3.2.1.6 Technique standard**

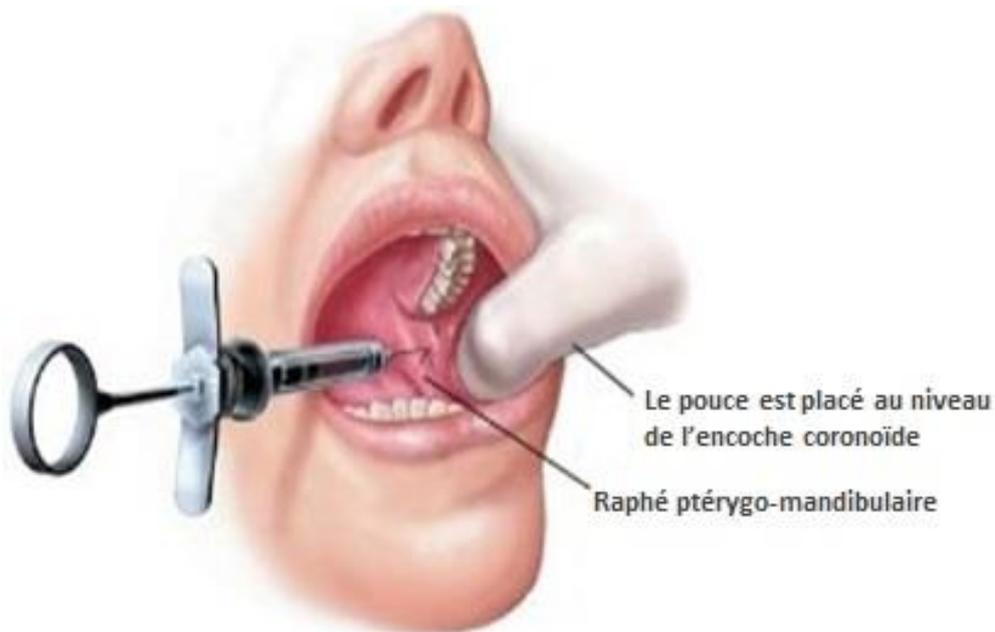
- 1) **Identifier les repères anatomiques intra-oraux** : Dans un premier temps, on utilise le pouce pour palper la branche montante de la mandibule en regard de l'encoche coronoïde afin d'identifier un triangle entre la crête oblique externe de la branche montante, le plan d'occlusion mandibulaire et le ligament ptérygomandibulaire (figure 20).



Figure 20 : Repères anatomiques technique standard (57)

1) Ligament ptérygo-mandibulaire 2) crête oblique externe 3)  
processus coronoïde

- 2) **Inertion de l'aiguille** : Pour cette technique une aiguille de longueur 35mm et de diamètre 25 gauge est préférée (20). Lorsque les repères sont identifiés, on réalise l'insertion de l'aiguille au milieu du triangle identifié précédemment. L'insertion doit être faite avec une angulation de la seringue selon l'axe de la prémolaire mandibulaire controlatérale (figure 21). Après avoir progressé de 20 à 25 mm, l'aiguille doit rester en permanence en contact avec l'os mandibulaire. S'il est trop fort et empêche la poussée il est nécessaire de corriger l'axe en orientant la seringue légèrement vers la canine. Au contraire, si le contact est perdu, on considère que l'aiguille est située derrière la *lingula* et au-dessus du *foramen* mandibulaire (57).



*Figure 21 : Insertion de l'aiguille technique standard (40)*

- 3) **Réalisation du test d'aspiration et injection de l'anesthésie** : si le test d'aspiration est négatif (absence de sang dans la cartouche d'anesthésie) on peut réaliser l'injection de la cartouche d'anesthésie de manière lente (1mL/min). En effet, une injection lente est plus confortable pour le patient (58). Tout en continuant l'injection, il est nécessaire de diminuer l'angulation de la seringue afin de la rendre parallèle au plan d'occlusion homolatérale au point d'injection avant de réaliser le retrait de l'aiguille.

### **3.2.1.7 Technique Gow gates**

Cette technique est décrite pour la première fois par George A. E. Gow-Gates, en 1973 (59). Elle présente deux différences majeures avec la technique standard. Premièrement, le lieu d'injection se situe au niveau du col du condyle mandibulaire se situant plus haut que le lieu d'injection pour la technique standard. Deuxièmement, cette technique fait appel à des repères extra-oraux, contrairement à la technique standard qui fait appel à des repères intra-oraux combinés à une palpation des structures anatomiques (60,61).

- 1) **Identifier les repères anatomiques extra-oraux** : Dans un premier temps, il faut localiser l'incisure intertragique se situant juste en dessous du tragus ; cette dernière séparant le tragus de l'antitragus de l'oreille (figure 22). Le but est d'identifier l'axe de la seringue qui sera parallèle au plan formé par l'incisure et la commissure labiale homolatérale au point d'insertion (62).



Figure 22 : Repères anatomiques technique Gow-Gates (40)

- 2) **Insertion de l'aiguille** : Pour cette technique une aiguille de longueur 35mm et de diamètre 25 gauge est préférée (20). Le patient doit avoir la bouche ouverte le plus largement possible. Le point d'insertion de l'aiguille se situe en dessous de la deuxième molaire maxillaire en regard de la cuspide disto-linguale. L'angle d'insertion de l'aiguille doit se faire selon l'axe de la prémolaire mandibulaire controlatérale tout en étant maintenu dans le plan décrit précédemment (figure 23). L'aiguille doit être insérée jusqu'au contact osseux en regard du condyle.

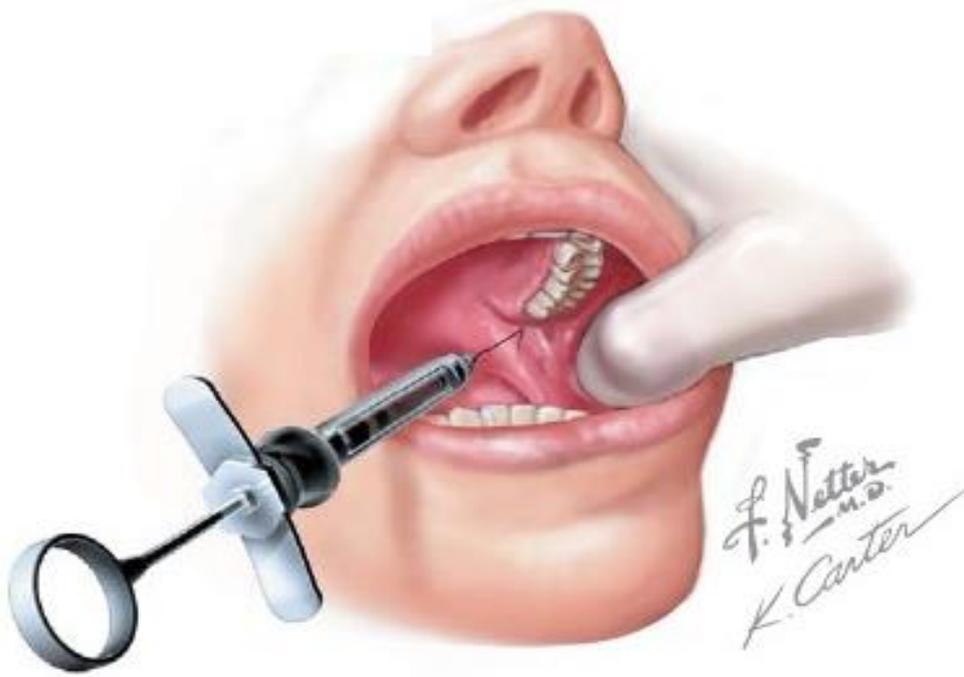


Figure 23 : Insertion de l'aiguilles technique Gow- Gates (40)

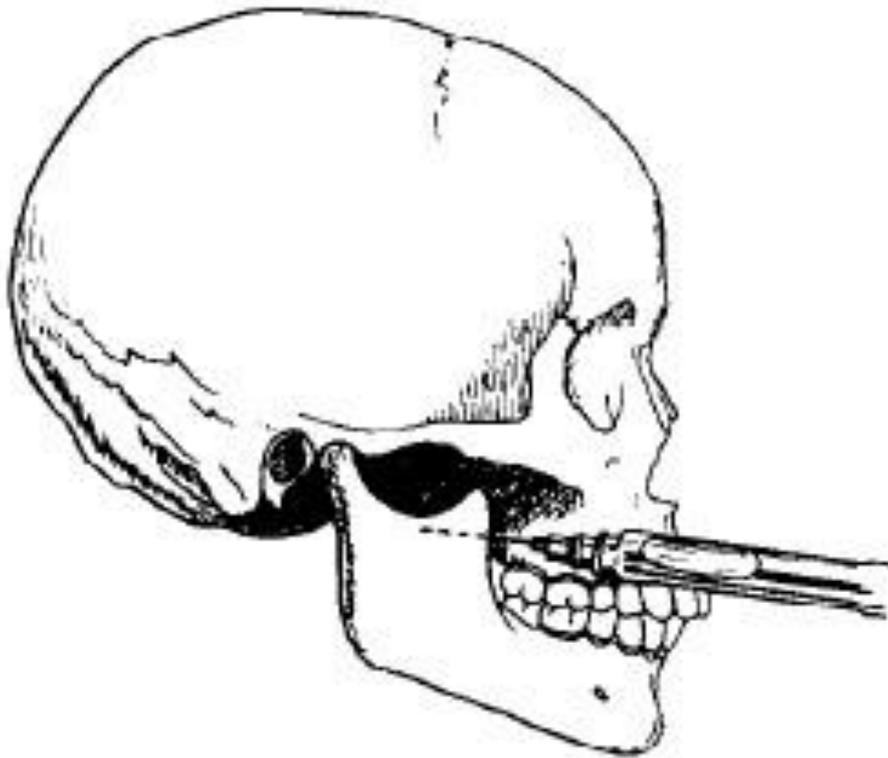
- 3) **Réalisation du test d'aspiration et injection de l'anesthésie** : Cette étape est similaire à la technique standard, le patient doit cependant garder la bouche ouverte quelques minutes afin de laisser la solution d'anesthésie diffuser autour des nerfs.

#### **3.2.1.8 Technique Vazirani-Akinosi**

Cette technique est décrite pour la première fois par Joseph Akinosi en 1977 (63). Une technique similaire étant également décrite par Vazirani en 1960 (64), la technique a donc pris le nom de ces deux auteurs.

Elle diffère des deux précédentes car elle se réalise bouche fermée. Elle est particulièrement utilisée si le patient possède une ouverture de bouche limitée, comme par exemple, dans le cas d'un trismus.

- 1) **Identification des repères anatomiques** : Cette technique se réalisant bouche fermée, il est nécessaire de venir écarter la joue du patient du côté du point d'injection et de venir identifier la face interne de la branche montante de la mandibule en la palpant (figure 24). Les points de repère ne sont pas clairement identifiables.



*Figure 24 : Repères anatomiques technique Akinosi (65)*

- 2) **Insertion de l'aiguille** : Pour cette technique une aiguille de longueur 35mm et de diamètre 25 gauge est préférée (20). L'aiguille est positionnée dans l'axe et parallèlement à la ligne mucogingivale des molaires maxillaires. L'aiguille est insérée aussi près que possible de la face interne de la branche montante et avance jusqu'à une profondeur de 20 mm à 25 mm dans la zone située entre la tubérosité maxillaire et le ramus (figure 25) (65).



Figure 25 : Insertion de l'aiguille technique Akinosi (40)

- 3) **Réalisation du test d'aspiration et injection de l'anesthésie** : Après un résultat négatif du test d'aspiration on réalise une injection lente.

#### ***3.2.1.9 Limites de l'anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur***

La technique standard est la plus couramment utilisée afin de réaliser une anesthésie du nerf alvéolaire inférieur. Cependant plusieurs études rapportent un taux d'échec de l'anesthésie pulpaire important de 10% à 39% (66).

Cependant, elles s'accordent à dire qu'il n'existe pas de différence significative entre ces techniques et qu'aucune des techniques seule ne fournit des taux de réussites acceptables pour la réalisation d'une anesthésie pulpaire dans le cas d'une pulpite irréversible (67–69).

Plusieurs études tendent à démontrer la possibilité d'améliorer le succès de ces techniques :

- Premièrement, en augmentant la quantité de solution anesthésique en réalisant notamment l'injection de deux cartouches de solution anesthésique (70,71). Elles sont réalisées ici avec des cartouches de 1,8ml de lidocaïne à 2% avec 1/200 000<sup>e</sup> d'adrénaline.
- Deuxièmement, l'association de deux techniques d'anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur notamment la technique standard et Gow-gates pourraient augmenter l'efficacité de l'anesthésie (72).

On peut voir les différents taux de succès des différentes techniques résumés dans le tableau, non exhaustif, ci-dessous (Tableau 2). Seules des études datant d'après 2008 y sont recensées.

Etude	Taille de l'échantillon	Taux de succès d'anesthésie pulpaire (%)			
		Standard	Gow-gates	Akinosi - Vazirani	Standard + Gow -gates
Goldberg et <i>al.</i> (2008) (66)	40	53	38	27	-
Aggarwal et <i>al.</i> (2010) (67)	97	36	52	41	-
Click et <i>al.</i> (2015) (69)	125	-	35	16	-
Ghoddusi et <i>al.</i> (2018) (73)	80	42,50	50	-	-
Saatchi et <i>al.</i> (2018) (72)	150	44	40	-	70

*Tableau 2 : Comparatif des taux de succès des techniques d'anesthésie locorégionale du nerf alvéolaire inférieur*

Au-delà du taux de succès peu satisfaisant de ce type d'anesthésie, on lui impute également une difficulté de mise en œuvre pouvant expliquer son échec.

### **3.2.1.10 Causes de l'échec de l'anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur**

#### **3.2.1.10.1 Facteur anatomique**

La possibilité d'un échec de l'anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur due à la variabilité anatomique du *foramen* mandibulaire est abordé par certaines études (74). Cependant des études plus récentes ont démontré que la variabilité anatomique du *foramen* anatomique n'était pas significative et que, par conséquent, n'était que peu impliquée dans l'échec de cette anesthésie.

Cet échec serait donc plus logiquement imputé à une méconnaissance quant à la position du *foramen* mandibulaire de l'opérateur (75,76).

#### **3.2.1.10.2 Facteur nerveux**

Il a été suggéré par Wallace et *al.* en 1985 (77) et Byers et *al.* en 1990 (78) que l'inflammation pulpaire entraînerait une diminution du potentiel de repos ainsi que du seuil d'excitabilité des fibres nerveuses. Cela n'affecterait pas uniquement la pulpe mais également la membrane cellulaire nerveuse de toutes les fibres nerveuses impliquées. Ce phénomène rendrait donc les anesthésiques locaux inefficaces même dans le cas d'une anesthésie loco-régionale. Cette hypothèse a également été avancée par Modaresi et *al.* en 2005 (79).

Par ailleurs, il a été démontré que les canaux sodiques de la classe des canaux résistants aux tétrotoxines sont résistants à l'action de l'anesthésie locale. Un facteur apparenté est l'augmentation de l'expression de ces canaux sodiques dans la pulpe diagnostiquée en pulpite irréversible sous l'effet de la prostaglandine E2 (PGE2) libérée lors du processus inflammatoire (1). Ces canaux sodiques sont également retrouvés dans les terminaisons nerveuses au niveau du ganglion trigéminal (80).

#### **3.2.1.10.3 Facteur psychologique**

Les patient anxieux ont un seuil de douleur réduit et sont donc plus susceptibles de décrire une sensation désagréable malgré l'anesthésie (81).

Afin de réaliser une anesthésie pulpaire satisfaisante, l'anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur seule paraît donc insuffisante. Il convient donc d'associer différentes techniques d'anesthésie.

Ainsi, nous allons aborder dans la suite du chapitre les différentes techniques d'anesthésie locale et l'approche systématique nécessaire pour augmenter le taux de succès de l'anesthésie des molaires mandibulaires atteinte de pulpite irréversible.

### 3.2.2 Anesthésie péri-apicale

En cas d'échec de l'anesthésie locorégionale du nerf alvéolaire inférieur, la solution la plus documentée reste le complément de cette anesthésie par une anesthésie péri-apicale vestibulaire et linguale. Ce complément permettrait d'obtenir un meilleur taux de succès de l'anesthésie pulpaire pouvant aller jusqu'à 80% pour certaines études (tableau 3).

Etude	Taille de l'échantillon	Taux de succès d'anesthésie pulpaire (%)
Aggarwal et al. (2009) (82)	84	47 – 67
Aggarwal et al. (2011) (83)	94	54
Parirokh et al. (2010) (84)	84	65.4
Kanaa et al. (2012) (85)	182	84
Ashraf et al. (2013) (86)	125	57
Rogers et al. (2014) (87)	100	62
Fowler et al. (2016) (88)	375	42 - 48
Shahi et al. (2018) (89)	94	65.6

*Tableau 3 : Taux de succès de la technique loco-régionale standard accompagné d'un complément d'anesthésie vestibulaire*

### 3.2.2.1 Anesthésie péri-apicale vestibulaire

#### 3.2.2.1.1 Rappel anatomique du nerf buccal

Le nerf buccal passe entre les deux chefs du ptérygoïdien latéral (figure 26). Il suit ensuite la partie inférieure du muscle temporal et émerge sous le bord antérieur du muscle masséter, en continuant dans une direction antérolatérale. Au niveau du plan occlusal de la troisième ou de la deuxième molaire mandibulaire, il croise le bord antérieur de la branche mandibulaire et pénètre dans la joue à travers le muscle buccinateur au niveau de la troisième molaire mandibulaire (20).

Il s'occupe notamment de l'innervation sensitive de la muqueuse gingivale vestibulaire de la seconde molaire à la seconde prémolaire mandibulaire (90).

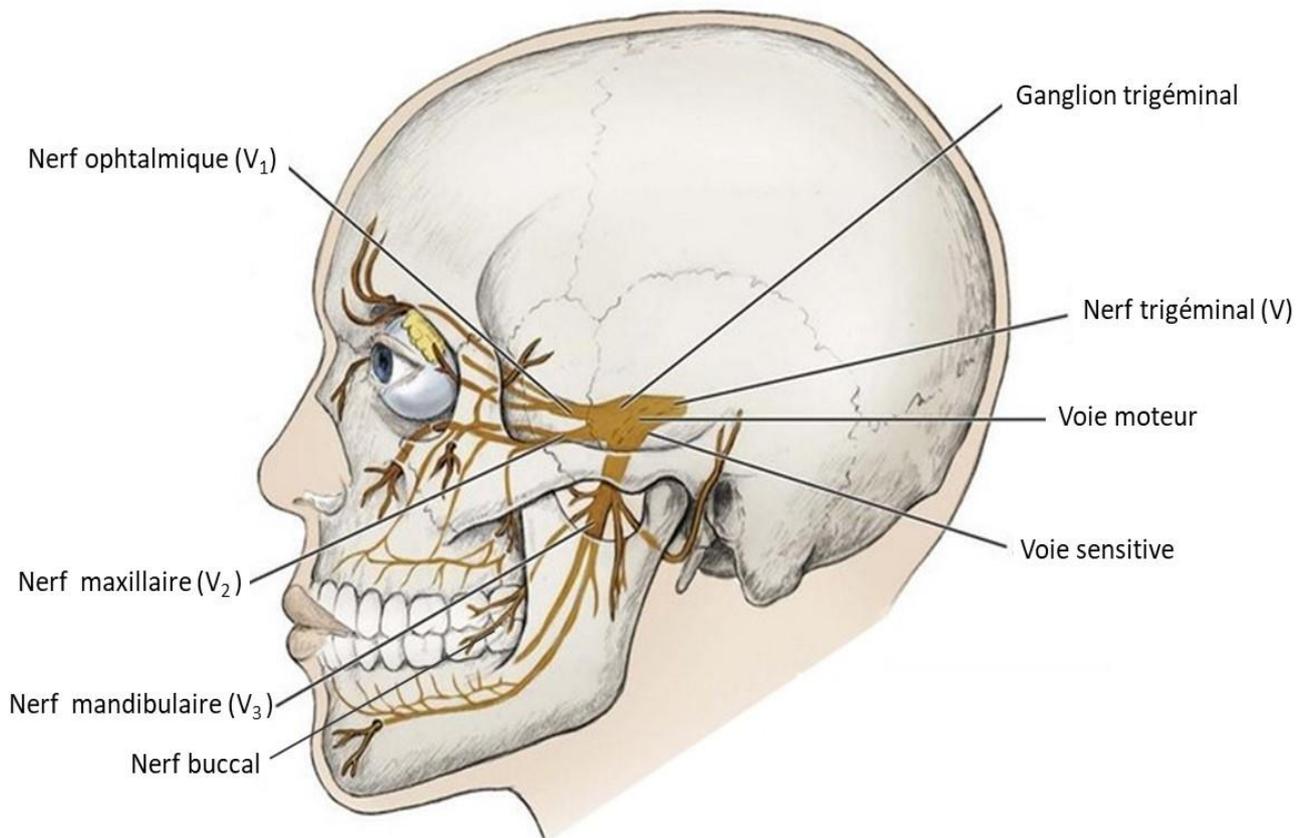


Figure 26 : Schéma du trajet des divisions du nerf trigéminal (20)

### 3.2.2.1.2 Indication

Cette technique consiste à déposer le produit anesthésique au voisinage des apex dentaires afin qu'il diffuse en direction de ces derniers à travers la paroi osseuse. Elle permet également l'analgésie de la muqueuse gingivale vestibulaire en regard de la zone anesthésiée due à l'anesthésie du nerf buccal (figure 27) (91).

Dans le cas d'une pulpite irréversible concernant une molaire mandibulaire, cette anesthésie se réalise en complément de l'anesthésie locorégionale du nerf alvéolaire inférieur.



*Figure 27 : Territoire d'anesthésie de l'anesthésie péri-apicale vestibulaire(40)*

### 3.2.2.1.3 Matériel

**Seringue** : Les seringues avec système d'aspiration ou auto aspirantes peuvent être utilisées pour ce type d'anesthésie.

**Solution anesthésique** : On préférera l'utilisation d'articaine avec adrénaline à 1/100 000<sup>e</sup> (92,93).

**Aiguille** : Des aiguilles de diamètre 27 gauge de 16 ou 21 mm peuvent être utilisées pour cette anesthésie.

#### 3.2.2.1.4 Protocole

- 1) **Identification des repères anatomiques** : il est nécessaire de rétracter la joue afin de faire apparaître le pli mucco-gingival et d'avoir une vision claire des molaires mandibulaires (figure 28). Le nerf buccal se situe 1mm latéralement au plan occlusal de la troisième molaire mandibulaire.



*Figure 28 : Repère anatomique de l'anesthésie péri-apicale vestibulaire (57)*

- 2) **Insertion de l'aiguille** : L'insertion de l'aiguille se fait au niveau de la muqueuse gingivale dans le pli mucco-gingival, en regard de la molaire à anesthésier. Elle se fait à une profondeur de 2 à 4 mm (figure 29).



*Figure 29 : Insertion de l'aiguille de l'anesthésie péri-apicale vestibulaire (57)*

- 3) **Réalisation du test d'aspiration et injection de l'anesthésie** : Après un résultat négatif du test d'aspiration on réalise une injection lente.

### **3.2.2.2 Anesthésie linguale**

#### **3.2.2.2.1 Rappel anatomique du nerf lingual**

Le nerf lingual chemine entre le muscle tenseur du voile du palais et le muscle ptérygoïdien latéral. Puis il descend pour entrer dans la cavité orale avant de longer la face interne de la mandibule par le biais d'un sillon creusé en dessous de la troisième molaire (figure 30). Il entre finalement dans la langue où il sera attaché au ganglion submandibulaire.

Il s'occupe notamment de la sensibilité des deux tiers antérieurs de la langue, de la muqueuse buccale du plancher de la cavité orale et de la gencive linguale des dents mandibulaires.

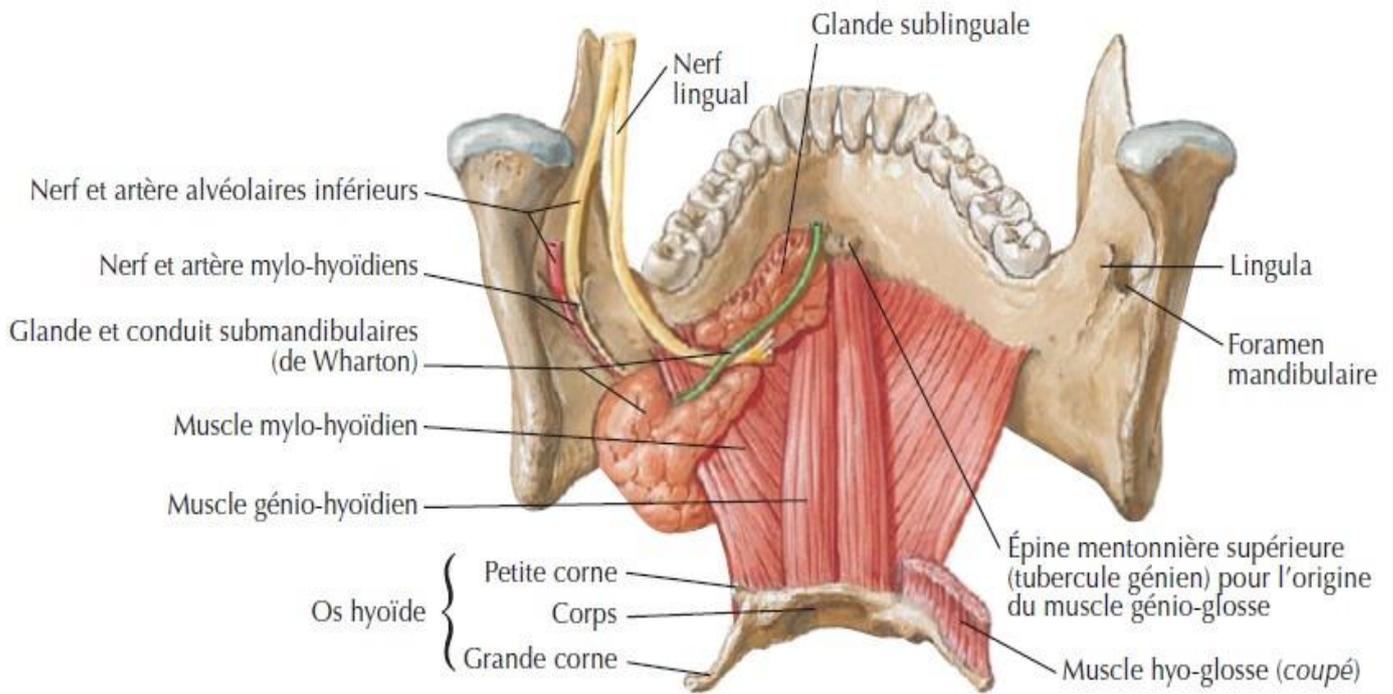


Figure 30 : Vue postéro-supérieur de l'arcade mandibulaire (4)

### 3.2.2.2.2 Indication

Cette technique consiste à déposer le produit anesthésique au voisinage des apex dentaires afin qu'il diffuse en direction de ces derniers à travers la paroi osseuse.

Elle permet également l'analgésie de la muqueuse gingivale linguale ainsi qu'une partie de la langue en regard de la zone anesthésiée due à l'anesthésie du nerf lingual (figure 31).

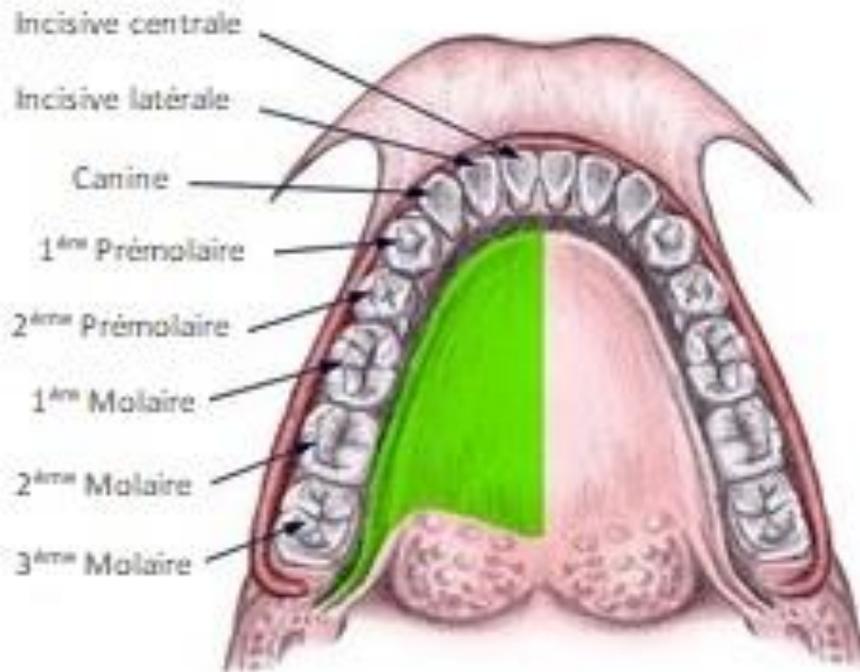


Figure 31 : Territoire d'anesthésie linguale (94)

### 3.2.2.2.3 Matériel

Il est semblable à celui de l'anesthésie péri-apicale vestibulaire.

**Seringue** : Les seringues avec système d'aspiration ou auto aspirantes peuvent être utilisées pour ce type d'anesthésie.

**Solution anesthésique** : On préférera l'utilisation d'articaine avec adrénaline à 1/100 000<sup>e</sup> (92,93).

**Aiguille** : Des aiguilles de diamètre 27 gauge de 16 ou 21 mm peuvent être utilisées pour cette anesthésie.

### 3.2.2.2.4 Protocole

- 1) **Identifications des repères anatomiques** : Il est nécessaire d'écarter la langue avec un miroir afin d'identifier le passage de nerf lingual qui se situe 1cm en dessous des collets des molaires mandibulaires.

- 2) **Insertion de l'aiguille** : L'insertion de l'aiguille se fait 6 à 8 mm en dessous du collet de la molaire mandibulaire à anesthésier. Elle se fait à une profondeur de 2 à 4 mm (95) (figure 32).

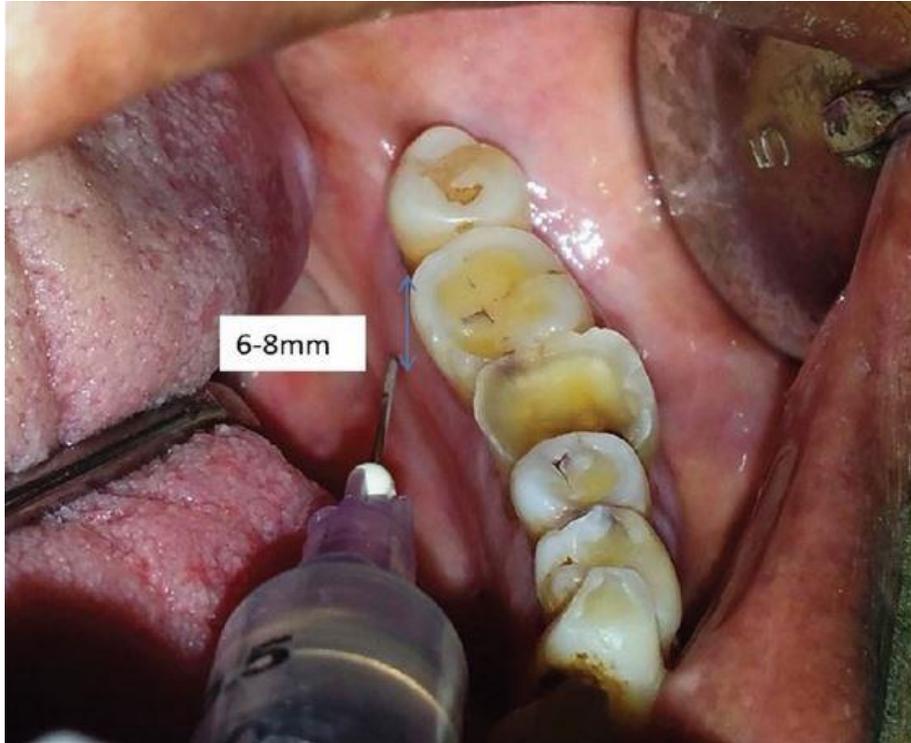


Figure 32 : Insertion de l'aiguilles anesthésie linguale (96)

- 3) **Réalisation du test d'aspiration et injection de l'anesthésie** : Après un résultat négatif du test d'aspiration on réalise une injection lente.

### **3.2.2.3 Limites de l'anesthésie péri-apicale**

Comme vu précédemment, l'anesthésie péri-apicale vestibulaire augmente les taux de succès de l'anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur. On peut le voir avec les comparaisons des taux de succès dans le tableau ci-dessous (tableau 4). Ces taux de succès ont également été répertoriés dans une revue systématique datant de 2015 (97).

Etude	Taille de l'échantillon	Taux de succès d'anesthésie pulpaire (%)	
		Loco-régionale standard	Complément vestibulaire
Aggarwal et al. (2009) (82)	84	33	47 – 67
Aggarwal et al. (2011) (83)	94	39	54
Parirokh et al. (2010) (84)	84	14.8 - 39.3	65.4
Kanaa et al. (2012) (85)	182	67	84
Ashraf et al. (2013) (86)	125	27	57
Rogers et al. (2014) (87)	100	26	62
Fowler et al. (2016) (88)	375	25 - 28	42 - 48
Shahi et al. (2018) (89)	94	28.1	65.6

*Tableau 4 : Comparatif des taux de succès de la technique loco-régionale standard seule et technique standard + complément vestibulaire*

Cependant, elle nécessite obligatoirement d'être utilisée en complément de l'anesthésie à l'épine de Spix. En effet, cette seule anesthésie ne suffit pas à obtenir une anesthésie pulpaire suffisante.

De plus, l'intérêt de l'anesthésie linguale est mise en doute comme complément d'anesthésie suite à l'échec de l'anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur pour les cas de pulpites sur les molaires mandibulaires (98,99). On note également un risque de lésion du nerf lingual dû au fait qu'il est très superficiel au niveau du point d'injection (95,96)

Malgré un taux de succès accru avec cette technique, le taux d'échec reste important. Il convient donc d'explorer d'autres options afin d'obtenir un taux de succès intéressant.

### 3.2.3 Anesthésie intraligamentaire

En cas d'échec des techniques précédentes, l'anesthésie intraligamentaire est une technique simple et nécessitant une faible quantité d'anesthésie.

#### 3.2.3.1 Indications

Cette anesthésie permet l'analgésie rapide d'une seule dent (figure 33) (57). Contrairement au nom de cette anesthésie la distribution de la solution ne se fait pas par le ligament alvéolo-dentaire. En réalité la solution passe au niveau de l'os alvéolaire, par la lame criblée ou *lamina dura*, et est diffusée au niveau de des réseaux vasculaires et nerveux apicaux ainsi qu' autour de la dent concernée (100,101) .

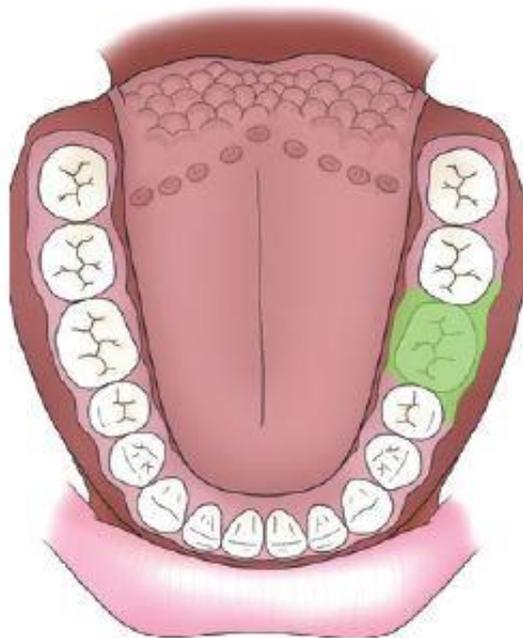


Figure 33 : Territoire d'anesthésie de la technique intraligamentaire  
(57)

#### 3.2.3.2 Matériel

**Seringue :** Des seringues conventionnelles, comme détaillé dans les chapitres précédents, peuvent être utilisées pour réaliser cette anesthésie.

Cependant des seringues ont été spécialement développées pour les injections intraligamentaires (figure 34). En effet, lors d'une injection intraligamentaire avec une seringue conventionnelle, on peut observer une forte pression, rendant l'injection difficile et potentiellement douloureuse pour le patient. Même si cette douleur peut être

atténuée avec une injection d'anesthésique en péri apicale au préalable, les seringues suivantes permettent une injection sans douleur. En effet, l'injection est réalisée sans que l'opérateur impose une force importante sur le piston.



*Figure 34 : Seringue pour anesthésie intraligamentaire Paroject®  
(20)*

**Solution anesthésique** : On n'observe pas de différence significative entre l'utilisation d'articaine ou de lidocaïne lors d'une injection intraligamentaire (102,103). En revanche l'utilisation de vasoconstricteur augmente significativement son efficacité (104).

**Aiguille** : Concernant l'aiguille, il est préférable de réaliser ce type d'anesthésie avec une aiguille courte de 8mm ou 12mm de longueur et de 27 gauge ou 30 gauge (0,31mm) de diamètre. Cependant il n'y a pas de contre-indication à utiliser des aiguilles plus longues (20,105).

### **3.2.3.3 Protocole**

- 1) **Identification des repères anatomiques** : il est nécessaire d'écarter la langue avec un miroir afin d'avoir le meilleur accès au sulcus gingival des molaires mandibulaires (figure 35).



*Figure 35 : Repère anatomique et insertion de l'aiguille pour l'anesthésie intraligamentaire (57)*

- 2) **Insertion de l'aiguille** : Il est nécessaire de pratiquer une insertion douce de l'aiguille au niveau du sulcus avec une angulation d'environ 30 degrés. Il faut ensuite insérer l'aiguille jusqu'à ce qu'une résistance soit rencontrée à la base du sulcus (figure 36). L'injection peut se faire au niveau mésial et distal, vestibulaire et lingual du sulcus, c'est-à-dire aux quatre points cardinaux de la dent. Un complément dans l'espace inter-radicaire peut être nécessaire.



*Figure 36 : Schéma de l'insertion de l'aiguille et de la diffusion du produit pour une anesthésie intraligamentaire (106)*

- 3) **Injection de l'anesthésie** : l'injection doit se faire sous pression. Si ce n'est pas le cas, il est nécessaire de retirer l'aiguille et de reprendre des repères anatomiques. Une quantité de 0,2ml à 0,6ml est suffisante pour obtenir une anesthésie (20,57,81,104).

#### **3.2.3.4 Avantages et limites de l'anesthésie Intraligamentaire**

En 1981, Walton et *al.* évaluent le taux de succès de l'anesthésie intraligamentaire, après un échec des techniques d'anesthésie de première intention, à 63% dans le cas d'une première injection et 71% après réinjection (107). Ces taux de succès sont également confirmés, plus récemment, par d'autres études (102,103,105,108,109).

En revanche, on peut noter qu'une douleur peut être ressentie lors de l'insertion de l'aiguille et de l'injection de la solution lors d'une anesthésie intraligamentaire (110). Cependant, lorsque cette technique est utilisée en seconde intention, l'anesthésie des tissus mous adjacents à la dent anesthésiée permet de diminuer fortement cette douleur voire de la supprimer.

Par ailleurs, des douleurs post-opératoires peuvent être ressenties par le patient pouvant aller jusqu'à une ulcération dans certains cas (110,111).

On peut également noter que plusieurs études relèvent un risque bactérien et déconseillent l'utilisation de cette technique dans un environnement infectieux, spécialement pour les patients à risque d'endocardite infectieuse (81,105,112).

Cependant ces différents risques ont une faible incidence et ne contre-indiquent donc pas l'utilisation de cette technique d'anesthésie (113).

On note donc, que malgré des taux de succès très intéressants de cette anesthésie, certains désavantages poussent les praticiens à explorer d'autres techniques d'anesthésie.

Dans le chapitre suivant nous aborderons une alternative à l'anesthésie intraligamentaire : l'anesthésie intraosseuse.

### 3.2.4 Anesthésie intraosseuse

Deux types d'anesthésie peuvent être utilisés pour réaliser une anesthésie intraosseuse : l'anesthésie transcorticale et l'anesthésie ostéocentrale. Un troisième type d'anesthésie peut être considéré comme anesthésie intraosseuse : l'anesthésie intraseptal. Cependant, cette anesthésie ne sera pas détaillée ici car elle est inefficace en cas de pulpite irréversible au niveau des molaires mandibulaires (114,115).

#### 3.2.4.1 Indications

L'anesthésie intraosseuse consiste au dépôt de la solution anesthésique dans l'os spongieux interproximal par perforation de l'os cortical entre deux dents. Elle permet l'anesthésie d'une ou plusieurs dents (figure 37). Le territoire d'anesthésie est équivalent au territoire d'anesthésie intraligamentaire.

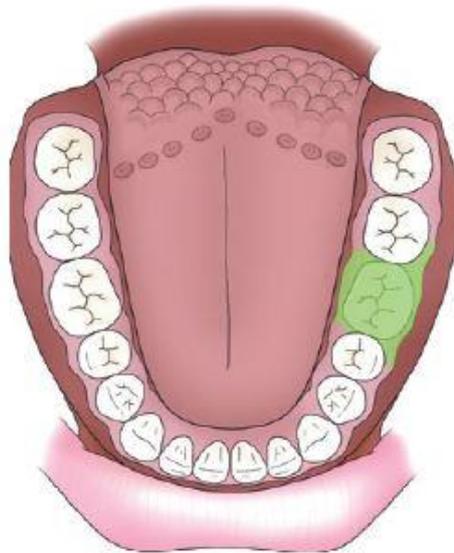


Figure 37 : Territoire de l'anesthésie intraosseuse (57)

#### 3.2.4.2 Matériel

**Seringue et aiguille :** Chez l'adulte, la perforation de la corticale osseuse nécessite un matériel spécifique contrairement à l'enfant où une seringue classique peut être utilisée. On décrit plusieurs dispositifs afin de réaliser cette perforation :

- Système Stabident® : Ce système dispose d'un foret ayant pour rôle de perfore la corticale. Il se monte sur un contre angle conventionnel à vitesse lente. Il dispose également d'une aiguille de 8mm de long et de diamètre 27 gauge (figure 38).

Le principal désavantage de ce système est la difficulté d'insertion de l'aiguille dans la cavité réalisée par le forage.

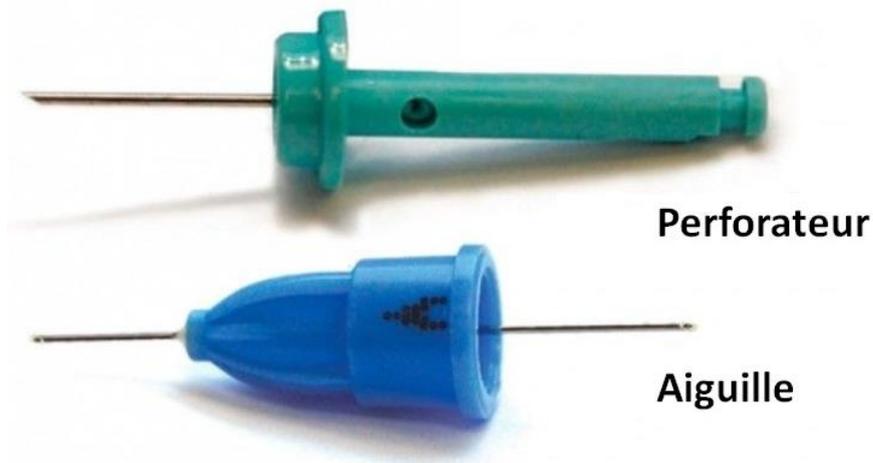


Figure 38 : Composants du système Stabident® (20)

- X-tip® : Ce système peut être considéré comme une évolution du système Stabident®.

En effet le principe reste le même, cependant le foret guide un manchon qui restera en place après le forage afin de guider l'aiguille. Il supprime ainsi la difficulté d'insertion de l'aiguille (figure 39).

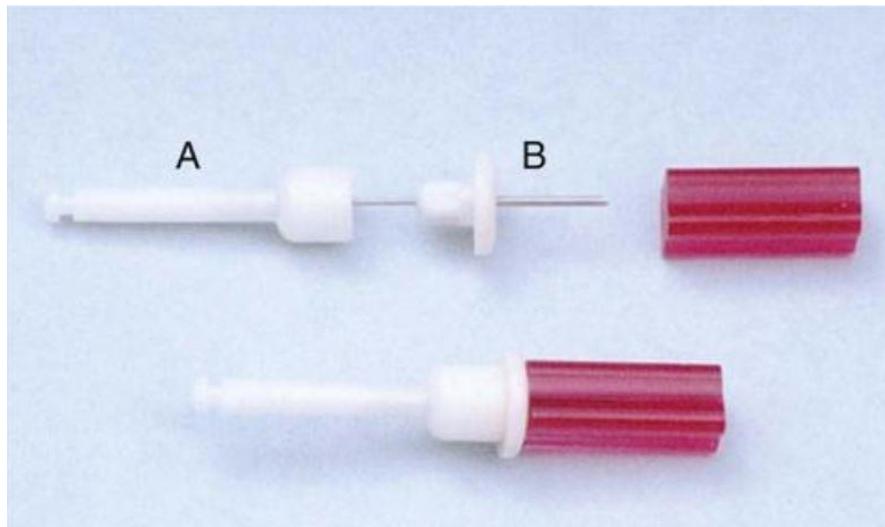


Figure 39 : Composant du système X-tip® (20)

A : Forêt B : guide pour l'aiguille

- Intraflow® (figure 40) : Ce système est composé d'une pièce à main spécifique associée à un foret pour réaliser la perforation de l'os cortical. Sur cette pièce à main est intégré un système d'injection à pression d'air. Ce système permet donc la perforation et le dépôt de la solution anesthésie en une étape, par le biais de la lumière du perforateur (116).



Figure 40 : Composants du système Intra-flow® (117)

- QuickSleeper® : Ce système est le plus récent. Comme le système précédent, il s'agit d'une pièce à main, à la différence que ce système permet une rotation de l'aiguille qui réalisera la perforation puis une injection lente contrôlée électroniquement (figure 41). Il dispose d'une pédale pour contrôler la rotation et l'injection. Il possède également des aiguilles associées de diamètre 30 gauge de 9 et 16mm de longueur et de diamètre 27 gauge et 16mm de longueur.



Figure 41 : Composants du système QuickSleeper® (118)

**Solution anesthésique :** Pour réaliser une anesthésie intraosseuse, il est possible d'utiliser une cartouche de solution d'articaine 4% avec une concentration de 1/200 000<sup>e</sup> ou 1/100 000<sup>e</sup> d'adrénaline ou une solution de lidocaïne 2% avec une concentration de 1/100 000<sup>e</sup> d'adrénaline. Aucune supériorité d'une solution d'anesthésie n'a été démontrée (119,120).

Une étude a également été réalisée avec une solution de 3% de mépivacaïne sans adrénaline et a démontré qu'elle peut être utilisée pour ce type d'anesthésie (121). Elle est notamment préférée en cas de contre-indication à l'utilisation de vasoconstricteur.

### 3.2.4.3 Protocole

#### 3.2.4.3.1 Anesthésie transcorticale

- 1) **Identification des repaires anatomiques :** Le site de perforation se situe 2 à 4 mm apicalement à la crête alvéolaire au niveau de la gencive attachée. Il se situe à l'intersection entre une ligne verticale passant par la papille

interdentaire et une ligne horizontale passant par la ligne mucco-gingivale (20,57,122) (figure 42).

Il est conseillé de s'aider de cliché radiographique pour localiser les apex et les structures dentaires environnantes.



*Figure 42 : Repères anatomiques pour l'anesthésie transcorticale (123)*

- 2) **Préparation de la muqueuse** : Avant de réaliser une perforation, il est nécessaire de désinfecter la muqueuse avec de la chlorhexidine pour minimiser le risque d'infection secondaire.
  
- 3) **Réalisation de l'anesthésie muqueuse** : Avant de réaliser la perforation, il est nécessaire de réaliser une anesthésie de la muqueuse gingivale afin que la perforation soit indolore. Il est conseillé de réaliser cette anesthésie avec une seringue et une aiguille conventionnelle angulée de 15° à 20° avec un biseau à plat sur la muqueuse. Une injection lente doit être réalisée jusqu'à obtention d'une lentille blanche au point de perforation.

- 4) **Réalisation de la perforation** : il faut placer le foret perforant à 90° par rapport à l'os. Une fois la pointe du perforateur contre la muqueuse gingivale, il faut actionner la pièce à main et exercer une pression douce afin de pénétrer la corticale osseuse.

Lorsque la sensation de perte de résistance se fait ressentir cela signifie que la perforation de la corticale est terminée (figure 43). Dans le cas du système X-tip® il faut laisser le manchon de guidage en place (figure 44).



*Figure 43 : Réalisation de la perforation système Stabident® (115)*



*Figure 44 : Maintien du guide d'injection système X-Tip® (115)*

- 5) **Réalisation de l'injection** : Dans le cas du système X-Tip® il faut insérer l'aiguille dans le manchon de guidage (figure 45). Une injection douce du produit anesthésique peut être effectuée (figure 46).



*Figure 45 : Réalisation de l'injection système X-Tip® (122)*



*Figure 46 : Schéma de la diffusion du produit pour une anesthésie transcorticale (106)*

Dans le cas des systèmes Intraflow® et QuickSleeper®, la perforation et l'injection de l'anesthésie se font sans retirer l'aiguille.

Cette technique peut être difficile à réaliser dans les secteurs postérieurs mandibulaires du fait du manque de place au niveau vestibulaire. La technique d'anesthésie ostéocentrale permet de diminuer la difficulté de réalisation de cette anesthésie.

#### 3.2.4.3.2 Anesthésie ostéocentrale

- 1) **Identification des repères anatomiques** : Le site de perforation se situe au sommet de la face vestibulaire de la papille inter dentaire (figure 47).



*Figure 47 : Repères anatomiques pour l'anesthésie ostéocentrale  
(106)*

- 2) **Préparation de la muqueuse** : Avant de réaliser une perforation il est nécessaire de désinfecter la muqueuse avec de la chlorhexidine pour minimiser le risque d'infection secondaire.

3) **Anesthésie de la muqueuse gingivale** : On réalise une anesthésie muqueuse à la base de la papille interdentaire avec une légère angulation et le biseau tourné vers la muqueuse. Il est conseillé de réaliser cette anesthésie à la base de la papille avec une angulation de 15° à 20° et un biseau à plat sur la muqueuse orienté vers la table osseuse vestibulaire. Une injection lente doit être réalisée jusqu'à l'obtention d'une lentille blanche au point de perforation (124).

4) **Insertion de l'aiguille et perforation de la corticale** : L'insertion de l'aiguille se fait à la base de la papille, parallèlement à l'axe radiculaire, avec une angulation de 30° à 45° (figure 48).

Une fois la pointe de l'aiguille au contact de la muqueuse gingivale, on peut débiter la rotation de l'aiguille. L'insertion de l'aiguille se fait de manière douce. L'utilisation du système QuickSleeper® permet de réaliser ce type d'anesthésie aisément.

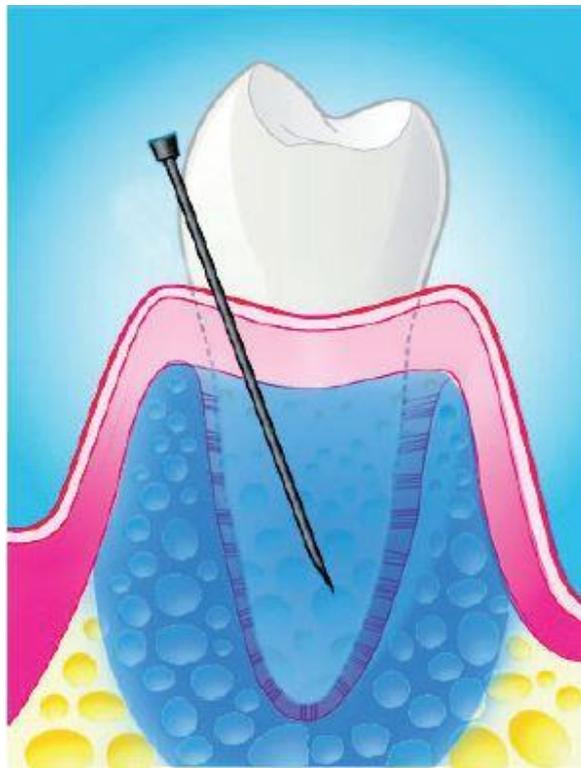


Figure 48 : Schéma de la diffusion du produit pour une anesthésie ostéocentrale (106)

### 3.2.4.4 Avantages et limites de l'anesthésie intraosseuse

Les techniques d'anesthésie intraosseuse montrent de très bons résultats en anesthésie de première intention dans les cas de pulpite irréversible sur molaire mandibulaire peu importe le système d'injection utilisé (117,125,126).

Par ailleurs, plusieurs études montrent également d'excellents résultats, pour cette technique, en deuxième intention après l'échec de l'anesthésie du nerf alvéolaire inférieur. Les résultats des études, les plus récentes, sont présentés dans le tableau ci-dessous (tableau 4).

Etude	Taille de l'échantillon	Taux de succès d'anesthésie pulpaire (%)		
		Standard NAI	Complément intraosseux	Intraosseux 1 <sup>er</sup> Intention
Bigby et al. (2006) (119)	37	-	86	-
Remmers et al. (2008) (117)	30	60	-	87
Kanaa et al. (2012) (85)	182	67	68	-
Zarei et al. (2012) (109)	40	-	100	-
Pereira et al. (2013) (120)	60	-	-	93,1 - 96,8
Razavian et al. (2013) (127)	40	70	-	85
Verma et al. (2013) (122)	28	-	93	-
Idris et al. (2014) (128)	60	60	87,5	-
Farhad et al. (2017) (126)	60	23,3	-	56,7

Tableau 5 : Comparatif des taux de succès de la technique standard seul et technique intraosseuse en première et deuxième intention

On peut également constater que plusieurs études antérieures à 2006 confirment ces taux de succès satisfaisants (121,125,129,130).

L'un des principaux avantages, pour le patient, est l'absence d'anesthésie de la lèvre et de la langue contrairement à l'anesthésie du nerf alvéolaire inférieur. L'autre avantage est également le fait qu'une faible quantité de solution est suffisante pour obtenir une anesthésie satisfaisante.

Lorsqu'elle est effective, la durée de cette anesthésie est de 15 à 30 minutes (20).

Cependant, les techniques d'anesthésie intraosseuse nécessitent un matériel spécifique comme vu plus haut qui peut s'avérer onéreux pour les praticiens.

On peut également noter certaines complications suite à une anesthésie intraosseuse :

- L'injection intraosseuse peut accroître de manière significative la fréquence cardiaque (131,132). Dans de très rares cas, il a été rapporté une faiblesse dans les jambes, des vertiges ainsi qu'une augmentation de la transpiration (133).
- Malgré une anesthésie muqueuse, le patient peut ressentir une douleur à l'injection de la solution anesthésique (134).
- La difficulté de ces techniques nécessite un apprentissage approfondi afin de ne pas créer de dommage tissulaire (135).
- De très rares cas d'ostéonécrose peuvent être rencontrés au niveau du point d'injection lors d'une anesthésie intraosseuse (136).

Malgré des taux de réussite très intéressants des techniques d'anesthésie intraosseuse, certains cas de pulpites irréversibles sur molaire mandibulaire restent résistants à l'anesthésie pulpaire. De plus, ce type de technique nécessite un matériel spécifique et tous les praticiens ne sont pas en mesure de la réaliser.

Dans le chapitre suivant, sera abordé la dernière technique d'anesthésie à laquelle faire appel en cas d'échec d'anesthésie : l'anesthésie intrapulpaire.

### 3.2.5 Anesthésie intra pulpaire

Comme son nom l'indique, cette technique d'anesthésie consiste à déposer directement la solution anesthésique au niveau du tissu pulpaire.

#### 3.2.5.1 Indications

L'anesthésie intrapulpaire est indiquée lorsque les précédentes techniques d'anesthésie n'ont pas été suffisantes pour réaliser une anesthésie pulpaire adéquate précédant une pulpotomie ou tout autre traitement endodontique (20) .

Elle peut être utilisée sur toutes les dents mais en pratique, elle est surtout utilisée par les praticiens pour les cas de pulpite sur les molaires mandibulaires.

Cette technique ne peut être utilisée qu'une fois la pulpe exposée (figure 49).

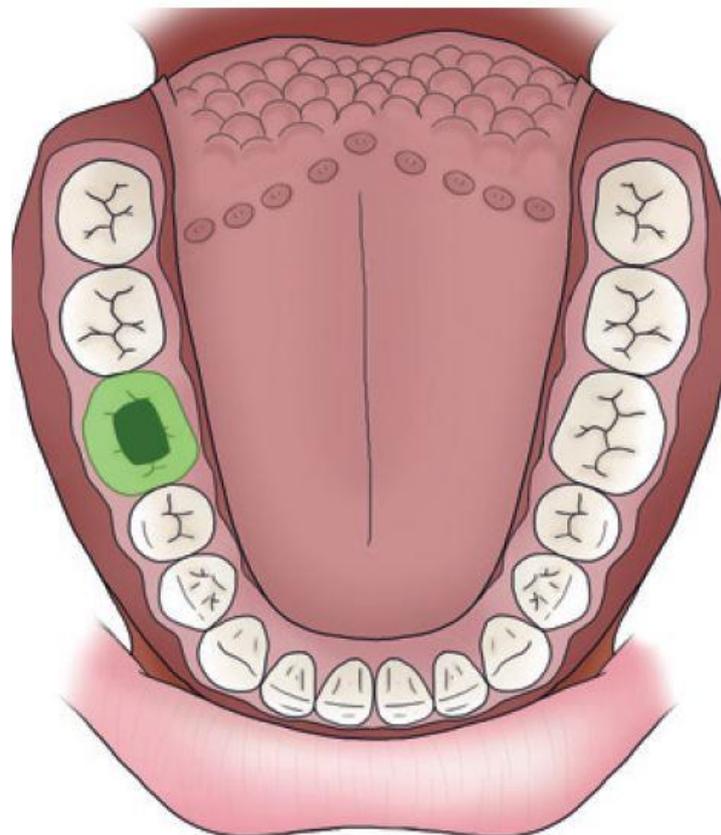


Figure 49 : Territoire de l'anesthésie intrapulpaire (57)

### **3.2.5.2 Matériel**

**Seringue** : Tout type de seringue d'anesthésie peut être utilisé pour réaliser cette technique

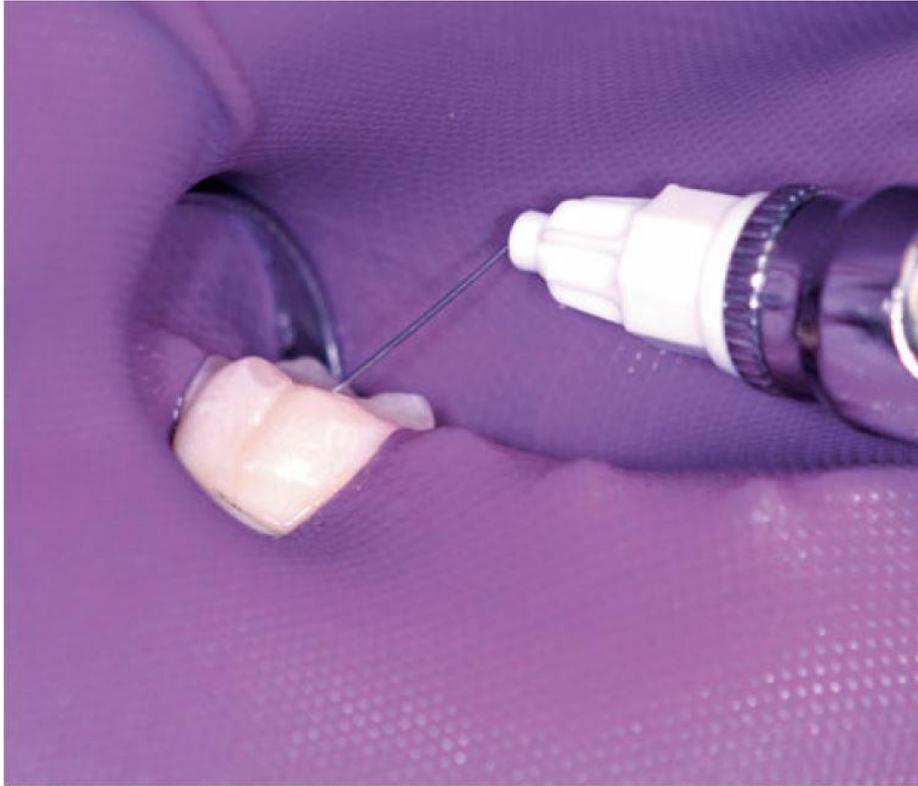
**Solution anesthésique** : Cette anesthésie peut être réalisée avec une solution d'articaine. Certaines études démontrent que la solution n'a que peu d'importance dans l'effet anesthésique de la technique. En effet, une solution saline montrerait des résultats aussi satisfaisants qu'une solution anesthésique (137,138).

Cependant, la lidocaïne est à proscrire dans la réalisation d'une anesthésie intrapulpaire lors d'un traitement endodontique car elle pourrait entrer en interaction avec des irrigants canaux comme l'hypochlorite de sodium (139), ce qui aurait pour conséquence de rendre inefficace ces produits.

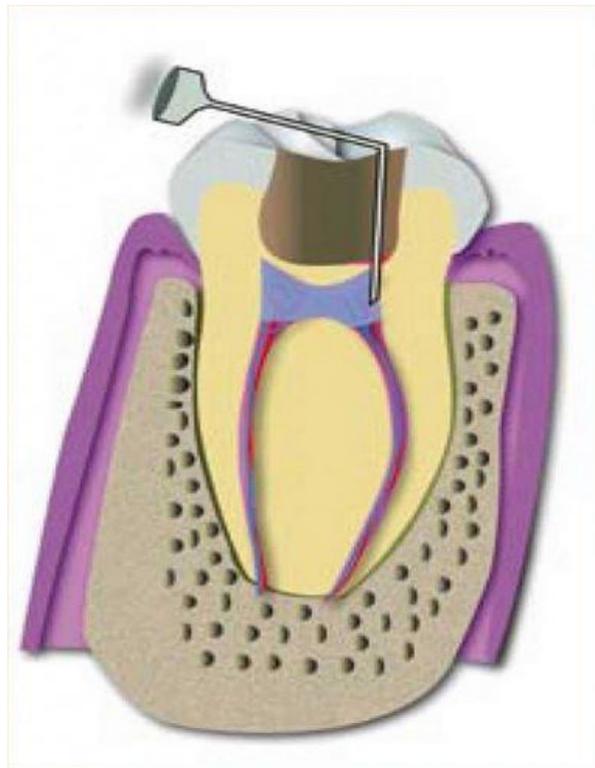
**Aiguille** : Des aiguilles classiques de plus de 8mm peuvent être utilisées pour réaliser cette technique, le diamètre et la longueur n'ont pas d'importance particulière.

### **3.2.5.3 Protocole**

- 1) **Réaliser un accès à la chambre pulpaire** : si la pulpe n'est pas encore exposée, il est nécessaire de réaliser une effraction pulpaire en un point avec une fraise diamantée à haute vitesse.
- 2) **Insertion de l'aiguille et injection de la solution** : Il est nécessaire d'insérer l'aiguille dans l'ouverture précédemment réalisée en direction apicale puis réaliser une injection sous pression (figure 50 et 51). Lors de cette étape une douleur intense et brève est ressentie. Pour diminuer cette douleur il est possible de poser un coton imbibé d'un gel anesthésique local avant insertion de l'aiguille (140).

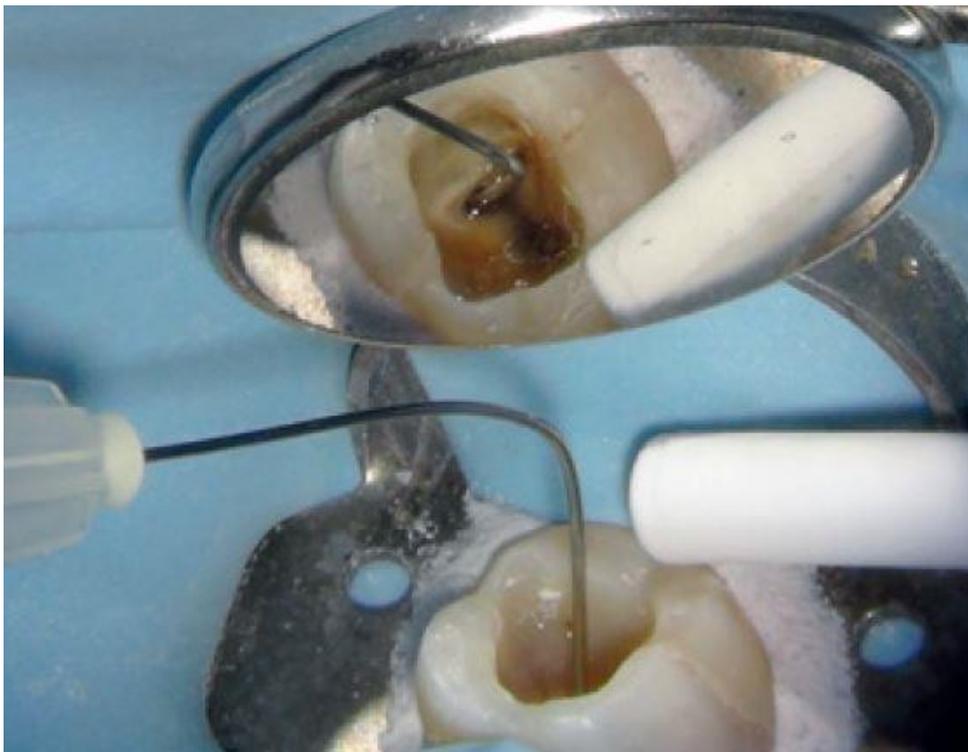


*Figure 50 : Insertion de l'aiguille technique d'anesthésie intrapulpaire (141)*



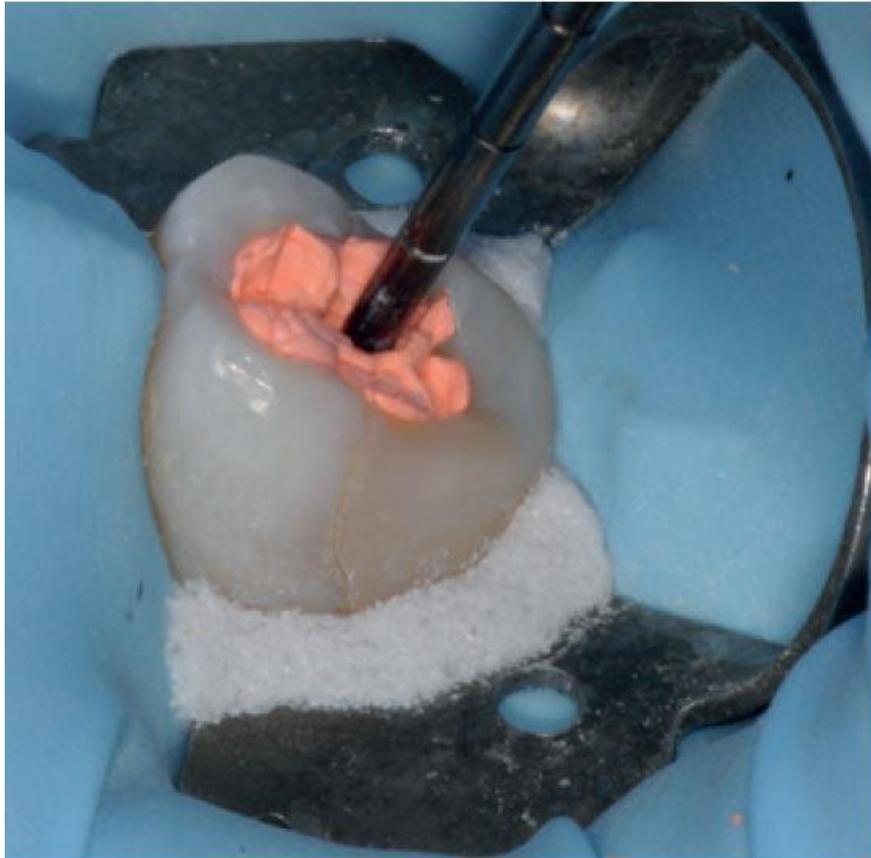
*Figure 51 : Schéma de la diffusion du produit pour une anesthésie intrapulpaire (142)*

- 3) **En cas de réalisation de la pulpectomie** : Lorsque l'éviction du plancher pulpaire, de la partie coronaire de la pulpe et l'hémostase de la chambre pulpaire sont réalisées, des douleurs au niveau des canaux peuvent persister
- 4) **Insertion de l'aiguille et injection de la solution** : Il est possible d'injecter la solution anesthésique directement à l'intérieur des canaux jusqu'à remplir la moitié de la chambre pulpaire (figure 52).



*Figure 52 : Insertion de l'aiguille dans le canal pulpaire (57)*

- 5) **Réalisation d'un bouchon** : Il faut ensuite réaliser un bouchon de gutta-percha®, ou de silicone et l'appliquer à l'intérieur de la chambre pulpaire en réalisant une pression de 60 secondes (figure 53). Cela produit la pression nécessaire pour forcer la solution à pénétrer dans le système canalaire en créant une anesthésie immédiate et profonde. Le bouchon peut être remplacé dans la chambre pulpaire si l'anesthésie s'estompe pendant le traitement (57).



*Figure 53 : Application du bouchon dans la chambre pulpaire (57)*

#### **3.2.5.4 Avantages et limites de l'anesthésie intrapulpaire**

Le fait de réaliser une injection directement au niveau de la pulpe dentaire et sous pression garantit une anesthésie efficace et souvent réussie. De plus, elle ne nécessite pas une grande quantité de solution anesthésique.

La durée de ce type d'anesthésie est d'environ 15 à 20 minutes (143).

Le principal désavantage de cette technique est qu'il faut nécessairement qu'un accès à la pulpe soit réalisé. C'est donc pour cela qu'il est conseillé de réaliser cette technique après que les autres techniques aient été tentées.

Par ailleurs, comme dit précédemment cette technique est très douloureuse au moment de l'injection, il est donc très important d'informer le patient avant de réaliser l'anesthésie (141).

Cette technique étant utilisée en dernier recours, et n'étant pas agréable pour le patient, il est préférable de ne pas avoir à l'utiliser. Dans ces conditions des techniques complémentaires sont développées pour augmenter l'efficacité des techniques d'anesthésie.

## 4 Techniques complémentaires

### 4.1 Prémédication aux anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)

Comme vu précédemment, le contexte inflammatoire de la pulpite irréversible impact sur l'efficacité de la solution anesthésique. Plusieurs études récentes rapportent une prémédication d'anti-inflammatoire non stéroïdien (AINS) avant la réalisation d'une anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur.

Les différentes études sur ce sujet, convergent vers l'idée qu'une prémédication d'ibuprofène avec une posologie de 400 à 800g, en une seule prise, une heure avant l'intervention, accroît de manière significative le succès de l'anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur (144–148). D'autres AINS, ou combinaisons d'AINS seraient également efficaces.

L'ibuprofène aurait une action sur les marqueurs de l'inflammation notamment la PGE2. Ce qui aurait pour avantage, d'une part, d'agir sur les nocicepteurs pulpaire et ainsi augmenter la sensibilité aux anesthésiques locaux et d'autre part, d'agir indirectement sur les canaux sodiques résistants à la tétrodotoxine et ainsi diminuer leur activité.

Cependant, certaines études ne rapportent pas de différence significative par rapport à un placebo (149–151). Selon Oleson et *al.* (149), il a été constaté que l'action synergique de plusieurs médiateurs inflammatoires était probablement responsable de la régulation à la hausse des chaînes de canaux sodiques résistants à la tétrodotoxine. L'ibuprofène agissant principalement sur le PGE2 ne parviendrait pas à contenir intégralement le processus inflammatoire.

De plus Parirokh et *al.* (152) ont suggéré que la douleur spontanée indiquait qu'une inflammation plus avancée était présente dans la pulpe et que les canaux sodiques résistants à la tétrodotoxine précédemment formée n'étaient pas directement affectés par l'ibuprofène.

Il faut également mettre en relief les résultats intéressants de cette technique avec les nombreuses contre-indications et effets secondaires des AINS.

En conclusion, la prémédication d'anti-inflammatoires non stéroïdiens paraît une solution intéressante pour prévenir l'échec de l'anesthésie locale.

## **4.2 Autres méthodes complémentaires**

Plusieurs autres solutions médicamenteuses ont pu être étudiées récemment :

- La sédation consciente par inhalation d'un mélange équimolaire d'oxygène et de protoxyde d'azote (153,154),
- La sédation semi-consciente par administration de benzodiazépine comme le triazolam ou l'alprazolam (155–157),
- L'association d'analgésique comme le tramadol lors de l'infiltration de la solution d'anesthésie (158,159).
- L'acupuncture permettrait une augmentation de l'efficacité des techniques d'anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur (160,161).

Cependant ces techniques ne sont que très peu documentées, ne font pas consensus et nécessitent encore de la recherche (148).

## **5 Stratégies de gestion de l'échec de l'anesthésie**

Comme vu précédemment, de multiples techniques d'anesthésie peuvent répondre à un échec durant le traitement des pulpites irréversibles sur les molaires mandibulaires.

Cependant, il est bien souvent nécessaire de les associer afin d'arriver à un succès de l'anesthésie.

Nous avons donc construit un schéma décisionnel dans le but de répondre aux différentes situations rencontrées lors du traitement des pulpites sur les molaires mandibulaires.

Ce schéma est découpé en trois étapes :

- **1<sup>ère</sup> étape** : La réalisation de l'anesthésie locorégionale du nerf alvéolaire inférieur. Après obtention du signe de Vincent, c'est-à-dire un

engourdissement de la lèvre inférieure homolatérale au site d'injection, il convient de réaliser le complément d'anesthésie vestibulaire.

Dans les cas où le signe de Vincent n'est pas observé au bout de quelques minutes, il convient de réaliser une nouvelle anesthésie loco-régionale du nerf alvéolaire inférieur.

- **2<sup>ème</sup> étape** : Si une absence de silence opératoire est observée lors de la réalisation du traitement il faut réaliser une anesthésie intraligamentaire, de préférence en mésial et distal de la dent concernée. Si l'on dispose du matériel nécessaire, il est possible de réaliser une anesthésie intraosseuse à la place de l'anesthésie intraligamentaire.
  
- **3<sup>ème</sup> étape** : Dans les cas les plus complexes, si le silence opératoire n'est toujours pas satisfaisant, il convient de réaliser une anesthésie intrapulpaire en ayant préalablement réalisé une ouverture dans la chambre pulpaire.

Comme il a été vu dans le chapitre précédent, il est possible de réaliser une prémédication afin d'améliorer l'efficacité de l'anesthésie. Il est alors préconisé d'effectuer une prémédication d'ibuprofène de 400 à 800mg, en une seule prise, 1 heure avant la réalisation de l'acte.

Il convient cependant d'avoir réalisé l'anamnèse du patient ainsi que le diagnostic de pulpite irréversible afin d'écartier toute contre-indication et tout risque infectieux.

S'il s'avère impossible de réaliser une ouverture dans la chambre pulpaire, afin de réaliser la troisième étape, il est alors possible de réaliser un pansement temporaire à l'aide d'une pâte d'oxyde de zinc eugéol. En petite concentration l'eugéol a des propriétés anesthésiques et anti-inflammatoires sur la pulpe dentaire en agissant par le biais du fluide dentinaire (115,162). Cette action permet une intervention ultérieure, avec un processus inflammatoire amoindri.

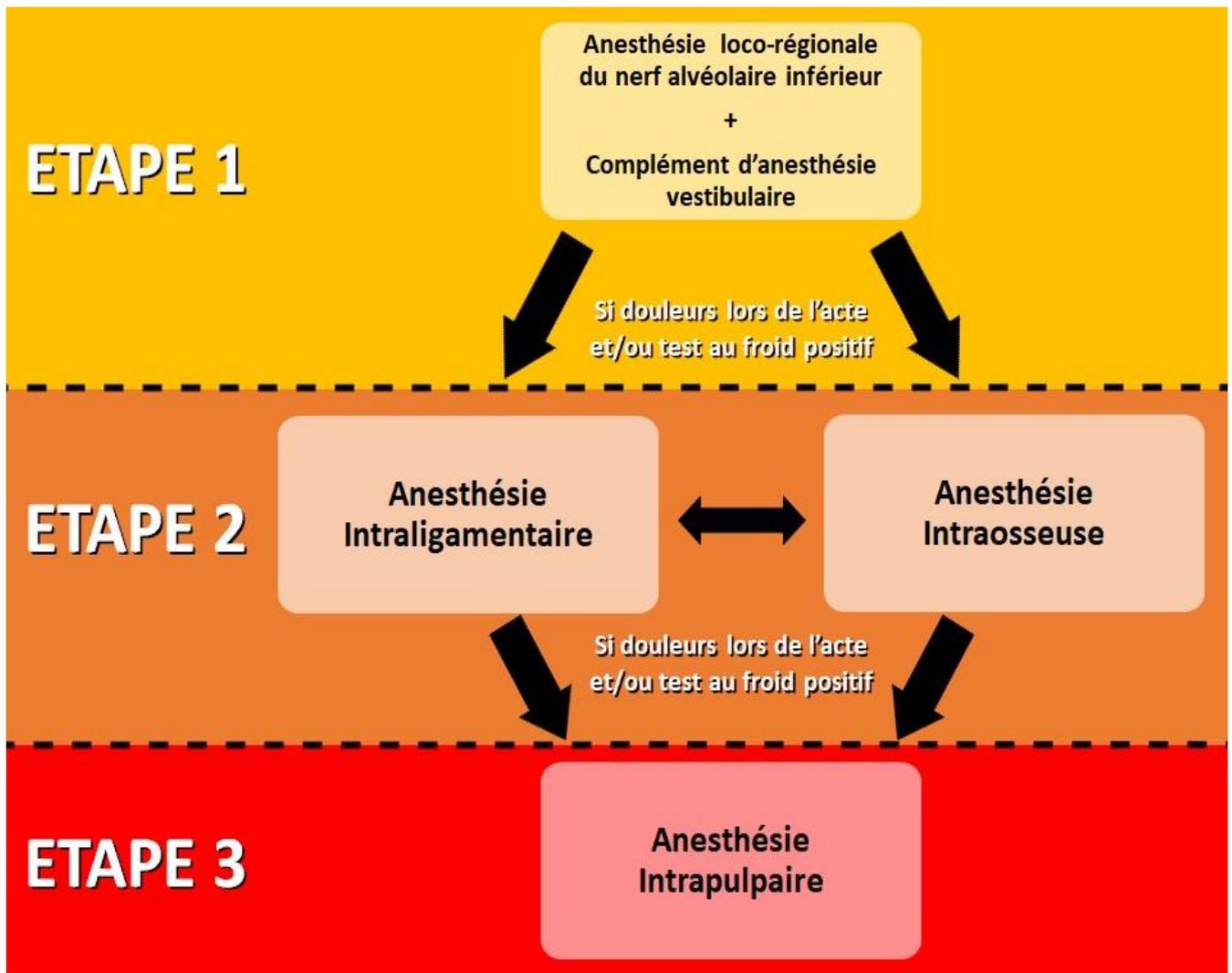


Figure 54 : Schéma décisionnel de la prise en charge de l'anesthésie des cas de pulpite sur les molaires mandibulaires, production personnelle d'après Virdee et al. et Reader et al. (57,115)

## 6 Conclusion

Comme nous l'avons vu à travers les différents chapitres, l'anesthésie des molaires mandibulaires atteintes de pulpite irréversible est complexe.

D'une part, le patient consulte dans un contexte d'urgence, il est anxieux et ressent une douleur importante. Bien souvent, la consultation intervient après plusieurs jours de douleurs ressenties.

D'autre part, le praticien doit avoir une parfaite connaissance des différentes structures anatomiques mandibulaires concernées par l'anesthésie, des différents mécanismes intervenant dans la pulpite irréversible, ainsi qu'une bonne connaissance des techniques d'anesthésie et de leurs limites. Il convient alors d'adopter une démarche systématique afin de pouvoir répondre au mieux aux différents cas de figure possibles.

Malheureusement, malgré une parfaite maîtrise de tous ces aspects, le contexte inflammatoire de la pulpite irréversible est également en grande partie responsable de l'échec de l'anesthésie. Malgré plusieurs techniques développées comme l'utilisation d'une prémédication anti-inflammatoire, le succès n'est jamais garanti à 100%.

Il conviendrait donc de pouvoir prédire les facteurs responsables de cet échec afin de s'en prémunir. Plusieurs études vont en ce sens. Ainsi, le fait que le patient ait pris ou non des analgésiques 24 heures avant le traitement, la durée de la douleur, l'âge, l'expérience de la douleur seraient des facteurs à prendre en compte afin de prédire la possibilité d'évènements algiques pendant le traitement (163–165). Cela pourrait permettre de mettre en place une réponse adaptée avant le début du traitement au lieu d'avoir à faire face à l'échec de l'anesthésie.

Des recherches sont encore à effectuer dans ce sens, notamment dans la compréhension du processus inflammatoire afin de permettre une meilleure prise en charge des patients.

## Références bibliographiques

1. Hargreaves KM, Keiser K. Local anesthetic failure in endodontics: Endod Top. 2002;1(1):26-39.
2. Conseil National des Enseignant en Odontologie Conservatrice et Endodontie. Dictionnaire francophone des termes d'odontologie conservatrice: endodontie & odontologie restauratrice. Editions SNPMD; 2004.
3. Kamina P. Anatomie clinique. Paris: Maloine; 2006.
4. Netter FH. Atlas d'anatomie humaine. Elsevier Masson; 2015. 624 p.
5. Goldberg M. Histologie du complexe dentinopulpaire. EMC Stomatol. 2008;22-007-B-10.
6. Simon S, Pertot PM Willy. Endodontie - Editions CdP. Initiatives Sante; 2015. 1347 p.
7. Rodd HD, Boissonade FM. Vascular status in human primary and permanent teeth in health and disease. Eur J Oral Sci. 2005;113(2):128-34.
8. Olgart L. Neural Control of Pulpal Blood Flow. Crit Rev Oral Biol Med. avr 1996;7(2):159-71.
9. Bender I. Pulpal Pain Diagnosis—A Review. J Endod. mars 2000;26(3):175-9.
10. Henry MA, Hargreaves KM. Peripheral Mechanisms of Odontogenic Pain. Dent Clin North Am. janv 2007;51(1):19-44.
11. Jyväsjärvi E, Kniffki KD. Cold stimulation of teeth: a comparison between the responses of cat intradental A delta and C fibres and human sensation. J Physiol. 1 oct 1987;391(1):193-207.
12. Närhi M, Jyväsjärvi E, Virtanen A, Huopaniemi T, Ngassapa D, Hirvonen T. Role of intradental A- and C-type nerve fibres in dental pain mechanisms. Proc Finn Dent Soc Suom Hammaslaakariseuran Toim. 1992;88 Suppl 1:507-16.
13. Yu C, Abbott P. An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. Aust Dent J. mars 2007;52:S4-6.
14. TILOTTA.F. L'analgésie en endodontie. Rev Odonto Stomatol - SOP. 2009;38.
15. Piette E, Goldberg M. La dent normale et pathologique. De Boeck Supérieur; 2001. 392 p.

16. Sigurdsson A. Pulpal diagnosis. *Endod Top.* juill 2003;5(1):12-25.
17. Williams AC de C, Craig KD. Updating the definition of pain. *PAIN.* 2016;157(11).
18. Bodéré C, Pionchon P. Douleurs oro-faciales et céphalées secondaires. *Rev Neurol (Paris).* juill 2005;161(6-7):716-9.
19. Le Bars D, Willer J-C. Physiologie de la douleur. *EMC - Anesth-Réanimation.* oct 2004;1(4):227-66.
20. Malamed SF. *Handbook of Local Anesthesia.* Elsevier Health Sciences; 2014. 435 p.
21. The relationship of bacterial penetration and pulpal pathosis in carious teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1 juill 1966;22(1):59-65.
22. López-Marcos JF. Aetiology, classification and pathogenesis of pulp and periapical disease. *Med Oral Patol Oral Cirurgia Bucal.* 2004;9 Suppl:58-62; 52-7.
23. Siqueira JF. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J.* juill 2003;36(7):453-63.
24. Virdee SS, Seymour D, Bhakta S. Effective anaesthesia of the acutely inflamed pulp: part 1. The acutely inflamed pulp. *Br Dent J.* oct 2015;219(8):385-90.
25. Gopikrishna V, Pradeep G, Venkateshbabu N. Assessment of pulp vitality: a review. *Int J Paediatr Dent.* janv 2009;19(1):3-15.
26. Bender IB. Reversible And Irreversible Painful Pulpitides: Diagnosis And Treatment. *Aust Endod J.* avr 2000;26(1):10-4.
27. Heithersay GS. Calcium Hydroxide in the Treatment of Pulpless Teeth with Associated Pathology. *Int Endod J.* juill 1975;8(2):74-93.
28. Fava LRG, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J.* juill 1999;32(4):257-82.
29. Asgary S, Shirvai A. Pulpotomy With Calcium Hydroxide May be an Effective Alternative to Root Canal Therapy in Vital Teeth. *J Evid Based Dent Pract.* mars 2016;16(1):64-6.
30. Shirvani A, Hassanizadeh R, Asgary S. Mineral Trioxide Aggregate vs. Calcium Hydroxide in Primary Molar Pulpotomy: A Systematic Review. *Iran Endod J.* 2014;9(2):83-8.
31. Saint-Pierre F. Traitement endodontique : Rapport d'évaluation technologique. Haute Autorité de Santé; 2008 sept.
32. L'anesthésie locale dentaire avec vasoconstricteur. *Rev Precrire.* 2003;23(239):371-7.

33. Sisk AL. Vasoconstrictors in Local Anesthesia for Dentistry. *Anesth Prog.* 1992;7.
34. Jastak JT, Yagiela JA. Vasoconstrictors and Local Anesthesia: A Review and Rationale for Use. *J Am Dent Assoc.* oct 1983;107(4):623-30.
35. VERPEAU.P. Maitriser l'Anesthésie de A à Z. *Dentoscope.* 2015;(151):12-22.
36. SFCO. Emploi des vasoconstricteurs en odonto-stomatologie Recommandations. *Med Buccal Chir Buccal.* 2003;9(2):65-94.
37. Butterworth JF, Strichartz GR. Molecular Mechanisms of Local Anesthesia A Review. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol.* 1 avr 1990;72(4):711-34.
38. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM, Paulsen F. *Gray's Anatomie pour les étudiants.* Paris: Elsevier; 2006.
39. Fehrenbach M. *Illustrated anatomy of the head and neck.* 4th ed. St. Louis Mo.: Elsevier/Saunders; 2012.
40. Neil S. Norton. *Netter's Head and Neck Anatomy for Dentistry* 1st Edition. Saunders/Elsevier; 2006. (Oral Anatomy).
41. St George G, Morgan A, Meechan J, Moles DR, Needleman I, Ng Y-L, et al. Injectable local anaesthetic agents for dental anaesthesia. *Cochrane Anaesthesia, Critical and Emergency Care Group, éditeur. Cochrane Database Syst Rev.* 10 juill 2018;
42. Peters MC, Botero TM. In Patients With Symptomatic Irreversible Pulpitis, Articaine is 3.6 Times More Efficacious Than Lidocaine in Achieving Anesthetic Success When Used for Supplementary Infiltration After Mandibular Block Anesthesia. *J Evid Based Dent Pract.* juin 2017;17(2):99-101.
43. Su N, Li C, Wang H, Shen J, Liu W, Kou L. Efficacy and safety of articaine versus lidocaine for irreversible pulpitis treatment: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Aust Endod J.* 1 avr 2016;42(1):4-15.
44. Kung J, McDonagh M, Sedgley CM. Does Articaine Provide an Advantage over Lidocaine in Patients with Symptomatic Irreversible Pulpitis? A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod.* nov 2015;41(11):1784-94.
45. Brandt RG, Anderson PF, McDonald NJ, Sohn W, Peters M. The Pulpal Anesthetic Efficacy of Articaine Versus Lidocaine in Dentistry : A Meta - Analysis. *Smile Dent J.* déc 2014;9(4):36-36.
46. Tortamano IP, Siviero M, Costa CG, Buscariolo IA, Armonia PL. A Comparison of the Anesthetic Efficacy of Articaine and Lidocaine in Patients with Irreversible Pulpitis. *J Endod.* 1 févr 2009;35(2):165-8.

47. Katyal V. The efficacy and safety of articaine versus lignocaine in dental treatments: A meta-analysis. *J Dent.* avr 2010;38(4):307-17.
48. Al-Dosary K, Al-Qahtani A, Alangari A. Anaphylaxis to lidocaine with tolerance to articaine in a 12year old girl. *Saudi Pharm J.* 1 juill 2014;22(3):280-2.
49. Nagendrababu V, Pulikkotil SJ, Suresh A, Veetil SK, Bhatia S, Setzer FC. Efficacy of local anaesthetic solutions on the success of inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis - a systematic review and network meta-analysis of randomized clinical trials. *Int Endod J.* 14 janv 2019;
50. Visconti RP, Tortamano IP, Buscariolo IA. Comparison of the Anesthetic Efficacy of Mepivacaine and Lidocaine in Patients with Irreversible Pulpitis: A Double-blind Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 1 sept 2016;42(9):1314-9.
51. Lammers E, Nusstein J, Reader A, Drum M, Beck M, Fowler S. Does the Combination of 3% Mepivacaine Plain Plus 2% Lidocaine with Epinephrine Improve Anesthesia and Reduce the Pain of Anesthetic Injection for the Inferior Alveolar Nerve Block? A Prospective, Randomized, Double-blind Study. *J Endod.* sept 2014;40(9):1287-92.
52. Kämmerer PW, Palarie V, Daubländer M, Bicer C, Shabazfar N, Brüllmann D, et al. Comparison of 4% articaine with epinephrine (1:100,000) and without epinephrine in inferior alveolar block for tooth extraction: double-blind randomized clinical trial of anesthetic efficacy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* avr 2012;113(4):495-9.
53. Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Kohli S. Comparison of the anaesthetic efficacy of epinephrine concentrations (1 : 80 000 and 1 : 200 000) in 2% lidocaine for inferior alveolar nerve block in patients with symptomatic irreversible pulpitis: a randomized, double-blind clinical trial. *Int Endod J.* avr 2014;47(4):373-9.
54. Sixou.J.L. Du bon usage du biseau lors de l'anesthésie. *Inf Dent.* 2006;(37).
55. Brownbill JW, Bourcy BD. Comparison of inferior Dental Nerve Block Injections in Child Patients Using 30-Gauge or 25- Gauge. *Anesth Prog.* 1987;5.
56. Fuller NP, Menke RA, Meyers WJ. Perception of pain to three different intraoral penetrations of needles. *J Am Dent Assoc.* nov 1979;99(5):822-4.
57. Virdee SS, Bhakta S, Seymour D. Effective anaesthesia of the acutely inflamed pulp: part 2. Clinical strategies. *Br Dent J.* nov 2015;219(9):439.
58. Kanaa MD, Meechan JG, Corbett IP, Whitworth JM. Speed of Injection Influences Efficacy of Inferior Alveolar Nerve Blocks: A Double-Blind Randomized Controlled Trial

in Volunteers. J Endod. oct 2006;32(10):919-23.

59. Gow-Gates GAE. Mandibular conduction anesthesia: A new technique using extraoral landmarks. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. sept 1973;36(3):321-8.

60. Malamed SF. The Gow-Gates mandibular block. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. mai 1981;51(5):463-7.

61. Shinagawa A, Chin VKL, Rabbani SR, Campos AC. A Novel Approach to Intraoral Mandibular Nerve Anesthesia: Changing Reference Planes in the Gow-Gates Block Technique. J Oral Maxillofac Surg. déc 2009;67(12):2609-16.

62. Gow-Gates GAE. The Gow-Gates Mandibular Block: Regional Anatomy And Analgesia. Aust Endod J. avr 1998;24(1):18-9.

63. Akinosi JO. A new approach to the mandibular nerve block. Br J Oral Surg. juill 1977;15(1):83-7.

64. Vazirani S.J. Closed mouth mandibular nerve block: a new technique. Dent Dig. 1960;(66):10-3.

65. Sisk AL. Evaluation of the Akinosi mandibular block technique in oral surgery. J Oral Maxillofac Surg. févr 1986;44(2):113-5.

66. Goldberg S, Reader A, Drum M, Nusstein J, Beck M. Comparison of the Anesthetic Efficacy of the Conventional Inferior Alveolar, Gow-Gates, and Vazirani-Akinosi Techniques. J Endod. nov 2008;34(11):1306-11.

67. Aggarwal V, Singla M, Kabi D. Comparative evaluation of anesthetic efficacy of Gow-Gates mandibular conduction anesthesia, Vazirani-Akinosi technique, buccal-plus-lingual infiltrations, and conventional inferior alveolar nerve anesthesia in patients with irreversible pulpitis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. févr 2010;109(2):303-8.

68. Montagnese TA, Reader A, Melfi R. A comparative study of the Gow-Gates technique and a standard technique for mandibular anesthesia. J Endod. avr 1984;10(4):158-63.

69. Click V, Drum M, Reader A, Nusstein J, Beck M. Evaluation of the Gow-Gates and Vazirani-Akinosi Techniques in Patients with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Prospective Randomized Study. J Endod. janv 2015;41(1):16-21.

70. Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Kohli S, Singh S. Comparative Evaluation of 1.8 mL and 3.6 mL of 2% Lidocaine with 1:200,000 Epinephrine for Inferior Alveolar Nerve Block in Patients with Irreversible Pulpitis: A Prospective, Randomized Single-blind Study. J Endod. juin 2012;38(6):753-6.

71. Fowler S, Reader A, Beck M. Incidence of Missed Inferior Alveolar Nerve Blocks in Vital Asymptomatic Subjects and in Patients with Symptomatic Irreversible Pulpitis. *J Endod.* mai 2015;41(5):637-9.
72. Saatchi M, Shafiee M, Khademi A, Memarzadeh B. Anesthetic Efficacy of Gow-Gates Nerve Block, Inferior Alveolar Nerve Block, and Their Combination in Mandibular Molars with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Prospective, Randomized Clinical Trial. *J Endod.* mars 2018;44(3):384-8.
73. Ghoddusi J, Zarrabi MH, Daneshvar F, Naghavi N. Efficacy of IANB and Gow-Gates Techniques with Buccal/Lingual Infiltration in Mandibular Molars with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Prospective Randomized Double Blind Clinical Study. *مجله ایرانی اندودونتیکیس [Internet].* 9 avr 2018 [cité 7 févr 2019];(2). Disponible sur: <http://journals.sbmu.ac.ir/iej/article/view/18625>
74. Nicholson ML. A study of the position of the mandibular foramen in the adult human mandible. *Anat Rec.* mai 1985;212(1):110-2.
75. Thangavelu K, Kannan R, kumar Ns, Rethish E, Sabitha S, SayeeGanesh N. Significance of localization of mandibular foramen in an inferior alveolar nerve block. *J Nat Sci Biol Med.* 2012;3(2):156.
76. Gupta P, Bharati N, Hussein M, Singh AB. Clinical implications of variations in the position of mandibular foramen in North Indian mandibles. *J Anat Soc India.* déc 2016;65(2):132-5.
77. Wallace JA, Michanowicz AE, Mundell RD, Wilson EG. A pilot study of the clinical problem of regionally anesthetizing the pulp of an acutely inflamed mandibular molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* mai 1985;59(5):517-21.
78. Byers MR, Taylor PE, Khayat BG, Kimberly CL. Effects of injury and inflammation on pulpal and periapical nerves. *J Endod.* févr 1990;16(2):78-84.
79. Modaresi J, Mozayeni MA, Dianat O. Comparing The Quality Of Anaesthesia In Normal And Inflamed Teeth By Pulp Testing. *Aust Endod J.* déc 2005;31(3):120-2.
80. Wells JE, Bingham V, Rowland KC, Hatton J. Expression of Nav1.9 Channels in Human Dental Pulp and Trigeminal Ganglion. *J Endod.* 1 oct 2007;33(10):1172-6.
81. Boopathi T, Sebeena M, Sivakumar K, Harikaran J, Karthick K, Raj A. Supplemental pulpal anesthesia for mandibular teeth. *J Pharm Bioallied Sci.* juin 2013;5(Suppl 1):S103-8.
82. Aggarwal V, Jain A, Kabi D. Anesthetic Efficacy of Supplemental Buccal and Lingual Infiltrations of Articaine and Lidocaine after an Inferior Alveolar Nerve Block in

Patients with Irreversible Pulpitis. *J Endod.* 1 juill 2009;35(7):925-9.

83. Aggarwal V, Singla M, Rizvi A, Miglani S. Comparative Evaluation of Local Infiltration of Articaine, Articaine Plus Ketorolac, and Dexamethasone on Anesthetic Efficacy of Inferior Alveolar Nerve Block with Lidocaine in Patients with Irreversible Pulpitis. *J Endod.* avr 2011;37(4):445-9.

84. Parirokh M, Satvati SA, Sharifi R, Rekabi AR, Gorjestani H, Nakhaee N, et al. Efficacy of combining a buccal infiltration with an inferior alveolar nerve block for mandibular molars with irreversible pulpitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* mars 2010;109(3):468-73.

85. Kanaa MD, Whitworth JM, Meechan JG. A Prospective Randomized Trial of Different Supplementary Local Anesthetic Techniques after Failure of Inferior Alveolar Nerve Block in Patients with Irreversible Pulpitis in Mandibular Teeth. *J Endod.* 1 avr 2012;38(4):421-5.

86. Ashraf H, Kazem M, Dianat O, Noghrehkar F. Efficacy of Articaine versus Lidocaine in Block and Infiltration Anesthesia Administered in Teeth with Irreversible Pulpitis: A Prospective, Randomized, Double-blind Study. *J Endod.* janv 2013;39(1):6-10.

87. Rogers BS, Botero TM, McDonald NJ, Gardner RJ, Peters MC. Efficacy of Articaine versus Lidocaine as a Supplemental Buccal Infiltration in Mandibular Molars with Irreversible Pulpitis: A Prospective, Randomized, Double-blind Study. *J Endod.* juin 2014;40(6):753-8.

88. Fowler S, Drum M, Reader A, Beck M. Anesthetic Success of an Inferior Alveolar Nerve Block and Supplemental Articaine Buccal Infiltration for Molars and Premolars in Patients with Symptomatic Irreversible Pulpitis. *J Endod.* mars 2016;42(3):390-2.

89. Shahi S, Rahimi S, Yavari HR, Ghasemi N, Ahmadi F. Success Rate of 3 Injection Methods with Articaine for Mandibular First Molars with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A CONSORT Randomized Double-blind Clinical Trial. *J Endod.* oct 2018;44(10):1462-6.

90. Hendy CW, Robinson PP. The sensory distribution of the buccal nerve. *Br J Oral Maxillofac Surg.* déc 1994;32(6):384-6.

91. Wongsirichat N, Pairuchvej V, Arunakul S. Area extent anaesthesia from buccal nerve block. *Int J Oral Maxillofac Surg.* juin 2011;40(6):601-4.

92. Meechan JG. The use of the mandibular infiltration anesthetic technique in adults. *J Am Dent Assoc.* sept 2011;142:19S-24S.

93. Shapiro MR, McDonald NJ, Gardner RJ, Peters MC, Botero TM. Efficacy of Articaine versus Lidocaine in Supplemental Infiltration for Mandibular First versus Second Molars with Irreversible Pulpitis: A Prospective, Randomized, Double-blind Clinical Trial. *J Endod.* avr 2018;44(4):523-8.
94. Michael W Van Meter, Jeff Burgess, Ami K Davé, Mary L Windle, Luis M Lovato. Oral Nerve Block: Overview, Indications, Contraindications. 3 févr 2019 [cité 10 févr 2019]; Disponible sur: <https://emedicine.medscape.com/article/82850-overview#a7>
95. Balaji SM, Balaji PP. *Textbook of Oral & Maxillofacial Surgery*, 3rd Edition. Elsevier India. Elsevier Health Sciences; 2018.
96. Balasubramanian S, Paneerselvam E, Guruprasad T, Pathumai M, Abraham S, Krishnakumar Raja VB. Efficacy of Exclusive Lingual Nerve Block versus Conventional Inferior Alveolar Nerve Block in Achieving Lingual Soft-tissue Anesthesia. *Ann Maxillofac Surg.* 2017;7(2):250-5.
97. Yadav S. Anesthetic success of supplemental infiltration in mandibular molars with irreversible pulpitis: A systematic review. *J Conserv Dent JCD.* 2015;18(3):182-6.
98. Dou L, Luo J, Yang D. Anaesthetic efficacy of supplemental lingual infiltration of mandibular molars after inferior alveolar nerve block plus buccal infiltration in patients with irreversible pulpitis. *Int Endod J.* juill 2013;46(7):660-5.
99. Dou L, Luo J, Yang D, Wang Y. The effectiveness of an additional lingual infiltration in the pulpal anesthesia of mandibular teeth: A systematic review. *Quintessence Int.* 18 févr 2013;44(5):457-64.
100. Lin S, Wigler R, Huber R, Kaufman AY. Anaesthetic efficacy of intraligamentary injection techniques on mandibular molars diagnosed with asymptomatic irreversible pulpitis: A retrospective study. *Aust Endod J.* avr 2017;43(1):34-7.
101. Walton RE. Distribution of solutions with the periodontal ligament injection: Clinical, anatomical, and histological evidence. *J Endod.* janv 1986;12(10):492-500.
102. Berlin J, Nusstein J, Reader A, Beck M, Weaver J. Efficacy of articaine and lidocaine in a primary intraligamentary injection administered with a computer-controlled local anesthetic delivery system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* mars 2005;99(3):361-6.
103. Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Kohli S. Efficacy of Articaine Versus Lidocaine Administered as Supplementary Intraligamentary Injection after a Failed Inferior Alveolar Nerve Block: A Randomized Double-blind Study. *J Endod.* janv 2019;45(1):1-5.

104. Meechan JG. Supplementary routes to local anaesthesia. *Int Endod J.* nov 2002;35(11):885-96.
105. Moore PA, Cuddy MA, Cooke MR, Sokolowski CJ. Periodontal ligament and intraosseous anesthetic injection techniques. *J Am Dent Assoc.* sept 2011;142:13S-18S.
106. VILLETTE A, COLLIER T, DELANNOY T. Anesthésie diploïque. *Chir Dent Fr.* 30 oct 2008;(1367):67-72.
107. Walton RE, Abbott BJ. Periodontal Ligament Injection: A Clinical Evaluation. *J Am Dent Assoc.* oct 1981;103(4):571-5.
108. Fan S, Chen W, Pan C, Huang Z, Xian M, Yang Z, et al. Anesthetic efficacy of inferior alveolar nerve block plus buccal infiltration or periodontal ligament injections with articaine in patients with irreversible pulpitis in the mandibular first molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* nov 2009;108(5):e89-93.
109. Zarei M, Ghoddusi J, Sharifi E, Forghani M, Afkhami F, Marouzi P. Comparison of the anaesthetic efficacy of and heart rate changes after periodontal ligament or intraosseous X-Tip injection in mandibular molars: a randomized controlled clinical trial: Anaesthetic efficacy of X-tip intraosseous injection. *Int Endod J.* oct 2012;45(10):921-6.
110. Nusstein J, Berlin J. Comparison of Injection Pain, Heart Rate Increase, and Postinjection Pain of Articaine and Lidocaine in a Primary Intraligamentary Injection Administered With a Computer-Controlled Local Anesthetic Delivery System. *Anesth Prog.* 2004;8.
111. Schleder JR, Reader A, Beck M, Meyers WJ. The periodontal ligament injection: A comparison of 2% lidocaine, 3% mepivacaine, and 1:100,000 epinephrine to 2% lidocaine with 1: 100,000 epinephrine in human mandibular premolars. *J Endod.* janv 1988;14(8):397-404.
112. Roberts GJ, Simmons NB, Longhurst P. Odontogenic bacteraemia and intraligamental analgesia. *Br Dent J.* 10 oct 1992;173:195.
113. Brkovic BMB, Savic M, Andric M, Jurisic M, Todorovic L. Intraseptal vs. periodontal ligament anaesthesia for maxillary tooth extraction: quality of local anaesthesia and haemodynamic response. *Clin Oral Investig.* déc 2010;14(6):675-81.
114. Webster S, Drum M, Reader A, Fowler S, Nusstein J, Beck M. How Effective Is Supplemental Intraseptal Anesthesia in Patients with Symptomatic Irreversible Pulpitis? *J Endod.* 1 oct 2016;42(10):1453-7.

115. Reader A, Nusstein J, Drum M. SUCCESSFUL LOCAL ANESTHESIA FOR RESTORATIVE DENTISTRY AND ENDODONTICS, SECOND EDITION. HANOVER PARK: QUINTESSENCE PUBLISHING.; 2017. 241 p.
116. Remmers T, Glickman G, Spears R, He J. The Efficacy of IntraFlow Intraosseous Injection as a Primary Anesthesia Technique. *J Endod.* mars 2008;34(3):280-3.
117. Remmers T, Glickman G, Spears R, He J. The Efficacy of IntraFlow Intraosseous Injection as a Primary Anesthesia Technique. *J Endod.* mars 2008;34(3):280-3.
118. Dental Hi Tec - QuickSleeper, l'ostéocentrale au quotidien [Internet]. Dental Hi Tec. [cité 21 mars 2019]. Disponible sur: <https://www.dentalhitec.com/2015/produits/quicksleeper/>
119. Bigby J, Reader A, Nusstein J, Beck M, Weaver J. Articaine for Supplemental Intraosseous Anesthesia in Patients With Irreversible Pulpitis. *J Endod.* nov 2006;32(11):1044-7.
120. Pereira LAP, Groppo FC, Bergamaschi C de C, Meechan JG, Ramacciato JC, Motta RHL, et al. Articaine (4%) with epinephrine (1:100,000 or 1:200,000) in intraosseous injections in symptomatic irreversible pulpitis of mandibular molars: anesthetic efficacy and cardiovascular effects. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* août 2013;116(2):e85-91.
121. Reisman D, Reader A, Nist R, Beck M, Weaver J. Anesthetic efficacy of the supplemental intraosseous injection of 3% mepivacaine in irreversible pulpitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* déc 1997;84(6):676-82.
122. Verma PK, Srivastava R, Kumar MR. Anesthetic efficacy of X-tip intraosseous injection using 2% lidocaine with 1:80,000 epinephrine in patients with irreversible pulpitis after inferior alveolar nerve block: A clinical study, , Kumar M R - *J Conserv Dent. J Conserv Dent JCD.* 7 mars 2013;16(2):162-6.
123. Beneito-Brotons R, Penarrocha-Oltra D, Ata-Ali J, Penarrocha Ma. Intraosseous anesthesia with solution injection controlled by a computerized system versus conventional oral anesthesia: a preliminary study. *Med Oral Patol Oral Cirurgia Bucal.* 2012;e426-9.
124. Pereira D. Double essai split-mouth et en bras parallèles: un nouveau plan expérimental illustré par l'évaluation de l'anesthésie ostéocentrale avec assistance électronique à l'injection en odontologie pédiatrique. [Factulé de Chirurgie Dentaire]: Paris Descartes; 2018.
125. Gallatin J, Reader A, Nusstein J, Beck M, Weaver J. A comparison of two

intraosseous anesthetic techniques in mandibular posterior teeth. *J Am Dent Assoc.* nov 2003;134(11):1476-84.

126. Farhad A, Razavian H, Shafiee M. Effect of intraosseous injection versus inferior alveolar nerve block as primary pulpal anaesthesia of mandibular posterior teeth with symptomatic irreversible pulpitis: a prospective randomized clinical trial. *Acta Odontol Scand.* 18 août 2018;76(6):442-7.

127. Razavian H, Kazemi S, Khazaei S, Jahromi MZ. X-tip intraosseous injection system as a primary anesthesia for irreversible pulpitis of posterior mandibular teeth: A randomized clinical trail. *Dent Res J.* 2013;10(2):210-3.

128. Idris M, Sakkir N, Naik KG, Jayaram NK. Intraosseous injection as an adjunct to conventional local anesthetic techniques: A clinical study. *J Conserv Dent JCD.* 2014;17(5):432-5.

129. Parente SA, Anderson RW, Herman WW, Kimbrough WF, Weller RN. Anesthetic Efficacy of the Supplemental Intraosseous Injection for Teeth with Irreversible Pulpitis. *J Endod.* déc 1998;24(12):3.

130. Nusstein J, Kennedy S, Weaver J. Anesthetic Efficacy of the Supplemental X-tip Intraosseous Injection in Patients with Irreversible Pulpitis. *J Endod.* 2003;29(11):5.

131. Replogle K, Reader A, Nist R, Beck M, Weaver J, Meyers WJ. Cardiovascular effects of intraosseous injection of 2 percent lidocaine with 1:100 000 epinephrine and 3 percent mepivacaine. *J Am Dent Assoc.* mai 1999;130(5):649-57.

132. Chamberlain TM, Davis RD, Murchison DF, Hansen SR, Richardson BW. Systemic effects of an intraosseous injection of 2% lidocaine with 1:100,000 epinephrine. *Gen Dent.* juin 2000;48(3):299-302.

133. Penarrocha-Oltra D, Ata-Ali J, Oltra-Moscardo Mj, Penarrocha-Diago Ma, Penarrocha M. Side effects and complications of intraosseous anesthesia and conventional oral anesthesia. *Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal.* 2012;e430-4.

134. Kleber C. Intraosseous anesthesia Implications, instrumentation and techniques. *J Am Dent Assoc.* avr 2003;134(4):487-91.

135. Graetz C, Fawzy-El-Sayed K-M, Graetz N, Dörfer C-E. Root damage induced by intraosseous anesthesia. An in vitro investigation. *Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal.* 10 déc 2012;18(1):e130-4.

136. Woodmansey KF, White RK, He J. Osteonecrosis Related to Intraosseous Anesthesia: Report of a Case. *J Endod.* févr 2009;35(2):288-91.

137. VanGheluwe J, Walton R. Intrapulpal injection: Factors related to effectiveness.

- Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 1 janv 1997;83(1):38-40.
138. Birchfield J, Rosenberg PA. Role of the anesthetic solution in intrapulpal anesthesia. J Endod. 1 janv 1975;1(1):26-7.
139. Vidhya N, Karthikeyan BS, Velmurugan N, Abarajithan M, Nithyanandan S. Interaction between lidocaine hydrochloride (with and without adrenaline) and various irrigants: A nuclear magnetic resonance analysis. Dent Res J. 2014;11(3):395-9.
140. Sooraparaju SG, Abarajithan M, Sathish ES, Suryakumari NBP, Ealla KKR, Gade W. Anaesthetic Efficacy of Topical Benzocaine Gel Combined with Hyaluronidase for Supplemental Intrapulpal Injection in Teeth with Irreversible Pulpitis- A Double Blinded Clinical Trial. J Clin Diagn Res JCDR. août 2015;9(8):ZC95-7.
141. Rosenberg PA. Endodontic pain: diagnosis, causes, prevention and treatment. New York: Springer; 2014.
142. Anesthésie et urgence endodontique [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2009 [cité 3 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/endodontie/anesthesie-et-urgence-endodontique/>
143. Reader A, Nusstein J. Local anesthesia for endodontic pain. Endod Top. nov 2002;3(1):14-30.
144. Pulikkotil SJ, Nagendrababu V, Veettil SK, Jinatongthai P, Setzer FC. Effect of oral premedication on the anaesthetic efficacy of inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis – A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. Int Endod J. 2018;51(9):989-1004.
145. Nagendrababu V, Pulikkotil SJ, Veettil SK, Teerawattanapong N, Setzer FC. Effect of Nonsteroidal Anti-inflammatory Drug as an Oral Premedication on the Anesthetic Success of Inferior Alveolar Nerve Block in Treatment of Irreversible Pulpitis: A Systematic Review with Meta-analysis and Trial Sequential Analysis. J Endod. 1 juin 2018;44(6):914-922.e2.
146. Lapidus D, Goldberg J, Hobbs E, Ram S, Clark G, Enciso R. Effect of premedication to provide analgesia as a supplement to inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis. J Am Dent Assoc. 1 juin 2016;147(6):427-37.
147. Wong YJ. Does oral Nonsteroidal Anti-inflammatory Drugs (NSAIDs) premedication in patients with irreversible pulpitis increase the success rate of inferior alveolar nerve block? Evid Based Dent. 1 mars 2019;20(1):20-1.
148. Karapinar-Kazandag M, Tanalp J, Ersev H. Effect of Premedication on the

Success of Inferior Alveolar Nerve Block in Patients with Irreversible Pulpitis: A Systematic Review of the Literature. *BioMed Res Int* [Internet]. 2019 [cité 10 avr 2019]; Disponible sur: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2019/6587429/>

149. Oleson M, Drum M, Reader A, Nusstein J, Beck M. Effect of Preoperative Ibuprofen on the Success of the Inferior Alveolar Nerve Block in Patients with Irreversible Pulpitis. *J Endod.* 1 mars 2010;36(3):379-82.

150. Simpson M, Drum M, Nusstein J, Reader A, Beck M. Effect of Combination of Preoperative Ibuprofen/Acetaminophen on the Success of the Inferior Alveolar Nerve Block in Patients with Symptomatic Irreversible Pulpitis. *J Endod.* 1 mai 2011;37(5):593-7.

151. Shahi S, Mokhtari H, Rahimi S, Yavari HR, Narimani S, Abdolrahimi M, et al. Effect of Premedication with Ibuprofen and Dexamethasone on Success Rate of Inferior Alveolar Nerve Block for Teeth with Asymptomatic Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 1 févr 2013;39(2):160-2.

152. Parirokh M, Ashouri R, Rekabi AR, Nakhaee N, Pardakhti A, Askarifard S, et al. The Effect of Premedication with Ibuprofen and Indomethacin on the Success of Inferior Alveolar Nerve Block for Teeth with Irreversible Pulpitis. *J Endod.* 1 sept 2010;36(9):1450-4.

153. Stanley W, Drum M, Nusstein J, Reader A, Beck M. Effect of Nitrous Oxide on the Efficacy of the Inferior Alveolar Nerve Block in Patients with Symptomatic Irreversible Pulpitis. *J Endod.* 1 mai 2012;38(5):565-9.

154. Chompu-inwai P, Simprasert S, Chuveera P, Nirunsittirat A, Sastraruji T, Srisuwan T. Effect of Nitrous Oxide on Pulpal Anesthesia: A Preliminary Study. *Anesth Prog.* sept 2018;65(3):156-61.

155. Lindemann M, Reader A, Nusstein J, Drum M, Beck M. Effect of Sublingual Triazolam on the Success of Inferior Alveolar Nerve Block in Patients with Irreversible Pulpitis. *J Endod.* 1 oct 2008;34(10):1167-70.

156. Khademi AA, Saatchi M, Minaiyan M, Rostamizadeh N, Sharafi F. Effect of Preoperative Alprazolam on the Success of Inferior Alveolar Nerve Block for Teeth with Irreversible Pulpitis. *J Endod.* 1 oct 2012;38(10):1337-9.

157. Shetkar P, Jadhav GR, Mittal P, Surapaneni S, Kalra D, Sakri M, et al. Comparative evaluation of effect of preoperative alprazolam and diclofenac potassium on the success of inferior alveolar, Vazirani-Akinosi, and Gow-Gates techniques for teeth with irreversible pulpitis: Randomized controlled trial. *J Conserv Dent.* 9 janv

2016;19(5):390.

158. Pedro-Muñoz AD, Mena-Álvarez J. The effect of preoperative submucosal administration of tramadol on the success rate of inferior alveolar nerve block on mandibular molars with symptomatic irreversible pulpitis: a randomized, double-blind placebo-controlled clinical trial. *Int Endod J*. 2017;50(12):1134-42.

159. Rodríguez-Wong L, Pozos-Guillen A, Silva-Herzog D, Chavarría-Bolaños D. Efficacy of mepivacaine–tramadol combination on the success of inferior alveolar nerve blocks in patients with symptomatic irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. *Int Endod J*. 2016;49(4):325-33.

160. Jalali S, Mohammadi N, Majd N, Torabi S, Habibi M, Homayouni H. The Effect of Acupuncture on the Success of Inferior Alveolar Nerve Block for Teeth with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Triple-blind Randomized Clinical Trial. *J Endod*. 1 sept 2015;41(9):1397-402.

161. Murugesan H, Venkatappan S, Renganathan SK, Narasimhan S, Sekar M. Comparison of Acupuncture with Ibuprofen for Pain Management in Patients with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Randomized Double-Blind Clinical Trial. *J Acupunct Meridian Stud*. 1 déc 2017;10(6):396-401.

162. Markowitz K, Moynihan M, Liu M, Kim S. Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol: A clinically oriented review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1 juin 1992;73(6):729-37.

163. Kayaoglu G, Gürel M, Saricam E, Ilhan MN, Ilk O. Predictive Model of Intraoperative Pain during Endodontic Treatment: Prospective Observational Clinical Study. *J Endod*. 1 janv 2016;42(1):36-41.

164. Chavarría-Bolaños D, Rodríguez-Wong L, Noguera-González D, Esparza-Villalpando V, Montero-Aguilar M, Pozos-Guillén A. Sensitivity, Specificity, Predictive Values, and Accuracy of Three Diagnostic Tests to Predict Inferior Alveolar Nerve Blockade Failure in Symptomatic Irreversible Pulpitis. *Pain Res Manag [Internet]*. 2017 [cité 24 avr 2019];2017. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov.ressources-electroniques.univ-lille.fr/pmc/articles/PMC5488488/>

165. Lin C. Pain catastrophizing in dental patients: implications for treatment management. *J Am Dent Assoc* 1939. nov 2013;144(11):1244-51.

## Table des illustrations

Figure 1: Vue sagittale de la dent et son environnement (4) .....	20
Figure 2 : Vue schématique des principaux constituants de la pulpe (6).....	22
Figure 3 : Schéma d'excitation d'une fibre nerveuse(20).....	25
Figure 4: Test de sensibilité pulpaire - test au froid (24).....	27
Figure 5 : Test de sensibilité pulpaire - test chaud (24).....	28
Figure 6 : Test de vitalité pulpaire - test électrique (24).....	28
Figure 7 : Image de radiographie rétro-alvéolaire (16) .....	30
Figure 8 : Schéma des différentes molécules d'anesthésie locale (20).....	32
Figure 9 : Schéma du mécanisme d'action des anesthésiques locaux (20) .....	35
Figure 10 : schéma de l'action d'une molécule anesthésique sur les canaux sodiques (20).....	36
Figure 11 : Schéma du mécanisme d'action des anesthésique locaux lors d'une inflammation (20).....	36
Figure 12 : (A) Anatomie de la mandibule ; (B) Coupe transversale .....	38
Figure 13 : Vue postérieure de la mandibule (4) .....	39
Figure 14 : Vue schématique du trajet du nerf trigéminal (V) (4) .....	40
Figure 15: Vue médial de la fosse infra-temporale (4).....	41
Figure 16 : Schéma du tronc postérieur du nerf mandibulaire (39) .....	42
Figure 17 : Territoire d'anesthésie du nerf alvéolaire inférieur (40) .....	43
Figure 18 : Seringue Aspject® avec système d'aspiration.....	43
Figure 19 : Seringue Aspject® auto-aspirante .....	44
Figure 20 : Repères anatomiques technique standard (57).....	46
Figure 21 : Insertion de l'aiguille technique standard (40) .....	47
Figure 22 : Repères anatomiques technique Gow-Gates (40) .....	48
Figure 23 : Insertion de l'aiguilles technique Gow- Gates (40) .....	49
Figure 24 : Repères anatomiques technique Akinosi (65).....	50
Figure 25 : Insertion de l'aiguille technique Akinosi (40).....	51
Figure 26 : Schéma du trajet des divisions du nerf trigéminal (20).....	55
Figure 27 : Territoire d'anesthésie de l'anesthésie péri-apicale vestibulaire(40) .....	56
Figure 28 : Repère anatomique de l'anesthésie péri-apicale vestibulaire (57) .....	57

Figure 29 : Insertion de l'aiguille de l'anesthésie péri-apicale vestibulaire (57) .....	58
Figure 30 : Vue postéro-supérieur de l'arcade mandibulaire (4).....	59
Figure 31 : Territoire d'anesthésie péri-apicale linguale (86) .....	60
Figure 32 : Insertion de l'aiguilles anesthésie péri-apicale linguale (86).....	61
Figure 33 : Territoire d'anesthésie de la technique intraligamentaire (57) .....	63
Figure 34 : Seringue pour anesthésie intraligamentaire Paroject® (20) .....	64
Figure 35 : Repère anatomique et insertion de l'aiguille pour l'anesthésie intraligamentaire (57).....	65
Figure 36 : Schéma de l'insertion de l'aiguille et de la diffusion du produit pour une anesthésie intraligamentaire (104) .....	65
Figure 37 : Territoire de l'anesthésie intraosseuse (57).....	67
Figure 38 : Composants du système Stabident® (20).....	68
Figure 39 : Composant du système X-tip® (20) .....	69
Figure 40 : Composants du système Intra-flow® (115) .....	69
Figure 41 : Composants du système QuickSleeper® (116).....	70
Figure 42 : Repères anatomiques pour l'anesthésie transcorticale (121).....	71
Figure 43 : Réalisation de la perforation système Stabident® (113) .....	72
Figure 44 : Maintien du guide d'injection système X-Tip® (113) .....	72
Figure 45 : Réalisation de l'injection système X-Tip® (120) .....	73
Figure 46 : Schéma de la diffusion du produit pour une anesthésie transcorticale (104) .....	73
Figure 47 : Repères anatomiques pour l'anesthésie ostéocentrale (104).....	74
Figure 48 : Schéma de la diffusion du produit pour une anesthésie ostéocentrale (104) .....	75
Figure 49 : Territoire de l'anesthésie intrapulpaire (57) .....	78
Figure 50 : Insertion de l'aiguille technique d'anesthésie intrapulpaire (139).....	80
Figure 51 : Schéma de la diffusion du produit pour une anesthésie intrapulpaire (140) .....	80
Figure 52 : Insertion de l'aiguille dans le canal pulpaire (57).....	81
Figure 53 : Application du bouchon dans la chambre pulpaire (57).....	82
Figure 53 : Schéma décisionnel de la prise en charge de l'anesthésie des cas de pulpite sur les molaires mandibulaires production personnelle d'après Virdee et al. et Reader et al. (57,113).....	86

## **Table des tableaux**

Tableau 1: Causes courantes des maladies de la pulpe (13).....	26
Tableau 2 : Comparatif des taux de succès des techniques d'anesthésie locorégionale du nerf alvéolaire inférieur .....	52
Tableau 3 : Taux de succès de la technique loco-régionale standard accompagné d'un complément d'anesthésie vestibulaire.....	54
Tableau 4 : Comparatif des taux de succès de la technique loco-régionale standard seule et technique standard + complément vestibulaire.....	62
Tableau 5 : Comparatif des taux de succès de la technique standard seul et technique intraosseuse en première et deuxième intention .....	76

**Th. D. : Chir. Dent. : Lille 2 : Année [2019] – N°:**

Gestion de l'échec de l'anesthésie sur les molaires mandibulaires atteintes de pulpite irréversible chez l'adulte / **SADER Paul.**- p. (94) : ill. (53) ; réf. (162).

**Domaines** : Anesthésie, endodontie

**Mots clés Rameau:** Anesthésie dentaire; Anesthésie locale; Anesthésie locorégionale

**Mots clés FMeSH:** Anesthésie dentaire; Anesthésie locale; Anesthésie locorégionale

**Résumé de la thèse :**

L'échec de l'anesthésie sur les molaires mandibulaires atteintes de pulpite irréversible est une difficulté que rencontrent tous les chirurgiens-dentistes. La gestion de cette situation est parfois difficile pour le praticien et peut le conduire à repousser le traitement ou réaliser des soins sans avoir obtenu de silence opératoire efficace.

A travers cette thèse, sont expliqués les enjeux de la pulpite irréversible et sont abordés les principes généraux de l'anesthésie ainsi que les différentes techniques d'anesthésie applicables aux molaires mandibulaires, mais également, des techniques supplémentaires permettant d'améliorer leurs succès. Ces éléments permettent d'établir un protocole d'anesthésie systématique à appliquer lors du diagnostic d'une pulpite irréversible sur une molaire mandibulaire.

**JURY :**

**Président : Monsieur le Professeur Guillaume PENEL**

**Assesseurs : Madame le Docteur Mathilde SAVIGNAT**

**Madame le Docteur Cécile OLEJNIK**

**Madame le Docteur Amélie de Broucker**