

UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2015

Thèse n° 2015-TOU3-3012

THESE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Quentin REVERSAT

Le 09 février 2015

TESTS DE VITALITE ET TRAUMATISMES DENTAIRES

Directeur de thèse : Dr Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN

JURY

Président :	Professeur Philippe POMAR
1 ^{er} assesseur :	Docteur Frédéric VAYSSE
2 ^{ème} assesseur :	Docteur Bertrand ARCAUTE
3 ^{ème} assesseur :	Docteur Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN





Faculté de Chirurgie Dentaire



➔ DIRECTION

ADMINISTRATEUR PROVISOIRE

Mr Hugues CHAP

ASSESEURS DU DOYEN

• ENSEIGNANTS :

Mr CHAMPION Jean
Mr HAMEL Olivier
Mr POMAR Philippe

• PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme GRIMOUD Anne-Marie

• ÉTUDIANT :

Mr HAURET-CLOS Mathieu

CHARGÉS DE MISSION

Mr PALOUDIER Gérard
Mr AUTHER Alain

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme MORICE Marie-Christine

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr LAGARRIGUE Jean †
Mr LODTER Jean-Philippe
Mr PALOUDIER Gérard
Mr SOULET Henri

➔ ÉMÉRITAT

Mme GRÉGOIRE Geneviève
Mr PALOUDIER Gérard

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

56.01 PÉDODONTIE

Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :
Maîtres de Conférences :
Assistants :
Chargés d'Enseignement :

Mr VAYSSE

Mme BAILLEUL-FORESTIER
Mme NOIRRI-ESCLASSAN, Mr VAYSSE
Mme DARIES, Mr MARTY
Mr DOMINÉ

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section :

Maîtres de Conférences :
Assistants :
Chargés d'Enseignement :

Mr BARON

Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,
Mme GABAY-FARUCH, Mme OBACH-DEJEAN, Mme YAN-VERGNES
Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE

Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :
Maître de Conférences :
Assistant :
Chargés d'Enseignement :

Mr HAMEL

Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU
Mr HAMEL, Mr VERGNES
Mlle BARON
Mr DURAND, Mr PARAYRE

57.01 PARODONTOLOGIE***Chef de la sous-section :*** ***Mr BARTHET***

Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN

Assistants : Mr MOURGUES, Mme VINEL

Chargés d'Enseignement : Mr CALVO, Mr LAFFORGUE, Mr SANCIER

57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION***Chef de la sous-section :*** ***Mr CAMPAN***

Professeur d'Université : Mr DURAN

Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY

Assistants : Mme BOULANGER, Mme CROS, Mr EL KESRI

Chargés d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr L'HOMME, Mme LABADIE

57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE)***Chef de la sous-section :*** ***Mr KÉMOUN***

Professeurs d'Université : Mme DUFFAUT

Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr KEMOUN, Mr POULET

Assistants : Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mme PESUDO, Mme SOUBIELLE

Chargés d'Enseignement : Mr BLASCO-BAQUE, Mr SIGNAT, Mme VALERA

58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE***Chef de la sous-section :*** ***Mr GUIGNES***

Maîtres de Conférences : Mr DIEMER, Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE

Assistants : Mr ARCAUTE, Mr BONIN, Mr BUORO, Mme DEDIEU, Mme DUEYMES, Mr MICHETTI

Chargés d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mr ELBEZE, Mr MALLET

58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)***Chef de la sous-section :*** ***Mr CHAMPION***

Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR

Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS

Assistants : Mr CHABRERON, Mr GALIBOURG, Mr HOBEILAH, Mr KNAFO, Mme SELVA

Chargés d'Enseignement : Mr BOGHANIM, Mr DESTRUHAUT, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GHRENASSIA, Mme LACOSTE-FERRE, Mr POGÉANT, Mr RAYNALDY, Mr GINESTE

58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE***Chef de la sous-section :*** ***Mme JONIOT***

Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE

Maîtres de Conférences : Mme JONIOT, Mr NASR

Assistants : Mr CANIVET, Mme GARNIER, Mr MONSARRAT

Chargés d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mr ETIENNE, Mme MAGNE, Mr TREIL, Mr VERGÉ

L'université Paul Sabatier déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.

(Délibération en date du 12 Mai 1891).

Mise à jour au 1^{er} janvier 2015

Cette thèse est dédiée à

Mes grands-pères, **Antoine**, les souvenirs que j'ai de toi sont peu nombreux mais ils sont là pour toujours. **Georges**, tu m'as vu grandir mais tu n'as pas eu le temps de me voir finir ces études dans lesquelles tu m'as toujours soutenu. Je pense à vous.

Jérémy, jamais je n'aurais pu imaginer que tu ne sois pas là aujourd'hui. Merci pour tout ce que tu as apporté à ces cinq années.

Remerciements

À **mes parents**, merci de me supporter, me soutenir et me faire grandir depuis bientôt 24 ans. J'espère que vous êtes fiers de moi.

À **Coralie** et **Clément**, même si les années et la distance nous séparent, sachez que la fratrie, c'est sacré !

A mes grands-mères, **Mamie** et **Bonne-Maman**, merci pour toutes ces vacances, ces bons petits plats et surtout merci d'être toujours derrière moi depuis toutes ces années.

À **Alexandre** et **Maxence**, la nouvelle génération, les meilleurs des neveux.

À mes **cousins**, **cousines**, **oncles** et **tantes**, pour tous ces bons moments partagés qui forgent une famille.

À **Camille**, gold, Katy, le petit lutin, la meilleure rencontre de ces études. Je ne compte plus nos fous rires et nos péripéties. Tu sais qu'on n'a plus besoin de se parler pour se comprendre. J'espère que cette belle amitié continuera longtemps.

À **Chatoune**, sans qui le tabouret s'effondre, des premiers apéros à la danse de la victoire, je suis heureux de t'avoir comme amie.

À **Claire**, la première du groupe qu'on a appelée Docteur, du temps a passé depuis ce fameux stage de P2, mais tu es toujours là. Je te souhaite le meilleur.

À **Marina**, « binôme », celle aux côtés de qui j'ai appris mon métier. Tout n'a pas toujours été facile mais je n'aurais pu partager cette aventure avec personne d'autre.

À **Anaïs**, voisine et maintenant coloc, malgré ce que tu as pu en dire à l'inté, on est quand même devenus copains !

Aux « copains du groupe », **Antoine**, mon libanais préféré, **JC** un Jean-Claude Duss plus vrai que nature, **Sonia** ma partenaire d'option, **Cédric**, **Aurélie**, **Eva**, **Arthur**, **Romain**, au groupe de **l'Hôtel Dieu**, à ceux que j'appelle encore T1, **Anaïk**, **Maëva**, **Eli**, **Lucie**, **Amaury**, à tous ceux de **Bodrum**, merci d'avoir fait de ces 5 ans une belle histoire.

Aux vioques, **Cyrielle**, **Sarah**, **Mathieu**, **Sophie**, **Vincent**, **Cécilia**, du Crit au mariage, de Toulouse à Montpellier, merci pour tous ces souvenirs.

À mes « copains d'avant », **Pauline** et **Justine**, qui détiennent le secret de Jachon. **Grégory** qui a vu naître ma vocation au collège et qui est toujours là aujourd'hui, tu fais mentir le proverbe « loin des yeux loin du cœur ».

À tous ceux que j'oublie mais qui m'ont accompagné, **merci**.

A notre président de jury de thèse,

Monsieur le Professeur POMAR Philippe :

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Vice-Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse,
- Lauréat de l'Institut de Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale de la Salpêtrière,
- Habilitation à Diriger des Recherches (H.D.R.),
- Chevalier dans l'Ordre des Palmes Académiques

Nous vous remercions de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

Nous vous exprimons notre reconnaissance pour votre enseignement de qualité, votre implication dans le bon déroulement de nos études ainsi que pour votre engagement auprès des étudiants.

Veillez trouver ici l'expression de notre profond respect.

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur VAYSSE Frédéric :

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Chef de la sous-section de Pédiodontie
- Chef du Pôle Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier,
- Diplôme d'Etudes Approfondies en Imagerie et Rayonnement en Médecine,
- Habilitation à Diriger les Recherches (HDR)

Nous vous remercions de nous avoir fait l'honneur d'accepter de siéger dans ce jury.

Nous vous remercions pour votre enseignement et votre implication depuis le début de nos études.

Veillez trouver ici l'assurance de notre profond respect.

A notre directrice de thèse,

Madame le Docteur NOIRRIT-ESCLASSAN Emmanuelle :

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Ancienne Interne des Hôpitaux,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier

Nous sommes honorés que vous ayez accepté de diriger cette thèse.

Nous vous remercions pour l'implication et la sympathie dont vous avez fait preuve dans la direction de ce travail ainsi que dans l'enseignement que vous nous avez dispensé tout au long de notre cursus. Elles nous ont donné le goût de votre discipline.

Nous espérons avoir été à la hauteur de vos attentes.

Veillez trouver ici l'assurance de notre profond respect et de notre estime.

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur ARCAUTE Bertrand :

- Assistant hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Master 1 «Biosanté», mention : Anthropologie,
- Master 2 Recherche anthropologie et génétique des populations,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

Nous vous remercions d'avoir accepté de siéger dans ce jury.

*Nous vous remercions pour votre sympathie, votre pédagogie et votre implication dans
notre formation clinique.*

Veillez trouver ici l'assurance de notre sincère estime.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	14
1. HISTOLOGIE DE LA PULPE.....	16
1.1 Histologie de la pulpe saine	16
1.1.1 Avant-propos.....	16
1.1.2 Généralités	16
1.1.3 Composants.....	17
1.1.3.1 Cellules	17
1.1.3.2 Matrice extracellulaire	18
1.1.3.3 Vascularisation	18
1.1.3.4 Innervation	19
1.1.4 Organisation	20
1.2 Histologie de la pulpe traumatisée	21
1.2.1 Généralités sur les lésions histologiques	21
1.2.2 Généralités sur la réaction inflammatoire	22
1.2.3 Evolution	22
1.2.4 Influence de la maturation radiculaire.....	24
1.2.5 Influence du traumatisme.....	24
1.2.5.1 Fractures coronaires.....	24
1.2.5.2 Fractures radiculaires.....	25
1.2.5.3 Contusions et subluxations	25
1.2.5.4 Luxations	26
1.2.5.5 Avulsions	28
2. LES TESTS DE VITALITE PULPAIRE.....	29
2.1 Terminologie	29
2.1.1 Sensibilité	29
2.1.2 Spécificité	29
2.1.3 Valeurs prédictives	29
2.1.3.1 Valeur prédictive positive (VPP).....	30
2.1.3.2 Valeur prédictive négative (VPN)	30
2.2 Les tests thermiques	30
2.2.1 Le test au froid	30
2.2.1.1 Principe.....	30
2.2.1.2 Différents types de tests au froid.....	31

2.2.1.2.1	La glace.....	31
2.2.1.2.2	La glace carbonique.....	31
2.2.1.2.3	Le spray réfrigérant.....	32
2.2.1.3	Mise en œuvre	32
2.2.1.4	Avantages.....	33
2.2.1.5	Limites	33
2.2.2	Le test au chaud	34
2.2.2.1	Principe.....	34
2.2.2.2	Différents types de tests au chaud.....	34
2.2.2.2.1	Gutta-percha chaude	34
2.2.2.2.2	Instruments chauffés	35
2.2.2.2.3	Source électrique	35
2.2.2.2.4	Chaleur de friction.....	36
2.2.2.3	Mise en œuvre	36
2.2.2.4	Avantages.....	36
2.2.2.5	Limites	36
2.3	Le test électrique.....	37
2.3.1	Principe.....	37
2.3.1.1	Testeurs bipolaires	37
2.3.1.2	Testeurs monopolaires.....	37
2.3.2	Mise en œuvre	38
2.3.3	Avantages.....	38
2.3.4	Limites	38
2.4	Le test au fraisage	39
2.4.1	Principe.....	39
2.4.2	Mise en œuvre	39
2.4.3	Avantages.....	40
2.4.4	Limites	40
2.5	L'oxymétrie de pouls.....	40
2.5.1	Principe.....	40
2.5.2	Mise en œuvre	41
2.5.3	Avantages.....	42
2.5.4	Limites	42
2.6	Fluxmétrie laser Doppler.....	43

2.6.1	Principe.....	43
2.6.2	Mise en œuvre	44
2.6.3	Avantages	45
2.6.4	Limites	46
3.	EFFICACITE DES DIFFERENTS TESTS EN CAS DE TRAUMATISME	47
3.1	Tests de sensibilité	47
3.1.1	Tests thermiques.....	47
3.1.2	Test électrique.....	47
3.1.3	Discussion	48
3.2	Tests par mesure du flux sanguin.....	49
3.2.1	Oxymétrie de pouls	49
3.2.2	Fluxmétrie laser Doppler.....	49
3.3	Discussion.....	50
3.4	Analyse critique de la littérature.....	51
4.	CAS CLINIQUES.....	57
4.1	Cas n°1.....	57
4.2	Cas n°2:.....	59
	CONCLUSION.....	68
	BIBLIOGRAPHIE.....	69
	LISTE DES FIGURES.....	74

INTRODUCTION

La réalisation du diagnostic pulpaire est un acte quotidien dans la pratique du chirurgien-dentiste. Pourtant, bien qu'il s'agisse d'un acte routinier, il est crucial qu'il soit réalisé avec précision et justesse. En effet, **de la détermination de l'état pulpaire découlent une multitude de prises en charge différentes**, chacune ayant ses indications et ses conséquences.

Une erreur de diagnostic entraîne **une perte de chance immédiate** pour la dent concernée ; une dent vitale diagnostiquée comme nécrosée subira un traitement endodontique inutile. A l'inverse, une pulpe non-vitale qui n'est pas détectée risque d'entraîner de nombreuses complications, de la lésion péri-apicale à la résorption radiculaire.

Pourtant, à l'heure actuelle, **la réalisation de ce diagnostic ne peut être effectuée par examen direct de la pulpe**, et passe nécessairement par l'utilisation de méthodes indirectes appelées « **tests de vitalité** » qui retranscrivent l'état pulpaire. Il apparaît ainsi évident que cette transposition génère des biais, qui, s'ils s'accumulent, risquent de fausser le diagnostic, et par la même occasion, de déclencher une prise en charge inadaptée.

Or, la détermination correcte de la vitalité pulpaire, si elle n'est pas toujours aisée sur une dent saine, l'est d'autant moins sur une dent qui a subi un traumatisme récent, puisque **la pulpe est dans cet état de « choc » qu'on nomme sidération pulpaire**. La tâche se complique également si le patient concerné est, comme souvent en cas de traumatisme, un enfant, puisque ces derniers sont parfois craintifs et ont du mal à exprimer leur ressenti.

A cela s'ajoute le fait que la nécrose pulpaire post-traumatique peut apparaître entre deux semaines et deux ans après la survenue de l'incident, selon le type de blessure infligé aux tissus. Ainsi, il est crucial de poser rapidement un diagnostic correct et ce à l'aide d'un test de vitalité qui jouera le rôle de socle sur lequel s'appuieront toutes les décisions ultérieures.

Le test idéal devra donc être simple, objectif, standardisé, reproductible, non-invasif, indolore, précis et d'un coût raisonnable.

A l'heure actuelle, les tests existants reposent sur deux principes : **l'évaluation de la sensibilité pulpaire et la détermination du flux vasculaire pulpaire**. Si la littérature abonde quant à l'utilisation de ces tests sur des dents saines, elle se fait plus rare dès lors qu'un traumatisme vient compliquer la donne.

Notre travail aura donc pour objectif de répondre à cette problématique : **quel serait le meilleur test de vitalité en cas de traumatisme dentaire, afin de poser le diagnostic correct le plus rapidement possible et de mettre en place un plan de traitement adapté ?**

Pour cela, après avoir effectué un bref rappel sur l'histologie de la pulpe, nous nous pencherons sur l'étude des différents tests existants à l'heure actuelle et expérimentés *in vivo*, puis nous évaluerons leur efficacité respective en cas de traumatisme, avant de présenter deux cas cliniques relatifs à la problématique.

1. HISTOLOGIE DE LA PULPE

1.1 Histologie de la pulpe saine

1.1.1 Avant-propos

Le diagnostic de la vitalité pulpaire est souvent difficile, de par l'inaccessibilité de la pulpe pour la réalisation des tests d'une part et du fait des réactions pulpaires diverses et variées d'autre part. Ainsi, la connaissance de l'histologie de la pulpe saine et des phénomènes physiologiques ou pathologiques qui s'y déroulent suite à un traumatisme semble être un prérequis indispensable dans la pratique du chirurgien-dentiste, en lui permettant de mener au mieux sa démarche diagnostique et thérapeutique.

1.1.2 Généralités

La pulpe est un tissu conjonctif non minéralisé, vascularisé et innervé. Elle est contenue dans une cavité close formée par la dentine et l'émail pour la pulpe coronaire (qui s'étend des cornes pulpaires au collet), ou par la dentine et le cément pour la pulpe radiculaire (qui s'étend du collet aux apex). Cette structure rigide permet de la protéger contre les attaques bactériennes et les forces mécaniques subies par la dent. La pulpe possède quatre fonctions principales (1,2) :

- Une **fonction nutritive** pour ses propres composants ainsi que ceux de la dentine
- Une **fonction de formation physiologique de dentine** tout au long de la vie afin de compenser la perte d'émail et de dentine
- Une **fonction sensitive**, en contribuant (avec les récepteurs du ligament alvéolo-dentaire) à l'information et l'évaluation des pressions, des variations de température et des lésions des tissus minéralisés.
- Une **fonction réparatrice**, avec la formation de dentine de réparation en cas d'agression

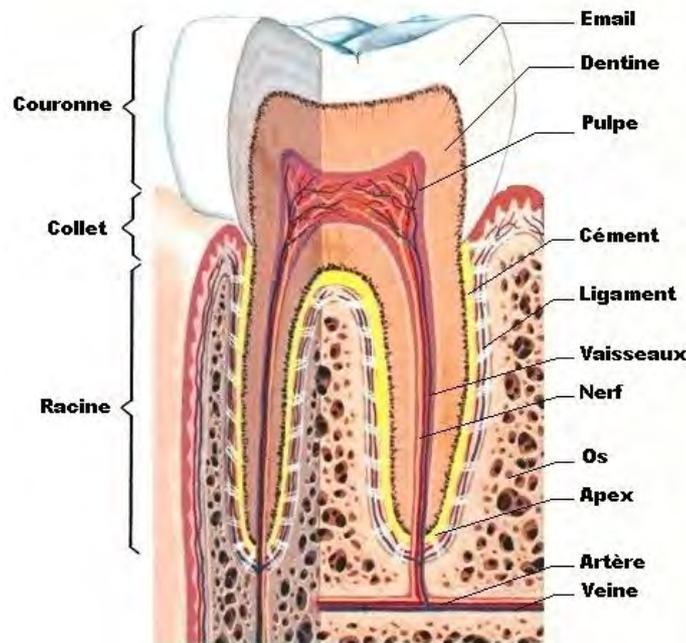


Figure 1 : Situation de la pulpe dans la dent (3)

1.1.3 Composants

1.1.3.1 Cellules

Les cellules pulpaire les plus nombreuses sont les **fibroblastes**, retrouvés dans quasiment toute la pulpe dentaire. Ils permettent la formation et le renouvellement de la matrice extracellulaire.

On retrouve ensuite les cellules caractéristiques de l'organe dentaire : les **odontoblastes**. Ce sont des cellules hautement différenciées, post-mitotiques, organisées à la périphérie de la pulpe en palissade unicellulaire. Ils possèdent un corps pyramidal en coronaire, et de plus en plus cubique en avançant dans la pulpe radiculaire, traduisant une différence d'activité entre ces cellules. Ce corps présente un prolongement qui chemine dans les tubuli dentinaires. Ils sont reliés entre eux ainsi qu'aux terminaisons nerveuses adjacentes par des jonctions étanches de type gap-junction, qui jouent le rôle de liaison pour la communication inter-odontoblastique, ainsi que de barrière de protection. Les odontoblastes possèdent des fonctions multiples et complexes. Nous retiendrons principalement la sécrétion de pré-dentine, la régulation du flux sanguin pulpaire, le contrôle du transfert des ions P^{3-} et Ca^{2+} ainsi que la sécrétion de protéinases qui dégradent la matrice organique.

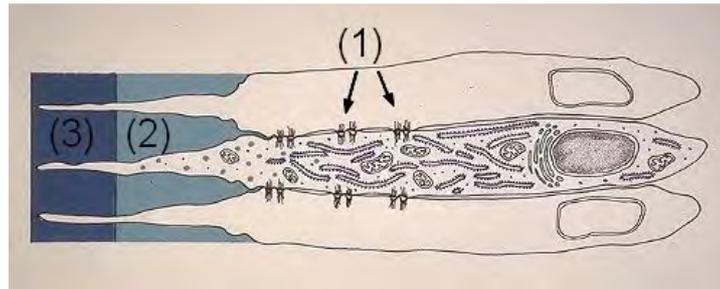


Figure 2 : Représentation schématique des odontoblastes. (1) Jonctions gap ; (2) Prédentine ; (3) Dentine (4)

La pulpe renferme également quelques **cellules de défense**, principalement des cellules dendritiques et lymphocytes T, ainsi que des mastocytes et macrophages.

Enfin, la pulpe s'est récemment révélée être un réservoir de **cellules progénitrices** pluripotentes, appelées Dental Pulp Stem Cells (DPSC) dans la dent définitive ou Stem cells from Human Exfoliated Deciduous teeth (SHED) dans la dent temporaire. Leur processus de différenciation est encore mal connu, mais ces cellules semblent impliquées dans la réparation pulpaire.(2,5-7)

1.1.3.2 *Matrice extracellulaire*

La matrice extracellulaire permet à la pulpe de s'adapter aux variations de pression. Elle est composée principalement de collagène de type I (56% du collagène), III (41%) et IV (en péri-vasculaire). On y trouve également un gel interstitiel, quelques fibres réticulées, des lipides, plusieurs types d'enzymes et de nombreuses protéines non collagéniques. (1,6)

1.1.3.3 *Vascularisation*

La vascularisation pulpaire provient de l'artère maxillaire (issue de l'artère carotide externe) qui donne l'artère dentaire qui se subdivise elle-même en de multiples artérioles pour chaque dent.

Ces artérioles pénètrent dans la dent par le foramen apical, puis cheminent parallèlement aux parois canalaux jusqu'aux cornes pulpaires. En route, elles donnent des branches qui forment un plexus capillaire dans les couches sous-odontoblastiques. Ce plexus fournit oxygène et nutriments aux cellules de la pulpe, puis le sang repart à travers les veinules centrales en évacuant les déchets métaboliques.

La vascularisation pulpaire présente de nombreuses anastomoses artérielles, veineuses et artério-veineuses qui permettent de réguler la pression intrapulpaire en cas d'augmentation du flux sanguin.

L'inconvénient de cette vascularisation est d'être issue d'une source unique : ainsi, en cas de lésion vasculaire, la cicatrisation pulpaire est plus compliquée que celle d'un tissu qui présente de multiples sources de vascularisation. (5,7)

1.1.3.4 Innervation

L'innervation pulpaire sensitive est issue des branches maxillaire et mandibulaire du trijumeau. Les rameaux pulpaire pénétrant dans la dent par l'apex en suivant le trajet des vaisseaux. Ces nerfs forment des paquets comprenant environ 80% de fibres amyéliniques et 20% de fibres myélinisées. Ces fibres progressent coronairement et finissent par former le **plexus nerveux de Raschkow** à hauteur de la couche de Höhl. Ce plexus contient des fibres myélinisées A β et A δ , ainsi que des fibres amyéliniques C. En traversant cette zone riche en cellules, les axones perdent progressivement leur couche de myéline et forment dans la couche acellulaire de Weil un réseau dense de terminaisons nerveuses libres. Enfin, un certain nombre de ces terminaisons libres continue sa course en accompagnant les prolongements odontoblastiques dans les tubules.

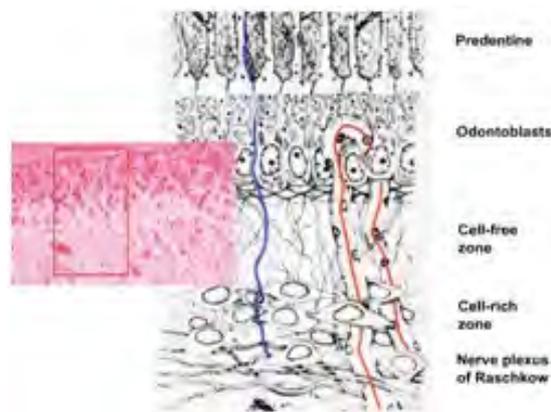


Figure 3 : Innervation pulpaire périphérique (1)

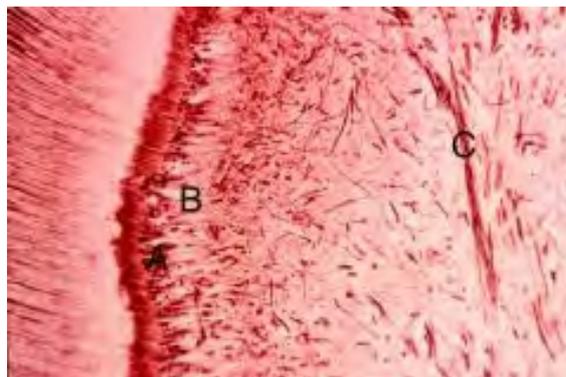


Figure 4 : Coupe histologique dentino-pulpaire. A = odontoblastes ; B = couche acellulaire de Weil ; C = Plexus de Raschkow (8)

L'ensemble de ces terminaisons nerveuses se comportent comme des **nocicepteurs** qui répondent aux forces mécaniques et aux changements thermiques. Leur réponse n'est cependant pas la même selon qu'il s'agisse de fibres A ou C.

Les *fibres A* (90% de A δ et 10% de A β) ont un seuil d'excitation faible et sont surtout retrouvées en situation périphérique dans la pulpe. Elles produisent ainsi une sensation de douleur rapide et aiguë. Notons que le nombre de fibres myélinisées augmente avec la maturation pulpaire, diminuant ainsi le seuil d'excitabilité de la pulpe.

Les *fibres C* ont un seuil d'excitation plus élevé. Elles induisent une douleur sourde, lancinante de type brûlure, difficile à localiser. Ces fibres sont associées à la douleur inflammatoire, et sont surtout présentes en zone centrale de la pulpe.

Notons enfin qu'il existe des fibres sympathiques amyéliniques en situation périvasculaire, impliquées dans la vasoconstriction réflexe en cas de stimulation.(1, 7, 9, 10)

Rôle du fluide dentinaire

Le fluide dentinaire est un exsudat pulpaire qui occupe, avec les prolongements odontoblastiques, les tubules dentinaires. Ce fluide se comporte comme un hydrogel chargé positivement et contient des agents antimicrobiens, constituant de ce fait une véritable barrière antibactérienne.

Mais ce n'est pas son seul rôle puisque, selon la **théorie hydrodynamique**, les déplacements rapides de ce fluide à l'intérieur des tubuli seraient à l'origine de **surpressions pulpaires** et entraîneraient des douleurs (ou sensibilités). En effet, un stimulus froid entraîne un déplacement centrifuge du fluide dentinaire et inversement pour un stimulus chaud. Ces mouvements stimulent directement les terminaisons A dans les tubules ou les zones proches de la dentine et créent ainsi une sensation douloureuse. Ces mouvements pourraient également indirectement stimuler les boutons terminaux par écrasement lors de la déformation des corps odontoblastiques.(6,7)

Rôle des ostéoblastes

Une autre théorie avance que les odontoblastes auraient un rôle de transmission sensitive par l'intermédiaire des jonctions « gap » qui les relient aux axones. La cellule transformerait les pressions reçues en signal nerveux grâce à ses canaux ioniques et transmettrait ce dernier au réseau nerveux. Cependant, les études histologiques n'ont pas pu mettre en évidence une éventuelle synapse entre les odontoblastes et les axones, rendant cette théorie caduque. (5,7)

1.1.4 Organisation

La pulpe coronaire est organisée en plusieurs couches distinctes, avec de la périphérie vers le centre (2,6) :

- **Couche odontoblastique** : c'est la couche la plus proche de la dentine. Elle comprend la ligne des corps cellulaires des odontoblastes, leurs prolongements

étant situés dans les tubuli dentinaires. Entre ces corps cellulaires se situent également ceux des axones afférents.

- **Couche acellulaire de Weil** : malgré ce qu'indique son nom, elle contient quelques cellules (principalement des fibroblastes), ainsi que des réseaux vasculaires et nerveux.
- **Couche de Höhl ou zone riche en cellules** : le nombre de vaisseaux, de nerfs et de cellules (fibroblastes, cellules dendritiques et cellules souches) est plus important que dans la couche de Weil. On y trouve le plexus nerveux de Raschkow. Les terminaisons nerveuses de cette zone pénètrent parfois les couches externes pour accompagner les prolongements odontoblastiques dans leurs tubules.
- **Zone centrale** : de composition proche de la couche précédente avec néanmoins un nombre de cellules et de vaisseaux sanguins augmenté.

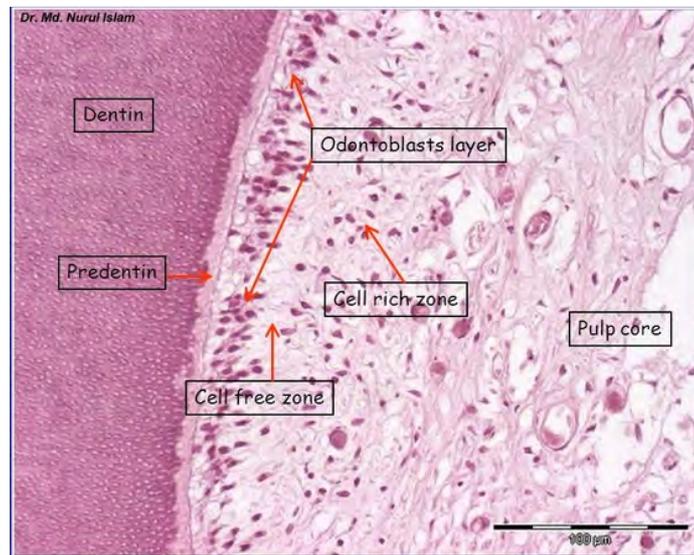


Figure 5 : Organisation pulpaire (8)

1.2 Histologie de la pulpe traumatisée

1.2.1 Généralités sur les lésions histologiques

Lors d'un traumatisme dentaire, il se produit un certain nombre d'altérations de la structure histologique de la pulpe.

On observe le plus souvent une désorganisation de la couche odontoblastique avec une diminution du nombre d'odontoblastes. Cette désorganisation entraîne la libération de facteurs de destruction tissulaire qui lèsent les cellules adjacentes et sous-jacentes. (7)

Une destruction des structures nerveuses et vasculaires dans la chambre pulpaire peut aussi se produire. Si les vaisseaux apicaux sont préservés, le sang continue d'affluer dans la chambre, provoquant une hémorragie péri-vasculaire pouvant entraîner des colorations coronaires par diffusion du sang dans les tissus durs.

Enfin, il se produit parfois, lorsque le traumatisme est sévère, une **rupture partielle ou totale du paquet vasculo-nerveux apical**. On aura alors une diminution ou un arrêt de la vascularisation pulpaire pouvant entraîner, s'il se prolonge, la nécrose pulpaire. La sensibilité sera également diminuée ou absente, entraînant alors ce qu'on appelle la « **sidération pulpaire** ». (5,7)

1.2.2 Généralités sur la réaction inflammatoire

La formation de ces lésions déclenche une réaction pulpaire variable, allant de la néoformation dentinaire à la nécrose pulpaire totale. Quelque soit la réponse pulpaire engagée, une **réaction inflammatoire se met en place dès la survenue du traumatisme**.

Il apparaît alors un infiltrat inflammatoire dit « initial », composé principalement de macrophages, lymphocytes et de médiateurs de l'inflammation, notamment l'histamine, diverses interleukines et la substance P. L'inflammation se traduit également par une vasodilatation et une augmentation de la perméabilité vasculaire. Un œdème se forme alors, ce qui produit une hausse de la pression intra-pulpaire, entraînant un collapsus des capillaires dans la zone affectée. Il se crée une stase vasculaire, suivie d'une ischémie entraînant une mort cellulaire localisée. (7, 11, 12)

1.2.3 Evolution

A la suite de cette réaction inflammatoire initiale, plusieurs scénarios sont possibles.

- **Cicatrisation** : La nécrose peut être circonscrite par la formation d'une barrière périphérique la séparant du tissu sain, ainsi que par l'ouverture des shunts vasculaires. En redirigeant le sang, ils permettent de rétablir une pression tissulaire normale et d'éviter l'hypoxie généralisée. La cicatrisation pulpaire se fait par remplacement du tissu lésé par un nouveau tissu. **L'hyperpression et l'inflammation disparaissent entre deux et trois mois après le traumatisme**. L'infiltrat inflammatoire laisse la place à un tissu de granulation riche en cellules vasculaires. Les cellules souches sont mobilisées et se différencient pour restaurer une structure pulpaire fonctionnelle. On assiste alors, si la pulpe est préservée de toute infection et si la taille du foramen apical le permet, à une néo-vascularisation qui se produit de l'apex vers la chambre. Des études menées sur le chien ont montré que celle-ci débutait à partir de 10 jours après la survenue du traumatisme. **La**

régénération nerveuse est quant à elle plus lente que la régénération vasculaire (à partir de 36 jours chez le chien). Le calibre et le nombre des fibres nerveuses régénérées sont cependant moins importants qu'à l'origine. Cette cicatrisation a été décrite comme **semblable à la formation embryologique de la pulpe**. (5, 7, 9, 13)

→ **Nécrose totale** : Plusieurs phénomènes (diminution du pH, relargage de neuropeptides par les terminaisons nerveuses, boucle sensorielle réflexe) tendent à maintenir et étendre la vasodilatation et la perméabilité vasculaire, entraînant une propagation de l'œdème intra-pulpaire. Lorsque celui-ci est trop étendu, il compromet la structure pulpaire dans son intégralité. L'hyperpression s'étend alors jusqu'au foramen apical et comprime les vaisseaux nourriciers : il se produit un **infarctus pulpaire** qui conduit à la nécrose pulpaire totale. Elle est également inévitable si la pulpe inflammatoire s'infecte. Notons **que les fibres nerveuses sont plus résistantes à la nécrose que les vaisseaux**, et peuvent donc, si elles ne sont pas rompues, survivre alors que les tissus environnants sont nécrosés. (3, 5, 9, 10, 12, 13)

→ **Tissu de remplacement** : Le remplacement de la pulpe par un nouveau tissu ne peut se produire que si la pulpe s'est revascularisée. Les odontoblastes vivants, en réponse à l'agression représentée par le traumatisme, sécrètent une nouvelle dentine de façon accélérée. Cette néoformation de tissu dur, de structure anormale, présente différents stades. Elle peut se limiter à l'apparition de calcifications intra-pulpaire autour des thrombi créés lors du traumatisme, ou bien être plus envahissante en **oblitérant la cavité pulpaire partiellement ou dans son intégralité**. Ce type de cicatrisation est majoritairement retrouvé dans les cas de luxations sur dents immatures. Dans 7 à 16% des cas, l'oblitération canalaire totale entraîne une nécrose secondaire. Plus rarement, surtout lors de repositionnement dentaire forcé ou incomplet, la pulpe peut-être remplacée par de l'os, relié aux parois canalaire par un tissu semblable au ligament alvéolo-dentaire. Enfin, la pulpe enflammée peut également activer les dentinoclastes, à l'origine des **résorptions radicaires internes**. (3, 5, 13)



Figure 6 : Oblitération canalaire de 11 (totale) et 21 (partielle) après extrusion. Rétroalvéolaires à 6 mois, 1 an et 5 ans (5)

1.2.4 Influence de la maturation radulaire

Il est capital de noter que la taille du foramen apical joue un grand rôle dans le pronostic pulpaire. En effet plus celui-ci est large, plus les chances et la rapidité de revascularisation sont importantes. En outre, l'ouverture apicale et l'immaturation radulaire permettent un meilleur recrutement des facteurs de croissance et des cellules souches. De plus, un apex ouvert permettra à la dent d'effectuer lors du choc de petits mouvements sans endommager le paquet vasculo-nerveux apical. Ainsi, **une dent immature aura un meilleur pronostic de cicatrisation pulpaire qu'une dent dont l'édification radulaire est terminée.** (5)

1.2.5 Influence du traumatisme

1.2.5.1 Fractures coronaires

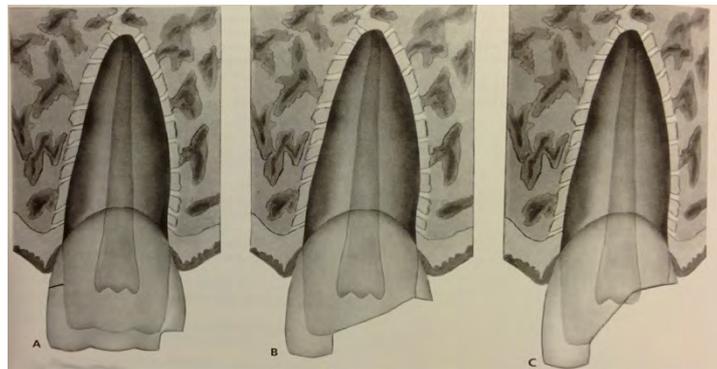


Figure 7 : A= fracture amélaire ; B = fracture amélo-dentinaire sans exposition pulpaire ; C = fracture amélo-dentinaire avec exposition pulpaire (5)

Si la fracture coronaire n'a pas entraîné d'exposition pulpaire, les odontoblastes survivants sécrètent de la dentine réactionnelle afin d'éloigner la pulpe de l'agression. Si la pulpe est exposée, il peut se former un polype pulpaire, une couche de fibrine, ou un pont dentinaire en cas de coiffage. Les risques de nécrose pulpaire, d'oblitération canalaire ou de résorption sont quasi-nuls si les fractures sont simples, c'est-à-dire non associées à une luxation. Dans le cas contraire, une nécrose survient dans 1 à 6% des cas, selon le stade d'édification radulaire.

On observe fréquemment une **diminution de la sensibilité pulpaire durant 1 à 8 semaines.** (5)

1.2.5.2 *Fractures radiculaires*

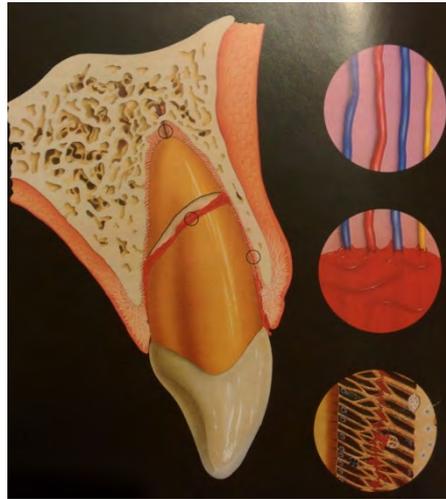


Figure 8 : Fracture radulaire (5)

La fracture d'une racine accroît les chances de survie de la pulpe lors d'un traumatisme violent. En effet, elle permet d'éviter la transmission de l'impact au péri-apex, diminuant ainsi le risque de rupture des structures vasculaires et nerveuses. De plus, la fracture offre à la pulpe une communication plus large avec le parodonte, accroissant ainsi les possibilités de revascularisation. Enfin, elle permet à l'œdème autour du trait de fracture de s'évacuer plus facilement, réduisant la compression vasculaire. Le fragment coronaire est plus sujet à la nécrose que le fragment apical.

La nécrose est influencée par le stade de maturation dentaire, la mobilité du fragment coronaire, le déplacement des fragments et la distance entre ces derniers.

L'oblitération canalaire est fréquente (69-73%), surtout sur le fragment apical, et est rarement suivie d'une nécrose. (5)

1.2.5.3 *Contusions et sublaxations*

Ces traumatismes sont de très bon pronostic. La sidération pulpaire est rare.

Pour la contusion, le pourcentage de nécrose pulpaire est de 4% sur dent mature et nul sur dent immature. 6% des dents matures et 3% des dents immatures subissent une oblitération canalaire. (5,15)

En cas de sublaxation, 12% des pulpes des dents immatures sont remplacées par un nouveau tissu et 88% cicatrisent normalement. Pour les dents matures, 76% cicatrisent, 16% se nécrosent et 8% subissent une oblitération canalaire. Le diagnostic de nécrose peut être confirmé dans les 2 mois.

1.2.5.4 Luxations

Ce type de traumatisme comprend les intrusions, extrusions et luxations latérales.

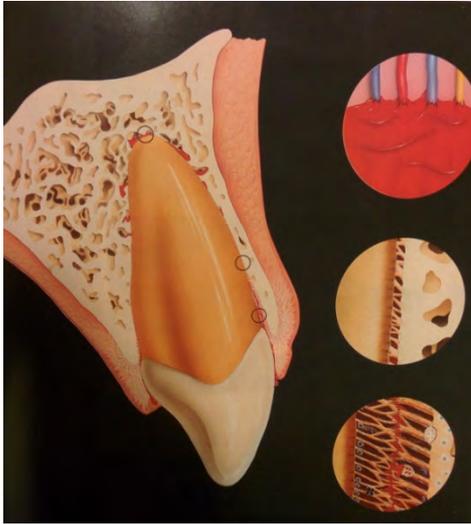


Figure 9 : Intrusion (5)

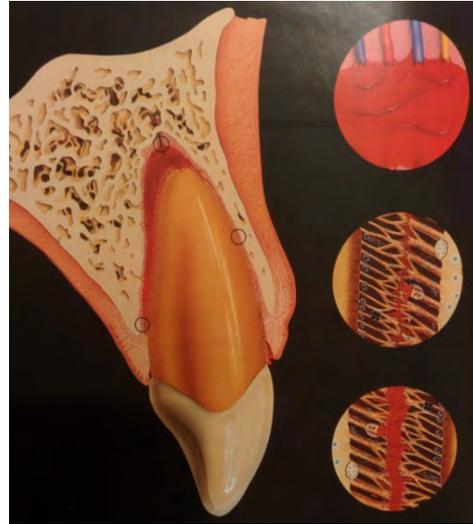


Figure 10 : Extrusion (5)

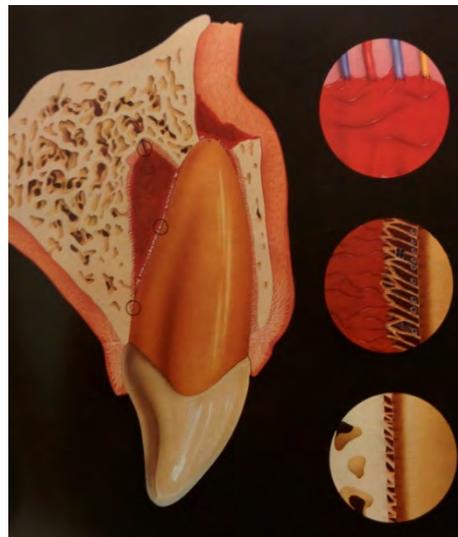


Figure 11 : Luxation latérale (5)

La rupture du paquet vasculo-nerveux, partielle ou totale, est fréquente. Les premiers signes de nécrose sont observés à partir de 6 jours après le traumatisme. Les intrusions sont les luxations entraînant le plus de nécrose (100% sur dent mature, 63% sur dent immature), suivies par les luxations latérales (79% sur dent mature, 10% sur dent immature) et les extrusions (65% sur dent mature, 7% sur dent immature).

L'oblitération canalaire est un phénomène fréquent dans ce type de traumatisme et apparaît entre 3 et 12 mois après le traumatisme. Sa fréquence augmente avec la sévérité du déplacement. Quelques résorptions internes sont également observées. (5,15)

Le diagnostic de nécrose ne peut être posé avec certitude avant 2 ans. En effet, on retrouve dans ce type de blessure un phénomène connu sous le nom de **Transient Apical Breakdown** (TAB). Le TAB se produit lors de la rupture du paquet vasculo-nerveux. On observe une résorption des tissus (dentine/os/cément) à l'interface entre les tissus vitaux et nécrosés. Cela se traduit radiologiquement par une radioclarité apicale semblable à une lésion d'origine endodontique. Cette résorption a en fait pour but de ménager de la place pour la néo-vascularisation apicale. Lorsque celle-ci est établie, une phase de remodelage se met en place : la résorption s'arrête et les tissus cicatrisent.

	Racine immature			Racine mature		
	<i>Cicatrisation</i>	<i>Oblitération</i>	<i>Nécrose</i>	<i>Cicatrisation</i>	<i>Oblitération</i>	<i>Nécrose</i>
<i>Contusion</i>	97%	3%	0%	90%	6%	4%
<i>Subluxation</i>	88%	12%	0%	76%	8%	16%
<i>Extrusion</i>	31%	62%	7%	16%	19%	65%
<i>Luxation latérale</i>	19%	71%	10%	12%	9%	79%
<i>Intrusion</i>	12%	25%	63%	0%	0%	100%

Figure 12 : Evolution pulpaire dans les cas de contusion, subluxation, extrusion, luxation latérale et intrusion sur dents matures et immatures (Valeurs issues de (15))

1.2.5.5 Avulsions

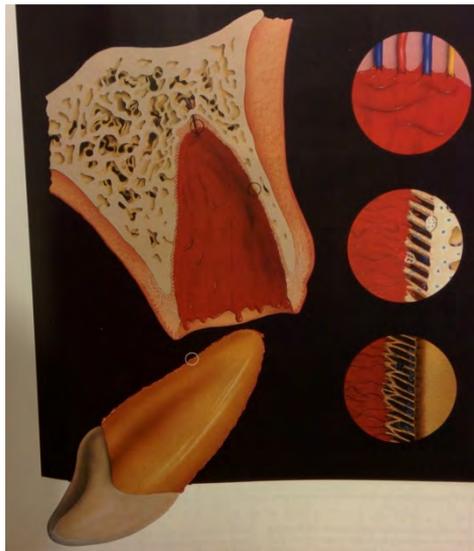


Figure 13 : Avulsion (5)

Après une avulsion traumatique suivie d'une réimplantation, si la pulpe n'est pas extraite par le praticien, on observe fréquemment l'apposition de dentine réactionnelle ou d'os, des résorptions internes ou des nécroses. La revascularisation est également possible si l'apex est assez large (>1,2 mm) et le temps extra-alvéolaire court.

Les premiers signes de cicatrisation pulpaire sont observés au bout de 2 semaines : le tissu coronaire lésé est progressivement colonisé par de nouveaux capillaires et de nouvelles cellules. La couche odontoblastique se reforme et le dépôt de tissu dur débute à 17 jours. La régénération nerveuse commence au bout de 36 jours.

Les complications pulpaires sont variables et dépendent principalement du temps extra-oral, du milieu de conservation de la dent et du diamètre de l'apex. La nécrose peut être diagnostiquée entre 2 et 4 semaines.

2. LES TESTS DE VITALITE PULPAIRE

2.1 Terminologie

Les tests diagnostiques devraient dans l'idéal donner une réponse univoque à la question posée, ici : la dent est-elle vitale ou non vitale ? Les tests de vitalité ont une particularité, puisqu'un test est positif lorsque la dent est vitale, c'est-à-dire exempte de maladie. Il n'existe cependant pas de consensus sur la terminologie à employer, certains auteurs définissant un test « positif » quand la dent est diagnostiquée vitale, d'autres lorsqu'elle ne répond pas au test (dent « malade »). Par souci de simplification, nous considérerons **qu'un test est positif lorsqu'il détecte la maladie, c'est-à-dire lorsqu'il diagnostique une dent nécrosée.**

Pour évaluer l'efficacité d'un test diagnostique, plusieurs paramètres sont à considérer.

2.1.1 Sensibilité

La sensibilité d'un test est définie par la proportion de patients qui ont la maladie et dont le test est positif, c'est-à-dire de vrais positifs (malades que le test détecte correctement).

Plus un test est sensible, moins il aura de faux-négatifs, donc mieux il détectera la maladie (16). Par exemple, un test dont la sensibilité est de 0,80 aura 80% de chance de détecter la maladie.

2.1.2 Spécificité

La spécificité est la proportion de patients qui n'ont pas la maladie et dont le test est négatif, c'est-à-dire les vrais négatifs (patients sains que le test détecte correctement).

Plus un test est spécifique, moins il aura de faux-positifs (16). Par exemple, un test dont la spécificité est de 0,90 aura 90% de chance d'être négatif si le patient est sain.

2.1.3 Valeurs prédictives

Les valeurs prédictives permettent d'évaluer l'efficacité d'un test dans une population dont l'état de santé n'est pas connu, contrairement à la sensibilité et la spécificité.

Elles sont donc dépendantes de la prévalence de la maladie dans la population étudiée. Il est donc capital de noter que pour comparer les valeurs prédictives de différentes études, il

faut au préalable les recalculer en ajustant leurs prévalences. Les valeurs prédictives employées ici ont été recalculées de la sorte. (17,18)

2.1.3.1 Valeur prédictive positive (VPP)

C'est la probabilité d'avoir la maladie en cas de test positif. Elle est donnée par le rapport des vrais positifs sur l'ensemble des tests positifs. (16)

La VPP est directement proportionnelle à la prévalence. (17)

2.1.3.2 Valeur prédictive négative (VPN)

C'est la probabilité de ne pas avoir la maladie en cas de test négatif. Elle est donnée par le rapport des vrais négatifs sur l'ensemble des tests négatifs. (16)

La VPN est inversement proportionnelle à la prévalence. (17)

Résultat du test	Test de référence		
	Maladie présente	Maladie absente	
Test positif	Vrais positifs (a)	Faux positifs (b)	Valeur prédictive positive = $a/(a+b)$
Test négatif	Faux négatifs (c)	Vrais négatifs (d)	Valeur prédictive négative = $d/(c+d)$
	Sensibilité = $a/(a+c)$	Spécificité = $d/(b+d)$	Prévalence (probabilité a priori) = $(a+c)/(a+b+c+d)$

Figure 14 : Résumé des notions de sensibilité, spécificité, VPP, VPN et prévalence(16)

2.2 Les tests thermiques

2.2.1 Le test au froid

2.2.1.1 Principe

Le test au froid est un test de sensibilité consistant en l'application d'un stimulus froid sur la surface dentaire. Une réponse au froid indique la présence de fibres nerveuses fonctionnelles. (10)

Il fonctionne grâce à la contraction du fluide dentinaire dans les tubules dentinaires, créant ainsi une fuite dudit fluide. Ce mouvement rapide crée des forces hydrodynamiques qui stimulent les fibres A du complexe dentino-pulpaire, engendrant ainsi une sensation douloureuse « aigüe ». Cette sensation dure tant que le stimulus est appliqué ou se prolonge après l'arrêt du stimulus selon l'état d'inflammation pulpaire. (10)

2.2.1.2 Différents types de tests au froid

Il existe une multitude d'outils disponibles pour obtenir un stimulus froid, les principales différences résidant dans leur température et leur présentation. (10) Certains sont tombés en désuétude, remplacés par des molécules plus performantes.

2.2.1.2.1 La glace

La glace est le test au froid le plus ancien. Elle se conditionnait habituellement sous forme de bâtonnets, réalisés à l'aide de pailles placées au congélateur. Leur température est de 0°C. (10)



Figure 15 : Application d'un bâtonnet de glace (19)

Les bâtonnets de glace ont été abandonnés car ils présentaient trop d'inconvénients : leur température trop élevée ne stimulait pas assez le complexe dentino-pulpaire (19), leur fonte entraînait des coulées d'eau sur les dents adjacentes qui pouvaient fausser les résultats, et les résultats obtenus n'étaient ni précis, ni fiables. (20)

2.2.1.2.2 La glace carbonique

La glace carbonique se conditionne sous forme de bâtonnets solides à appliquer sur la surface dentaire. Leur température est de **-78°C**, ce qui les rend très efficaces sur les dents immatures (21) et les dents vitales couronnées, malgré un risque de fissure de la céramique. (10,14)

On notera également que la glace carbonique permet de réaliser le diagnostic d'une bouche complète en 2 minutes, dent par dent, sans quitter la bouche et sans affecter les dents adjacentes, tout en donnant une réponse pulpaire intense. Ses résultats sont précis, sûrs et reproductibles. (19)



Figure 16 : Bâtonnet de glace carbonique monté en seringue (19)

2.2.1.2.3 Le spray réfrigérant

Le spray réfrigérant est une technique plus récente basée sur l'utilisation de composés chimiques. Son efficacité maximale est obtenue en pulvérisant le spray sur une boulette de coton puis en appliquant celle-ci sur la surface dentaire. (14)

C'est le moyen le plus pratique, aux résultats fiables et reproductibles. (2)

Il existe plusieurs molécules, dont les températures varient de **-5 à -50°C** :

- Le *chloroéthane*, dont les résultats sont semblables à ceux obtenus avec la glace(14,22)
- Le *dichlorodifluorométhane* (DDM), dont les résultats sont similaires à ceux de la glace carbonique, mais en cours d'abandon car nocif pour la couche d'ozone. Il ne permet également de tester que 3 dents par pulvérisation. (19,22)
- Le *tétrafluoroéthane* (TFE) qui remplace le DDM. Son efficacité est comparable à la glace carbonique, bien qu'il soit plus rapide pour provoquer une réponse. (19)
- *Propane-butane-mixture* (PBM) commercialisé sous le nom d'Endo-Frost®, moins fiable que les autres molécules. (19,22)

De manière générale, le spray sera préféré aux autres méthodes : sa mise en œuvre est plus pratique que celle de la glace carbonique, pour des résultats comparables (19), voire légèrement supérieurs selon certains auteurs (14).

2.2.1.3 Mise en œuvre

Plusieurs auteurs se sont penchés sur le protocole permettant d'obtenir les résultats les plus fiables lors d'un test au froid ; il en est ressorti le protocole suivant :

Il est nécessaire, avant de tester la dent étudiée, de réaliser le test sur les dents adjacentes et le cas échéant, la dent controlatérale afin de connaître la réponse « normale » du patient envers ce test. Aucun consensus n'ayant pu être obtenu sur la position idéale du stimulus

(18), il est conseillé de l'appliquer en plusieurs endroits de la dent, sur une durée d'environ 2,5 secondes (18,19).

2.2.1.4 Avantages

Le test au froid est le test de sensibilité qui présente la meilleure précision ainsi que la plus haute reproductibilité, pour peu qu'il soit réalisé dans des conditions identiques. Il présente une VPP de 100% et une VPN de 90%. (18)

Il est également sans danger pour la pulpe tant que le protocole est respecté.

C'est un test facile à mettre en œuvre, peu onéreux et qui ne nécessite que très peu de matériel.

Les études les plus récentes indiquent qu'il est surtout utile pour prédire la présence d'un problème (c'est-à-dire une dent non vitale) et pour faire la distinction entre inflammation pulpaire réversible et irréversible. (10,18)

2.2.1.5 Limites

Le test au froid est influencé par plusieurs paramètres, qui rendent ses résultats inconstants :

- L'âge : ce test est plus efficace sur les sujets de 21 à 50 ans. En effet, sur des sujets plus jeunes, l'innervation pulpaire n'est pas complète, et l'anxiété est majorée. Chez les sujets plus âgés, l'innervation diminue et la minéralisation entraîne une augmentation de l'épaisseur de dentine, rendant l'excitation des terminaisons nerveuses plus difficile. (19)(23)
- Le volume de la chambre pulpaire (18)
- L'épaisseur amélaire (18)
- La concentration nerveuse au site testé (18)

Une mauvaise utilisation des composés chimiques peut provoquer des dommages pulpaires plus ou moins graves : une température de -10°C appliquée pendant plus de 5 minutes entraîne la formation de **cristaux de glace intra-pulpaire** qui ne compromettent toutefois pas l'intégrité pulpaire globale. Si une température de -160°C est maintenue pendant plus de 3 minutes, la destruction pulpaire est totale et irréversible.

Il est également capital de noter que le test au froid est un test de sensibilité, c'est-à-dire un test reposant sur une réponse subjective du patient à un stimulus extérieur. Il ne s'agit donc pas d'une mesure directe de la vitalité pulpaire. (22,23)

C'est une méthode dite opérateur-dépendante, c'est-à-dire que la réponse à ce test sera évaluée différemment en fonction de l'opérateur. Il est de plus difficile de comparer une mesure à une mesure précédente.

Il est aussi ardu d'en tirer des informations fiables sur des patients jeunes. En effet, ceux-ci ne peuvent pas toujours décrire leur ressenti. En outre, ils ont tendance à adapter leur comportement pour éviter le stimulus perçu comme désagréable, voire douloureux, entraînant de ce fait une augmentation de faux-négatifs. La littérature mentionne également que ce test n'est pas fiable sur les dents temporaires. (19)

Enfin, il a été constaté que les patients répondaient différemment à ce type de tests selon le moment de la journée. (19)

2.2.2 Le test au chaud

2.2.2.1 Principe

Le test au chaud est un test de sensibilité qui consiste en l'application d'un stimulus chaud sur la surface dentaire. Il repose sur la stimulation des fibres nerveuses situées dans le complexe dentino-pulpaire. Contrairement au test au froid, il cause une dilatation du fluide dentinaire, entraînant une pression intra-tubulaire qui stimule les fibres A, que le patient ressent comme une sensation désagréable courte et intense. Si l'application est de courte durée, le stimulus n'est pas assez puissant pour activer les fibres C (25% de la puissance requise). Cependant, si on prolonge l'application, ou si la pulpe est enflammée, il est possible d'activer les fibres C, provoquant ainsi une douleur sourde et de plus longue durée. (19)

2.2.2.2 Différents types de tests au chaud

2.2.2.2.1 Gutta-percha chaude

La gutta-percha chauffée est le test au chaud le plus fréquemment employé. Il suffit de chauffer un cône de gutta-percha à l'aide d'une flamme, et de l'appliquer ensuite sur la dent préalablement vaselinée pour éviter une adhésion de la gutta-percha. L'application ne doit pas excéder 5 secondes afin d'éviter tout dommage pulpaire. (4)



Figure 17 : Application de gutta-percha chaude (19)

Le principal inconvénient est qu'il est difficile de contrôler la température du cône de gutta. Un cône trop chaud peut causer des dégâts, un cône trop froid risque de ne pas assez stimuler les terminaisons nerveuses. L'accès aux dents postérieures est également limité. (19)

2.2.2.2.2 Instruments chauffés

Il est également possible de chauffer des instruments de type brunissoir, et de les approcher de la surface dentaire, en évitant tout contact. Tout comme la gutta, ce type de technique ne permet pas de contrôler la température. C'est une technique avec un risque important de brûlures, et qui n'est de plus ni fiable, ni reproductible. (19)



Figure 18 : Technique de l'instrument chauffé (19)

2.2.2.2.3 Source électrique

Dans cette technique, on se sert d'appareils électriques produisant de la chaleur, utilisés pour l'obturation à chaud en endodontie, type System B© ou Touch'n'heat©. Après lubrification de la surface dentaire, l'appareil est amené au contact de la dent. L'avantage est qu'il est possible de contrôler la température, rendant cette technique sans danger pour la pulpe. (19)



Figure 19 : System B© (24)

2.2.2.2.4 Chaleur de friction

C'est la plus facile et la plus sûre des techniques. Il suffit de mettre en mouvement une cupule en caoutchouc au contact de la dent, sans utiliser le spray. (19)



Figure 20 : Test au chaud par friction (19)

2.2.2.3 Mise en œuvre

Le protocole à employer pour le test au chaud est le même que celui du test au froid décrit en 2.2.1.3. (19)

2.2.2.4 Avantages

C'est un test qui ne nécessite que peu de moyens et qui est très peu onéreux. Il présente des valeurs prédictives proches de celles du test au froid (VPP=100%, VPN=89%). (18, 19)

2.2.2.5 Limites

Tout comme le test au froid, le test au chaud est un test qui repose sur une réponse subjective du patient, et n'est donc pas une mesure directe de la vitalité pulpaire. Il ne quantifie pas l'état de santé de la pulpe mais simplement si elle est vitale ou non.

Le test au chaud est aussi opérateur-dépendant, peu fiable sur les patients jeunes et les dents temporaires, et donne des réponses variables selon le moment de la journée. (10,19)

Un autre inconvénient est qu'un test négatif peut indiquer un problème pulpaire ou péri-apical, c'est-à-dire une pulpe nécrosée alors que le patient ressent le stimulus. (10)

Enfin, le test au chaud est celui qui présente le plus de risque de dommages pulpaire. (19)

2.3 Le test électrique

2.3.1 Principe

Le test électrique est un test de sensibilité qui repose sur l'excitation directe des fibres nerveuses pulpaire $A\delta$ à l'aide d'un stimulus électrique. Il crée un changement ionique dans les tubules en augmentant le potentiel électrique, à travers l'émail et la dentine, créant une dépolarisation locale qui génère un potentiel d'action sur les fibres $A\delta$. Le patient décrit alors une sensation de chaud ou de picotement. (10, 25)

Les appareils existent sur batterie ou secteur, et se divisent en deux catégories.

2.3.1.1 Testeurs bipolaires

C'étaient les plus employés dans les années 1950. Ils comprennent une électrode à placer en vestibulaire de la dent, et l'autre en palatin/lingual, créant ainsi un flux de courant qui passe directement à travers la dent. (26)

Ce type d'appareil semble moins exciter les tissus de soutien et donc entraîner moins de faux-positifs. Ils sont cependant peu pratiques à utiliser. (25)

2.3.1.2 Testeurs monopolaires

Ils sont plus récents et plus pratiques à utiliser. Une électrode dite principale est placée sur la surface dentaire, l'autre est tenue par le patient ou placée au niveau de la commissure labiale, fermant ainsi le circuit électrique. (26)



Figure 21 : Test électrique monopolaire (27)

2.3.2 Mise en œuvre

Pour obtenir les meilleurs résultats possibles, il faut une stimulation adéquate et une technique appropriée. La stimulation des fibres est influencée par la vitesse d'augmentation du courant, son voltage, sa durée et sa fréquence. Plus le stimulus est court, plus son intensité doit être importante. Il est possible d'appliquer deux types de courant : alternatif (AC) ou continu (DC). Le meilleur choix semble être un courant continu sur une durée de 5 à 15 ms.

Il faut commencer par isoler et sécher la dent (digue, matrices plastiques), pour éviter la transmission du courant aux dents adjacentes. L'électrode principale est ensuite enduite d'un matériau conducteur qui doit être à base d'eau et non de pétrole pour éviter de bloquer le passage du courant. Le circuit est alors fermé par l'électrode labiale et le courant est augmenté doucement jusqu'à ce que le patient signale une sensation.

Si le patient ne répond pas au test, il faut déplacer l'électrode. A ce propos, aucun consensus n'existe quand au placement idéal de l'électrode, hormis pour les **molaires** où elle doit être placée au **sommet de la cuspide mésio-vestibulaire**. (14, 25)

2.3.3 Avantages

Le test électrique est une technique rapide, fiable et reproductible sur les dents matures. Il est utile pour le diagnostic de la vitalité pulpaire, puisqu'il présente une VPP de 100%. (18, 22, 25)

Ces appareils ne présentent aucun risque pour les patients porteurs de Pacemaker. (25)

C'est également le test de choix sur les dents lactéales. (25)

2.3.4 Limites

Tout comme les tests thermiques, il s'agit d'un test subjectif et non d'une mesure directe de la vitalité pulpaire. Il est difficile de s'y fier sur les jeunes patients pour les raisons déjà citées. Mais une autre raison est à évoquer : **sur les dents immatures, le test électrique n'est pas fiable, car les dents sont mises en fonction avant leur développement nerveux complet**. En effet, sur ces dents, les fibres myélinisées n'atteignent leur nombre maximum qu'environ cinq ans après leur éruption. Le plexus de Raschkow n'est pas assez développé pour que le test électrique soit considéré comme fiable. Sur les dents en éruption, le seuil nécessaire à la stimulation nerveuse est beaucoup plus élevé, voire impossible à atteindre. (21, 25, 28, 29)

Il est également préférable de ne pas utiliser ce test sur des dents couronnées, restaurées, ou en cours de traitement orthodontique, car ces situations engendrent beaucoup de faux-négatifs par transmission du courant aux dents adjacentes. (17, 21, 22)

Le test électrique est également influencé par la présence de caries, le nombre de racines (problème de nécrose partielle), la présence de poches parodontales et de pus dans les canaux. (18)

Il est cependant plus efficace que les tests thermiques sur des dents avec des mouvements de fluide dentinaire limités (patients âgés ou pulpe calcifiée). Notons toutefois que c'est un test très sensible à la technique employée. (25)

Il ne doit pourtant pas être considéré comme le test de choix pour déterminer la vitalité d'une dent, car il est le moins sensible, le moins spécifique et celui qui présente la valeur prédictive négative la plus basse de tous les tests de sensibilité. (18)

TABLE 2. Sensitivity, Specificity, Positive Predictive Value (PPV), Negative Predictive Value (NPV), Accuracy, and Reproducibility

Comparison between tests	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy	Reproducibility*
Ideal standard vs cold test	0.88	1.00	1.00	0.90	0.94	0.88
Ideal standard vs hot test	0.86	1.00	1.00	0.89	0.93	0.86
Ideal standard vs electrical	0.76	1.00	1.00	0.83	0.89	0.76

Figure 22 : Comparaison des tests thermiques et du test électrique (18)

2.4 Le test au fraisage

2.4.1 Principe

Le test au fraisage est réalisé en dernier recours, quand tous les autres tests se sont montrés non concluants. Il est effectué en fraisant à travers la jonction amélo-dentinaire sans anesthésie. Le patient prévient à la moindre douleur, signifiant alors que le tissu nerveux est encore fonctionnel. (10)

2.4.2 Mise en œuvre

Le fraisage est réalisé à l'aide d'un instrument rotatif lent type contre-angle pour éviter tout délabrement inutile, et sous irrigation abondante. On choisira un endroit de préférence non visible, et on prévient le patient qu'il devra réagir rapidement en cas de douleur. En cas de test négatif (douleur ressentie), on arrête immédiatement le fraisage et la dent est restaurée. Si aucune douleur n'est signalée, le traitement endodontique est entamé. (25)

2.4.3 Avantages

C'est un test « sans-appel » qui est également utile sur les dents immatures pour lesquelles les tests décrits précédemment ne sont pas toujours fiables. Il est de plus simple à mettre en œuvre.

2.4.4 Limites

Le test au fraisage est un test empirique qui ne repose sur aucune preuve scientifique solide.

On peut également se poser la question de l'impact psychologique qu'il peut avoir sur de jeunes patients, de par sa visée douloureuse, mais également par son côté invasif et non réversible. Il présente également un risque important de faux-négatifs par anticipation du stimulus douloureux.

Actuellement, **ce test n'est plus justifié.** (25)

2.5 L'oxymétrie de pouls

2.5.1 Principe

L'oxymétrie de pouls est une technique développée par Takuo Aoyagi au début des années 1970. Elle est depuis largement utilisée en médecine, principalement lors des anesthésies générales pour mesurer le taux de saturation du sang artériel en oxygène.

Elle repose sur l'application de la loi de Beer, qui stipule qu'on peut connaître la concentration d'un soluté inconnu (ici l'hémoglobine) dans un solvant connu (ici le sang), grâce à l'absorption lumineuse de ce soluté.

Elle utilise un émetteur composé de 2 diodes qui émettent des lumières à 660nm (rouge) et 900-940nm (infrarouge), ainsi qu'un photorécepteur et un microprocesseur qui mesurent les taux de lumière absorbée. L'oxyhémoglobine ayant tendance à absorber plus de lumière infrarouge et inversement pour la désoxyhémoglobine, le changement pulsatile dans le volume du sang entraîne des variations dans la quantité de lumière rouge et infrarouge absorbée par le lit vasculaire avant d'atteindre le récepteur. L'ordinateur calcule ensuite le taux de saturation du sang en oxygène grâce à des courbes d'absorption préenregistrées. (10, 30–33)

A la différence du doigt ou de l'oreille, zones habituellement utilisées pour cette mesure, le changement d'absorption lumineuse dans la pulpe ne peut s'expliquer par la dilatation du volume pulpaire, puisque ce dernier est emprisonné dans la dent inextensible. Elle

s'explique par la redistribution des globules rouges au sein des vaisseaux. Grâce au caractère pulsatile du sang artériel, l'appareil ignore l'absorption constante due aux tissus environnants. (30,34)

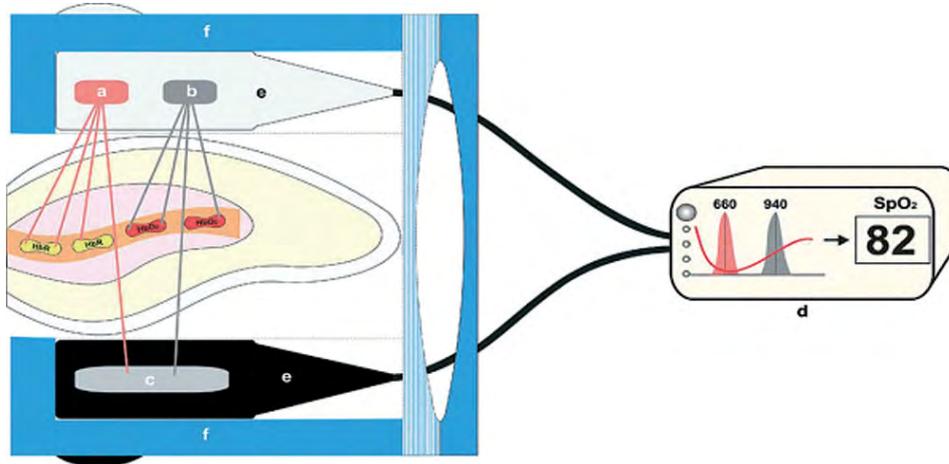


Figure 23 : Principe de l'oxymétrie de pouls - (a) = lumière rouge ; (b) = lumière infrarouge ; (c) = photorécepteur ; (d) = moniteur ; (e) = capteur ; (f) = structure de maintien (35)

2.5.2 Mise en œuvre

La réalisation d'un test de vitalité par oxymétrie de pouls nécessite un certain nombre de conditions. Si elles ne sont pas respectées, les résultats obtenus ne peuvent être considérés comme fiables. (10, 31, 33, 35)

Le capteur doit avant tout s'adapter à l'anatomie de la dent testée. En effet, si cette condition n'est pas remplie, les paramètres suivants ne pourront pas être respectés.

Les diodes émettrices et le photorécepteur doivent être parallèles pendant toute la durée de la mesure, afin de ne perdre aucune émission lumineuse.

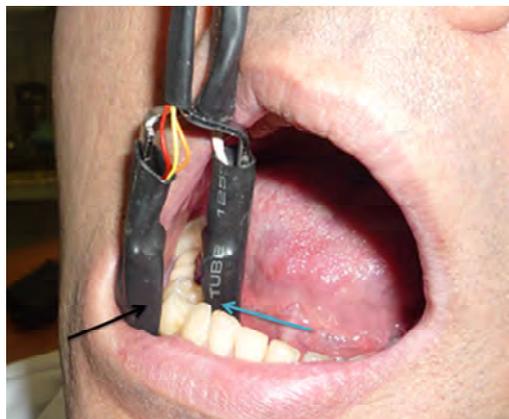


Figure 24 : Essayage du capteur fabriqué sur-mesure. La flèche noire représente la diode émettrice et la flèche bleue représente le photorécepteur (36)

Le capteur doit être fixé solidement à la dent, et le patient doit rester immobile. Tout mouvement inopiné risquerait de perturber l'enregistrement.

Il faut également isoler la dent à l'aide d'une digue et de papier aluminium placé au collet de la dent pour éviter toute interférence du tissu gingival. (37)

Le capteur doit se situer au 1/3 moyen de la couronne : au 1/3 gingival, il y aura des interférences ; au 1/3 occlusal, la quantité de pulpe n'est pas assez importante. (32,35)

Les résultats sont lus après une durée d'environ 30 secondes : une valeur supérieure ou égale à 75% indique une dent vitale. (33,38)

2.5.3 Avantages

L'oxymétrie de pouls est une méthode non-invasive, objective et considérée comme efficace dans la détermination de la vitalité pulpaire. (23, 25, 27, 30)

Elle fournit des résultats fiables, reproductibles, et comparables entre deux mesures. (35,38)

Elle permet de mesurer la circulation pulpaire à travers l'émail et la dentine, indépendamment de la circulation gingivale. (32,35).

C'est une méthode qui semble appropriée à un usage pédiatrique, puisqu'elle ne provoque aucune sensation désagréable, et la mesure est effectuée assez rapidement. Elle est de plus applicable sur les dents temporaires et immatures dont l'innervation incomplète réduit l'efficacité des autres méthodes. (34)

Si des problèmes de coût et d'encombrement se posaient il y a quelques années, les oxymètres d'aujourd'hui sont petits, peu onéreux, et donc parfaitement adaptés à l'usage en cabinet. (32, 35)

Enfin, plusieurs études confirment que l'oxymétrie de pouls possède une sensibilité et des valeurs prédictives supérieures à celles des tests thermiques et électrique (VPP et VPN = 100%), faisant de cette méthode un moyen de diagnostic sûr et définitif. (10,33)

2.5.4 Limites

Puisque l'oxymétrie de pouls repose sur la mesure d'un flux sanguin, toute anomalie de ce flux donnera des résultats erronés.

On distingue les anomalies intrinsèques, extrinsèques et liées au patient. (31, 33, 36)

Anomalies intrinsèques :

- Taux de CO₂ sanguin trop élevé qui interfère avec le taux de désoxyhémoglobine
- Hémoglobine liée à un autre gaz que l'oxygène (type monoxyde de carbone)
- Acidité métabolique augmentée qui entraîne la désoxygénation de l'hémoglobine

Anomalies extrinsèques :

- Mouvement du capteur
- Inutilisable sur dent couronnée (la lumière ne peut pas passer)
- Interférence d'une lampe à arc xénon

Anomalies liées au patient :

- Vasoconstriction périphérique intense
- Hypotension
- Hypovolémie
- Hypothermie

Notons également qu'**aucun capteur adapté à l'usage dentaire** n'est disponible dans le commerce. Ceux utilisés pour l'oreille ou le doigt ne sont pas utilisables en pratique dentaire, car alors le système « émetteur-récepteur » n'est pas étanche. Les auteurs qui se sont penchés sur la question ont été forcés de créer eux-mêmes leurs capteurs, ce qui pose un sérieux problème pour l'utilisation de ce système en pratique quotidienne. (31–35, 38–42)

Ajoutons que l'oxymétrie est relativement peu efficace sur des dents comportant des restaurations coronaires qui diffractent la lumière et la diffusent aux tissus environnants : elle n'est ainsi applicable que sur une **structure dentaire naturelle**. Il faut enfin noter que les colorations coronaires sont susceptibles de fausser ses résultats. (30, 37, 39)

2.6 Fluxmétrie laser Doppler

2.6.1 Principe

La fluxmétrie laser Doppler repose sur l'effet Doppler qui se définit par le décalage de fréquence d'une onde entre la mesure à l'émission et la mesure à la réception lorsque la distance entre l'émetteur et le récepteur varie au cours du temps. (43,44)

Le laser Doppler utilisé en dentisterie est une technique électro-optique qui détecte la présence ou l'absence de flux sanguin dans la zone étudiée. Il comprend un faisceau de lumière infrarouge (780-820 nm) ou proche infrarouge (632-638 nm) dirigé sur les tissus par une fibre optique contenue dans une sonde spéciale. La lumière monochromatique est transmise à travers la dent jusqu'à la pulpe, où elle est diffractée par les cellules en mouvement, puis re-captée par un photorécepteur situé dans la sonde.

Les photons réfléchis par les cellules en mouvement subissent un décalage de fréquence selon le principe Doppler. Ceux qui interagissent avec les cellules immobiles sont diffractés mais ne subissent pas de décalage de fréquence.

La proportion de lumière dont la fréquence est décalée dans la lumière totale re-captée donne une mesure du flux sanguin dans le tissu, enregistrée par l'appareil et exprimée en Perfusion Unit (1 PU=10 mV). (32, 39, 44)

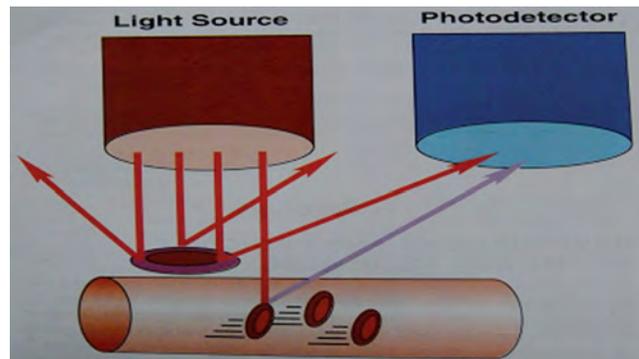


Figure 25 : Principe de la fluxmétrie laser Doppler (35)

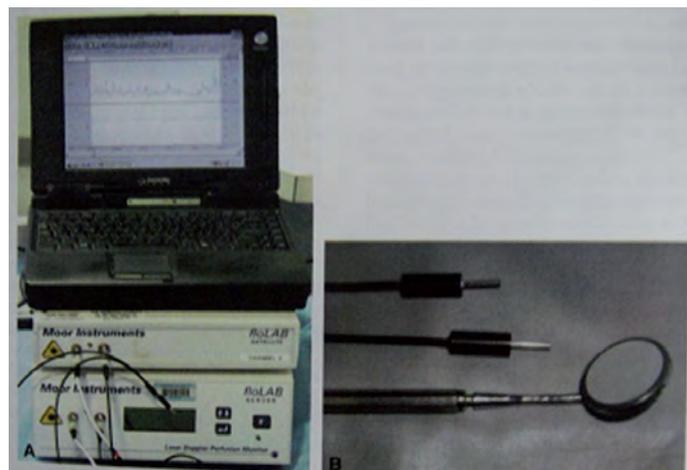


Figure 26 : Moniteur Doppler et sondes (35)

2.6.2 Mise en œuvre

Avant une fluxmétrie laser Doppler, il faut au préalable isoler la dent du tissu gingival environnant, à l'aide d'une digue, pour éviter toute interférence dans la mesure. (14,37)

La sonde est ensuite placée au 1/3 moyen de la dent et doit rester immobile pendant toute la durée du test. Lors d'une première séance, il est possible de réaliser une cale pour la sonde à l'aide de silicone lourd et d'un crampon à digue. Si les mesures doivent être répétées, il est intéressant de réaliser une gouttière personnalisée. (10,45)



Figure 27 : Dispositif de maintien de la sonde réalisé en silicone (39)

L'appareil est mis en route et les résultats sont lus entre 1 minute 30 et 1 heure selon les études, avec une moyenne de 15 minutes par dent. (14)

2.6.3 Avantages

La fluxmétrie laser Doppler est une technique fiable, non-invasive, de haute précision dont la validité dans l'évaluation de la vitalité pulpaire a été démontrée. (10, 22, 35, 44, 46)

Elle possède une meilleure spécificité et sensibilité que les tests thermiques et électriques même si aucun chiffre précis n'est retrouvé dans la littérature. (17,24)

Elle est également sans danger pour la pulpe, puisqu'elle utilise des lasers de faible puissance (1-2 mW). (35)

C'est une méthode indolore mais surtout objective, qui fournit une mesure précise et continue du statut pulpaire, ce qui la rend utile en pédodontie où la coopération des patients est difficile à obtenir. Elle permet aussi un suivi de la vitalité pulpaire puisque ses résultats ne sont pas opérateur-dépendants et sont ainsi comparables. (39,45)

Son efficacité est également reconnue sur les dents à apex immature. (47)

2.6.4 Limites

La fluxmétrie laser Doppler est une méthode précise mais dont les résultats peuvent être facilement faussés. En effet, plusieurs paramètres interfèrent avec l'enregistrement du flux sanguin, comme la lumière ambiante, le tissu gingival, les vasoconstricteurs (qui diminuent le flux sanguin), la pression sanguine ou les colorations dentaires. (8, 12, 20, 31, 41, 42)

De plus, il est nécessaire de placer la sonde sur une surface dentaire naturelle (donc non couronnée ou restaurée), et de la maintenir dans une immobilité totale pendant toute la durée de l'enregistrement, qui varie selon les études entre 1 min 30 et une heure. Tout mouvement de la sonde, du patient ou de la dent entraîne des artefacts qui faussent les résultats. La question se pose donc de son utilisation en pratique quotidienne, et notamment en pédodontie où il est difficile d'obtenir une immobilité totale du patient. (12, 20, 31, 35, 42, 43)

Ajoutons que pour obtenir l'immobilité de la sonde, il est nécessaire de réaliser une gouttière, comme nous l'avons vu en 2.6.2, ce qui rallonge encore le temps du rendez-vous.

La fluxmétrie laser Doppler est également une technique avec une faible reproductibilité, puisque les résultats varient selon l'appareillage utilisé, notamment en fonction de la largeur du filtre de bande ou de la longueur d'onde du laser. (33,44)

Enfin, notons que cette méthode est très onéreuse (environ 6000€ pour un moniteur) pour un acte purement diagnostique et semble donc peu accessible à la majorité des chirurgiens-dentistes. (20, 31, 33, 41, 42)

3. EFFICACITE DES DIFFERENTS TESTS EN CAS DE TRAUMATISME

3.1 Tests de sensibilité

3.1.1 Tests thermiques

De tous les tests thermiques évoqués précédemment, il semble que la glace carbonique soit la méthode la plus efficace pour déterminer la vitalité pulpaire d'une dent après un traumatisme. (19,50)

Elle présente également l'avantage d'avoir une fiabilité qui augmente avec le temps, alors que le test au chaud reste très peu fiable même après plusieurs semaines. (9)

3.1.2 Test électrique

Une étude clinique réalisée par Teitler & Coll en 1972 a démontré que le test électrique était plus efficace que le test au froid pour détecter la vitalité pulpaire après un traumatisme. En effet, 70% des dents qui ne répondaient pas au test au froid étaient correctement diagnostiquées vitales par le test électrique. (51)

Une étude d'Evans en 1999 confirme ces résultats en concluant que le test électrique possède une meilleure spécificité (0,96) que le test au froid (0,89) en cas de traumatisme récent. (49)

Il semble donc logique de conclure que le test électrique est le test de sensibilité qui permet d'éviter au mieux les faux-positifs, et ainsi de ne pas entreprendre de traitement endodontique à tort.

De plus, ce dispositif semble plus fiable que les tests thermiques en cas de calcification coronaire. (19)

Une expérience menée sur des furets a montré que le test électrique détectait la vitalité pulpaire des dents ayant subi des luxations au bout d'un délai de 12 jours. Cependant, la transposition de cette notion chez l'humain est discutable. (12)

D'une manière générale, le test électrique semble être le meilleur des tests de sensibilité pour effectuer un diagnostic et un suivi pulpaire post-traumatique (9, 19, 50), même si certaines études suggèrent que ses résultats sont parfois peu concluants. (17, 25)

3.1.3 Discussion

La majorité des praticiens utilise ce genre de tests, dit « conventionnels » pour l'évaluation de la vitalité pulpaire post-traumatique. Pourtant, toutes les études actuelles s'accordent à dire que les tests de sensibilité ne sont pas fiables et ont par conséquent peu de valeur quand ils sont utilisés sur une dent qui a subi un traumatisme.

En effet, ces tests ne donnent qu'une indication de l'état de santé nerveux de la dent. Or, la vitalité pulpaire d'une dent dépend uniquement de l'intégrité de son paquet vasculaire. (6, 13, 39, 44, 47, 51, 52)

Ainsi, lors d'un traumatisme, particulièrement en cas de luxation, il est fréquent d'assister à une sidération pulpaire, voire à un déchirement des terminaisons nerveuses, rendant ainsi la dent insensible aux tests conventionnels. Pourtant, si le paquet vasculaire est intact, la vitalité pulpaire est préservée. La dent sera alors testée comme « faux-positif », c'est-à-dire nécrosée. (8, 11, 12, 17, 29, 31, 45–47)

La pression et l'inflammation des nerfs dans la zone apicale responsables de la sidération pulpaire disparaissent en moyenne entre deux et trois mois après le traumatisme initial. En d'autres termes, il est nécessaire d'attendre entre deux et trois mois avant d'obtenir une réponse de la dent aux tests thermiques ou électrique. (8, 11, 31, 41, 49)

De plus, même en cas de lésion vasculaire associée, **la régénération nerveuse est beaucoup plus lente que la régénération vasculaire**, ce qui implique que la dent peut rester insensible aux tests alors qu'elle est vitale. (9) Mais même alors, le retour de la sensibilité nerveuse n'indique pas forcément une cicatrisation et une revascularisation pulpaire : elle peut simplement correspondre à un rétablissement de la fonction nerveuse sans cicatrisation vasculaire. (46)

A l'opposé, un test négatif dans les premiers stades qui suivent le traumatisme ne doit pas être considéré comme un pronostic favorable fiable à 100%, car **les fibres nerveuses sont plus résistantes à la nécrose et à l'inflammation que le tissu vasculaire** (14, 21, 34). On considère toutefois que ces tests ont une valeur prédictive négative acceptable. (9)

Ainsi, une sensibilité aux tests, conservée au cours du suivi post-traumatique sur une période d'au moins trois mois après le retour de la sensibilité nerveuse, et en l'absence d'autre signe clinique de nécrose (fistule, radioclarté apicale) permet d'émettre un pronostic favorable quant à la vitalité pulpaire.

Il semble donc nécessaire de respecter une latence d'au moins trois mois avant de pouvoir diagnostiquer une nécrose à l'aide des tests conventionnels. Cependant, retarder ce genre de diagnostic peut conduire à des complications allant de la lésion péri-apicale d'origine endodontique à la résorption radiculaire inflammatoire. (8, 11, 46, 50)

Enfin, comme nous l'avons déjà évoqué lors de la présentation de ces tests, ce sont des méthodes subjectives, basées sur l'interprétation du praticien d'un ressenti du patient,

souvent faussé par l'appréhension d'un stimulus désagréable, particulièrement chez l'enfant où les traumatismes sont les plus fréquents.

Il semble donc indispensable de disposer en cas de traumatisme dentaire, d'un test fiable, objectif, capable d'indiquer rapidement et avec certitude l'état de la pulpe, afin de mettre en place au plus vite le plan de traitement le plus adapté.

3.2 Tests par mesure du flux sanguin

Ces tests, qui comprennent l'oxymétrie de pouls et la fluxmétrie Laser Doppler sont objectifs, atraumatiques, non-invasifs et permettent d'obtenir des résultats fiables s'ils sont réalisés dans les conditions adéquates.

3.2.1 Oxymétrie de pouls

L'oxymétrie de pouls est une méthode plus efficace que les tests conventionnels évoqués précédemment pour évaluer la vitalité pulpaire d'une dent traumatisée. (25,38)

C'est une méthode fiable, qui est utile pour déterminer la vitalité d'une dent dont le plexus nerveux est lésé ou en état de sidération mais qui a conservé un flux sanguin fonctionnel. Elle permet en outre de trancher beaucoup plus tôt qu'avec les tests de sensibilité entre une dent vitale mais insensible aux tests conventionnels et une dent nécrosée. (35)

Plusieurs études confirment que les oxymétries de pouls réalisées après un traumatisme sont en mesure d'affirmer ou d'infirmer la préservation de la vitalité pulpaire, même lorsqu'elles sont réalisées immédiatement après la survenue du traumatisme. (13,31)

En revanche, aucune donnée n'a été retrouvée dans la littérature quant à son potentiel à détecter une revascularisation pulpaire. On notera également que son efficacité est sensiblement diminuée en cas de calcification ou coloration coronaire consécutives à la survenue d'un traumatisme pour des raisons évidentes de transmission lumineuse. (33)

3.2.2 Fluxmétrie laser Doppler

Cette méthode par mesure du flux sanguin a fait ses preuves pour le diagnostic et le suivi des dents après un traumatisme.

C'est également la méthode qui possède la sensibilité et la spécificité les plus élevées de toutes les méthodes conventionnelles évoquées en 2.2 et 2.3 après la survenue d'un traumatisme ($S_n = 1.0$, $S_p = 1.0$). Aucune des autres méthodes n'a permis d'obtenir d'aussi

bons résultats, qu'elle soit utilisée seule ou en association. (49) Il faut attendre environ 18 mois après le traumatisme pour que l'écart entre les sensibilités et spécificités de ces différentes techniques se réduise, ce qui retarde d'autant le diagnostic et la mise en place d'un plan de traitement. (32)

Une étude de Karayilmaz et Kirzioğlu en 2011 (39) a également démontré qu'il s'agissait d'une méthode **plus fiable que l'oxymétrie de pouls pour tester les dents traumatisées dès la survenue du traumatisme.**

De plus, les études récentes s'accordent à dire que la fluxmétrie laser Doppler est une technique efficace pour détecter précocement la revascularisation pulpaire de dents réimplantées. En effet, **les anastomoses vasculaires se recréent au bout de 30 jours et leur nombre augmente progressivement jusqu'à environ 12 semaines après la réimplantation** (48). En réalisant une première mesure à J+30 après la réimplantation on peut déjà attester à ce stade de la revascularisation pulpaire. En poursuivant régulièrement les mesures jusqu'à 12 semaines, on obtient une lecture précise de l'augmentation du flux sanguin ou au contraire de sa diminution, signifiant la nécrose pulpaire. (45, 51, 52)

Ainsi, il apparaît que la fluxmétrie laser Doppler est un bon moyen de suivre l'évolution pulpaire des dents traumatisées, puisqu'en comparant les mesures réalisées à intervalles réguliers, il est possible de détecter très tôt la survenue de complications de type ischémie et nécrose avasculaire, bien avant que ne le fassent les tests conventionnels. (43, 51, 53)

Enfin, notons que cette technique est utilisable sur des dents porteuses d'attelles, ce qui présente un double avantage : la dépose de l'attelle est inutile (sous réserve d'une isolation efficace de la dent), et la date de dépose est choisie en fonction du flux sanguin enregistré, permettant ainsi d'obtenir un temps de contention optimal. (48)

Il faut toutefois noter que la fluxmétrie laser Doppler est, tout comme l'oxymétrie de pouls, moins efficace en cas de calcifications et colorations coronaires. Sur une dent vitale, la coloration disparaît entre 4 et 6 semaines après le traumatisme, ce qui reporte le diagnostic pulpaire. (54) De plus, comme évoqué en 2.6.4, il s'agit d'une méthode sensible au mouvement. Or, la mobilité dentaire étant souvent associée à un traumatisme, il semble difficile de réaliser un enregistrement fiable sans avoir au préalable immobilisé la dent par contention.

3.3 Discussion

A la lumière de ces considérations, il semble logique de conclure que les tests par mesure du flux sanguin sont les plus adaptés pour la détermination de la vitalité pulpaire des dents traumatisées. Outre leur caractère atraumatique et non-invasif qui permet d'obtenir une meilleure coopération du patient, ce sont les seuls qui se basent sur une mesure directe de la vitalité pulpaire, et non du fonctionnement sensoriel de la dent, souvent perturbé après

un traumatisme. Or, comme nous l'avons vu précédemment, la présence d'un flux sanguin fonctionnel est le seul paramètre à garantir la vitalité pulpaire.

Parmi ces tests, la fluxmétrie laser Doppler semble offrir les meilleurs résultats en termes de fiabilité mais également de champ d'exploration, puisque contrairement à l'oxymétrie de pouls, la fluxmétrie permet d'attester précocement de la revascularisation de dents réimplantées.

A l'heure actuelle, les contraintes techniques, le coût et le temps nécessaires à la réalisation d'une fluxmétrie laser Doppler rendent son emploi inimaginable en pratique quotidienne. L'oxymétrie de pouls semble donc beaucoup plus accessible au cabinet dentaire, grâce à son équipement peu onéreux et peu encombrant et ses mesures beaucoup plus rapides. Il subsiste cependant un inconvénient, qui est l'absence de commercialisation de capteur adapté à l'anatomie dentaire. Il est pour l'instant nécessaire de modifier soi-même les capteurs du commerce.

Ainsi, bien qu'il s'agisse d'une technique légèrement moins performante que la fluxmétrie, la balance de ses avantages et inconvénients fait de l'oxymétrie de pouls l'outil de choix pour le diagnostic et le suivi de la vitalité pulpaire.

3.4 Analyse critique de la littérature

La littérature regorge d'études comparant les différents tests de vitalité sur dents saines. Pourtant, dès lors que les dents sont traumatisées, le nombre de publications diminue drastiquement. Il semble alors utile de réaliser une lecture critique de ces publications, de les comparer et d'évaluer leur niveau de preuves pour connaître l'intérêt de leurs résultats.

Pour ce faire, nous avons sélectionné six articles dont le but était strictement d'évaluer la capacité d'un ou plusieurs tests à diagnostiquer la vitalité pulpaire d'une ou plusieurs dents ayant subi un traumatisme. Tout article faisant intervenir une autre considération a été systématiquement écarté. Les critères d'inclusion et d'exclusion sont fournis dans la figure 28 ci-après.

Critères d'inclusions	
But de l'étude	Evaluation de la capacité d'un ou plusieurs tests à déterminer la vitalité d'une ou plusieurs dents traumatisées
Type d'étude	Etude de cohorte, étude transversale, étude croisée, essai contrôlé randomisé
Population	Population susceptible d'être rencontrée en pratique quotidienne
Tests étudiés	Chaud, froid, EPT*, LDF*, PO*
Test de référence	Tous types et sans objet
Type de résultats	Tous types

*Electric Pulp Tester ; *Laser Doppler Flowmetry ; *Pulse Oxymetry

Critères d'exclusion	
But de l'étude	Autre que strictement celui du critère d'inclusion

Figure 28: Critères d'inclusion et d'exclusion de l'analyse de littérature

Nous avons ensuite défini la qualité de ces articles à l'aide d'une méthodologie mixte, fournie en partie par le questionnaire « QUADAS » (59) et en partie par une revue de la littérature de Mejàre & al parue en 2012 dont les détails sont fournis dans la figure 30. (60)

The QUADAS tool

Item	Yes	No	Unclear
1. Was the spectrum of patients representative of the patients who will receive the test in practice?	()	()	()
2. Were selection criteria clearly described?	()	()	()
3. Is the reference standard likely to correctly classify the target condition?	()	()	()
4. Is the time period between reference standard and index test short enough to be reasonably sure that the target condition did not change between the two tests?	()	()	()
5. Did the whole sample or a random selection of the sample, receive verification using a reference standard of diagnosis?	()	()	()
6. Did patients receive the same reference standard regardless of the index test result?	()	()	()
7. Was the reference standard independent of the index test (i.e. the index test did not form part of the reference standard)?	()	()	()
8. Was the execution of the index test described in sufficient detail to permit replication of the test?	()	()	()
9. Was the execution of the reference standard described in sufficient detail to permit its replication?	()	()	()
10. Were the index test results interpreted without knowledge of the results of the reference standard?	()	()	()
11. Were the reference standard results interpreted without knowledge of the results of the index test?	()	()	()
12. Were the same clinical data available when test results were interpreted as would be available when the test is used in practice?	()	()	()
13. Were uninterpretable/ intermediate test results reported?	()	()	()
14. Were withdrawals from the study explained?	()	()	()

Whiting *et al.* *BMC Medical Research Methodology* 2003 3:25 doi:10.1186/1471-2288-3-25

Figure 29 : Questionnaire QUADAS (59)

Table 2 Criteria of high, moderate and low study quality, mainly according to QUADAS (Whiting *et al.* 2003)

High: small risk of bias	<p>Study design either cross-sectional or prospective. A case-control design was not accepted, because it usually overestimates diagnostic accuracy (Lijmer <i>et al.</i> 1999). Particular emphasis was put on the following items:</p> <p>Randomly or consecutively selected, adequately described patients involving a representative and clinically relevant sample (QUADAS items 1, 2)</p> <p>The index test should not form part of the reference standard (item 7)</p> <p>The index test and the reference standard should each be interpreted without knowledge of the results of the other (items 10, 11)</p> <p>The tests should be described in sufficient detail to permit replication (items 8, 9)</p> <p>Sample size in subgroups ≥ 30</p> <p>Diagnostic accuracy presented as sensitivity and specificity</p>
Moderate: moderate risk of bias	<p>A case-control design was accepted as well as nonrandom or nonconsecutive enrolment of patients. Otherwise the same criteria as for high quality. A sample size of ≥ 20 in subgroups was accepted</p>
Low: high risk of selection and/or verification bias	<p>Criteria of moderate quality not met</p>

Figure 30 : Critères de classement des études (60)

Les résultats de cette étude sont présentés dans les tableaux suivants avec LDF = Laser Doppler Flowmetry ; PO = Pulse Oximetry ; Sn= Sensibilité ; Sp= Spécificité, SO = Sans Objet

Références	Type d'étude et population	Test(s) étudié(s)	Test(s) de référence	Résultats	Qualité de l'étude
Assessing revascularization of avulsed permanent maxillary incisors by laser Doppler flowmetry – Strobl H (2003)	<i>Etude de cohorte</i> 17 dents réimplantées après avulsion traumatique	LDF	Relevé de symptômes cliniques, radioclarité périapicale, tests de sensibilité, test à la percussion	Sn=0,8 Sp=1,0	Faible
Comparison of electrical, thermal and pulse oximetry methods for assessing pulp vitality in recently traumatized teeth – Gopikrishna (2007)	<i>Etude transversale</i> 17 patients ayant subi un traumatisme sur une dent maxillaire dans les 48H + groupe témoin de 30 étudiants et 30 dents traitées endodontiquement	PO EPT Endolce (EI)	SO	A t0 : EPT+ EI : Sp=0,94 PO Sp = 1 A 6 mois : EPT+EI Sp=0,94 PO Sp= 1,0	Faible
A comparison of LDF with other methods of assessing the vitality of traumatized anterior teeth – Evans D (1999)	<i>Etude transversale</i> 67 dents de 55 patients âgés de 8 à 35 ans ayant subi un traumatisme dentaire Contrôle : 77 dents intactes de patients identiques et différents	LDF EPT Chloro-éthane	Examination directe de la pulpe par trépanation et extirpation pulpaire	LDF : Sp=1,0 Sn=1,0 EPT Sp=0,96 Sn=0,87 Chloroéthane : Sp=0,89 Sn=0,92	Faible

Références	Type d'étude et population	Test(s) étudié(s)	Test(s) de référence	Résultats	Qualité de l'étude
Pulpal response to sensibility tests after traumatic dental injuries in permanent teeth – Bastos J (2013)	<i>Etude de cohorte</i> 78 patients, 121 dents avec fracture coronaire et/ou luxation âgés de 6,3 à 22,5 ans	Endo Frost (EF) Gutta percha chaude EPT	SO	T0: Gutta percha Sn=0,56 Sp=0,68 EF Sn=0,65 Sp=0,53 EPT Sn=0,61 Sp=0,56 A 20mois Gutta percha Sn=0,87 Sp=0,61 EF Sn=0,84 Sp=0,76 EPT Sn=0,90 Sp=0,89	Faible
A clinical evaluation of vitality tests in anterior teeth following fracture of enamel and dentin – Teitler (1972)	<i>Etude de cohorte</i> 79 dents avec fracture amélo-dentinaire sans exposition pulpaire	Chloroéthane EPT	Examen clinique non détaillé	Sensibilité et Spécificité non calculables	Faible
Dental vitality tests and pulp status – Surindar N (1973)	<i>Etude transversale</i> 25 dents ayant subi un traumatisme et ne répondant pas aux tests conventionnels	Gutta percha chaude Bâtonnet de glace EPT	Evaluation directe de la pulpe à l'aide d'une lime 10	Pour les 3 tests Sn=1,0 Sp = SO	Faible

Figure 31 : Résultats de l'analyse de littérature

Il apparaît à la lumière de ce classement que l'ensemble des publications prises en compte présentent un niveau de qualité faible, que ce soit par l'absence de test de référence, par des biais d'échantillonnages ou biais dans la revue de littérature. Il est également important de noter que les protocoles ne font l'objet d'aucune standardisation, rendant la comparaison des résultats inter-études difficile, voire impossible. On note enfin que les études disponibles sont, en termes de données scientifiques, de niveau intermédiaire et qu'aucune étude de niveau élevé n'est disponible.

Qualité des données scientifiques	Interventions	Tests diagnostiques
Élevée	Essais contrôlés randomisés bien conçus et bien menés, réalisés sur un groupe issu d'une population similaire à la population cible de la RBP.	Qualité jugée sur : - la représentativité de la population étudiée ; - la description adéquate du test ; - le bien-fondé du test de référence ; - les méthodes utilisées pour éviter les biais d'interprétation.
Intermédiaire	Essais contrôlés randomisés avec des biais non rédhibitoires, ou des limites liées à la méthode (par exemple, réalisé sur un groupe issu d'une population différente de la population cible, et nécessitant une extrapolation des résultats) Études observationnelles : - études de cohortes ; - études cas-témoins.	
Faible	Étude de cas unique, raisonnement issu de principes physiopathologiques, avis	

Figure 32: Qualité des données scientifiques selon la HAS (61)

Ainsi, si la supériorité des tests de flux sanguin par rapport aux tests de sensibilité est une donnée établie reposant sur des bases scientifiques solides, le manque d'études de qualité portant sur la comparaison de ces différents tests en cas de traumatisme impose la prudence quant à une conclusion ferme à ce sujet. Ce manque appelle aussi à de futures recherches aux protocoles plus encadrés.

4. CAS CLINIQUES

4.1 Cas n°1

Transient apical breakdown following tooth luxation

Cohenca & al (62)

Une jeune femme de 15 ans se présente en consultation suite à une décoloration de sa 21. L'interrogatoire clinique révèle un choc facial survenu il y a 4 mois avec subluxation de 11 et 21. La patiente a apporté une rétroalvéolaire prise 1 mois après le traumatisme.



Figure 33 : Rétroalvéolaire à 1 mois après le traumatisme

Le cliché révèle sur 21 une légère radioclarité apicale ainsi qu'un début de résorption radiculaire.

A l'examen clinique, on note une décoloration de la couronne de 21. La dent est asymptotique par ailleurs. Un test au froid (EndoFrost©) est réalisé, ainsi qu'un test électrique. La 21 ne répond à aucun de ces deux tests et est par ailleurs asymptotique à tout autre niveau. Les dents adjacentes (11 et 22) répondent normalement à ces tests et ne présentent aucune décoloration.

Un cliché radiographique est pris lors de cette consultation (Figure 34), sur lequel on note une nette augmentation de la radioclarité apicale et une poursuite de la résorption radiculaire.



Figure 34 : Rétroalvéolaire prise 4 mois après le traumatisme

Après examen de l'ensemble de ces éléments cliniques et radiologiques, le diagnostic de nécrose pulpaire est posé pour la 21, et la patiente est reprogrammée 1 mois plus tard pour le traitement endodontique.

- ➔ Lors du rendez-vous fixé, l'examen clinique révèle une amélioration de la décoloration coronaire. On réalise à nouveau un test au froid et un test électrique, auxquels la dent répond positivement. Par ailleurs, la 21 est toujours asymptomatique.

Une nouvelle rétroalvéolaire est réalisée, et il apparaît sur celle-ci un os apical en cours de cicatrisation et un arrêt de la résorption radulaire (bien qu'il soit regrettable que le cliché soit pris avec une angulation différente des deux premiers).



Figure 35 : Rétroalvéolaire lors du rendez-vous de contrôle, 5 mois après le traumatisme

Décision est donc prise de ne pas traiter endodontiquement la 21 puisque tous les signes indiquent une dent vitale. La patiente est donc informée de cet état de fait et reconvoquée pour suivi.

→ 5 mois plus tard (soit 10 mois après le traumatisme), la patiente revient en consultation. La 21 a retrouvé une couleur physiologique, semblable à son homologue controlatérale, et les tests pulpaire confirment sa vitalité.

→ **Conclusion :**

Il apparaît à la lumière de ce cas clinique que la revascularisation pulpaire peut se produire longtemps après la survenue du traumatisme (ici, 5 mois), malgré un ensemble de signes cliniques qui indiquent la nécrose pulpaire (décoloration, radioclarité apicale, absence de réponse aux tests de sensibilité). Ainsi, avant tout acte invasif, il est nécessaire de s'interroger sur le pronostic pulpaire des dents concernées. Quel est le type de réaction le plus probable, en fonction du traumatisme et du stade de maturation radiculaire ? Ici, le traumatisme étant une subluxation, les chances de survie pulpaire étaient assez importantes, malgré l'édification radiculaire complète.

On peut également s'interroger sur la fiabilité des tests de sensibilité qui ont été utilisés ici. Un test de vitalité par mesure du flux sanguin aurait donné une réponse plus fiable malgré la présence de la coloration coronaire, évitant ainsi la programmation du traitement endodontique de cette dent qui n'aura finalement été évité que grâce au délai entre les deux rendez-vous.

4.2 Cas n°2:

Revascularization of traumatized teeth assessed by laser Doppler flowmetry: case report

Mesaros SV, Trope M.(47)

Un garçon de 8 ans se présente en consultation à l'école dentaire de l'université de Caroline du Nord, 3 heures après la survenue d'un traumatisme. Après avoir été prises dans un filet de basketball, ses 11 et 21 ont été sévèrement luxées : elles sont totalement délogées de leurs alvéoles et ne sont plus retenues que par le tissu gingival.

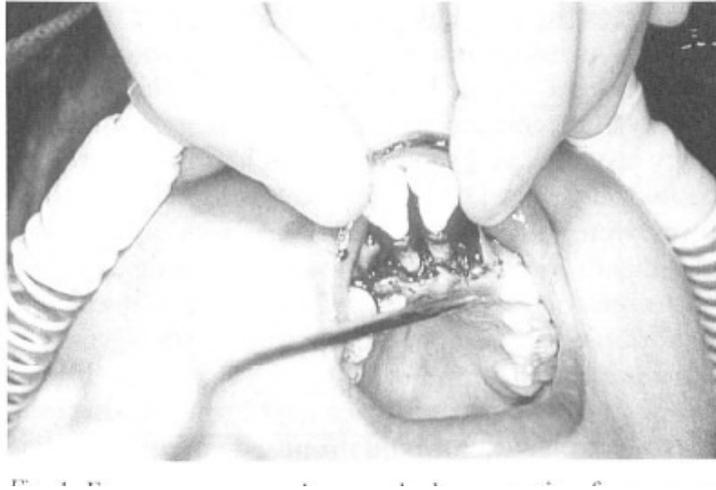


Figure 36 : Vue occlusale de la luxation des incisives centrales maxillaires

L'examen clinique et radiographique ne relève aucune fracture dentaire ou alvéolaire. On note que les apex de 11 et 21 sont immatures. Aucun test de vitalité n'est effectué lors de cette consultation.



Figure 37 : Rétroalvéolaire de 11 et 21 avant repositionnement

Les dents sont repositionnées sous anesthésie locale et une attelle est mise en place. L'enfant repart avec une prescription antibiotique et antalgique.

- Le patient est revu à **J+8**. Les dents sont asymptomatiques mais la mobilité est importante : l'attelle est conservée et le patient reconvoqué.
- **J+14** : Les incisives sont toujours asymptomatiques et la mobilité étant acceptable, l'attelle est déposée. Un test au froid est réalisé à l'aide de glace carbonique sur 11 et 21, ainsi que sur 53 et 63, dents « témoins » indemnes de tout traumatisme. 11 et 21 ne répondent pas au test, contrairement à 53 et 63. Cependant, compte tenu de l'âge du patient et de l'immaturation des apex, aucun traitement endodontique de 11 et 21 n'est envisagé pour le moment, en espérant une revascularisation de ces dents.
- **J+26** : Une rétroalvéolaire de contrôle est réalisée : elle ne montre aucune radioclarité apicale ou résorption radiculaire.

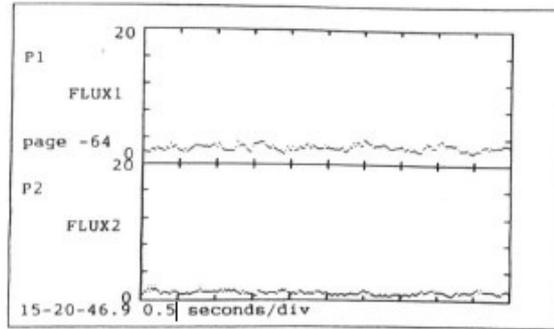


Figure 38 : Rétroalvéolaire à J+26 après le traumatisme

Le test au froid étant toujours négatif sur 11 et 21, il est décidé de réaliser une fluxmétrie laser Doppler à l'aide du moniteur laser Doppler DRT4 de chez Moor Instruments (Moor Instruments Limited, England). Pour ce faire, une gouttière de repositionnement est fabriquée à l'aide de silicone putty, afin de stabiliser la sonde et de permettre une reproductibilité des mesures.

Les résultats de ces mesures sont fournis dans les figures 39 & 40 ci-après. Notons que la numérotation dentaire utilisée dans l'étude n'est pas la même que la numérotation internationale employée en France. Ainsi, #H=63, #8=11, #9=21.

Name: _____ Title: _____

Moor Instruments DRT4 Laser Doppler Monitor v26.
Date: 20-06-95. Time: 15-20-46.9. Rate: 40.0Hz

Name: _____ Title: _____

Moor Instruments DRT4 Laser Doppler Monitor v26.
Date: 20-06-95. Time: 15-20-46.9. Rate: 40.0Hz

AVERAGES OF MARKED DATA

	AVERAGE	MAXIMUM	MINIMUM	PRL	PZL
FLUX1	2.5	3.7	1.5	500.0	0.0
FLUX2	1.0	1.7	0.5	500.0	0.0
CONC1	52.3	114.8	27.7	500.0	0.0
CONC2	10.9	17.8	6.4	500.0	0.0
SPEED1	2.6	4.5	1.2	500.0	0.0
SPEED2	4.9	9.4	2.0	500.0	0.0

number of data points = 196
interval = 4.9s

Figure 39 : enregistrement du flux sanguin par fluxmétrie laser Doppler sur 11(#8) et 21(#9) à J+26

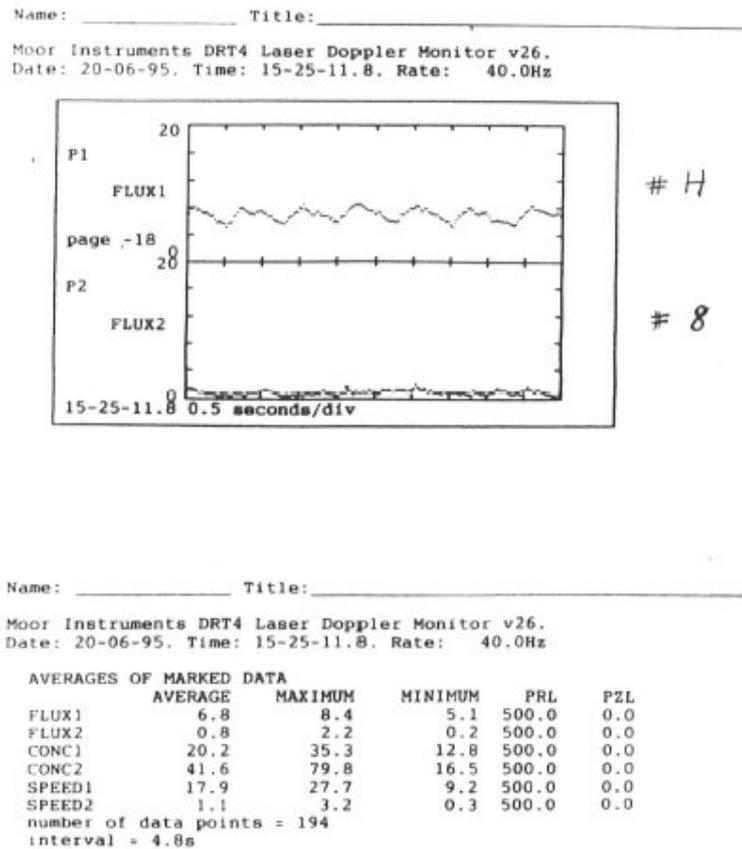


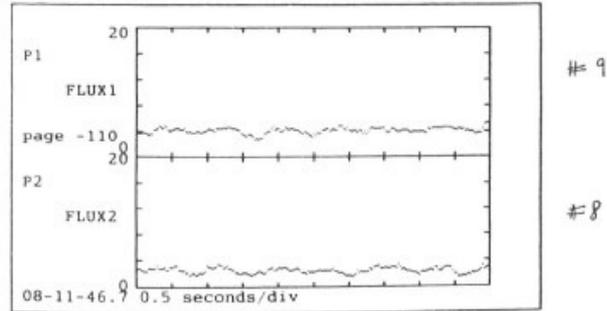
Figure 40 : enregistrement du flux sanguin par fluxmétrie laser Doppler sur 11(#8) et 63(#H) à J+26

On remarque que les flux sanguins de 11 et 21 sont relativement faibles (environ 2.5 PU pour 11 et environ 1.0 PU pour 21) comparés au flux de la dent contrôle 63 (environ 6.8 PU). Ils sont également dépourvus du caractère pulsatile retrouvée sur 63. Néanmoins, en l'absence de symptomatologie, aucun autre acte n'est effectué lors de cette consultation.

→ **J+34**: 11 et 21 ne répondent toujours pas à la glace carbonique. Une nouvelle fluxmétrie est réalisée.

Name: _____ Title: _____

Moor Instruments DRT4 Laser Doppler Monitor v26.
Date: 27-06-95. Time: 08-11-46.7. Rate: 40.0Hz



Name: _____ Title: _____

Moor Instruments DRT4 Laser Doppler Monitor v26.
Date: 27-06-95. Time: 08-11-46.7. Rate: 40.0Hz

AVERAGES OF MARKED DATA

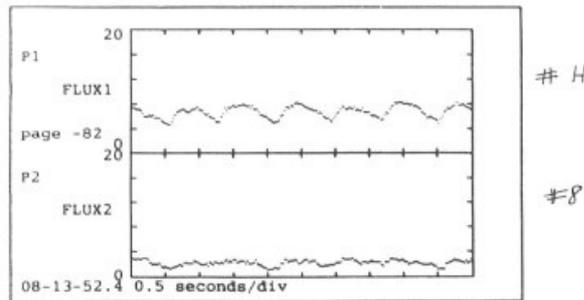
	AVERAGE	MAXIMUM	MINIMUM	PRL	PZL
FLUX1	4.0	5.3	2.5	500.0	0.0
FLUX2	2.4	3.5	1.4	500.0	0.0
CONC1	28.1	44.3	19.7	500.0	0.0
CONC2	18.2	32.4	10.5	500.0	0.0
SPEED1	7.3	10.0	5.0	500.0	0.0
SPEED2	7.2	11.8	3.0	500.0	0.0

number of data points = 198
interval = 4.9s

Figure 41 : enregistrement du flux sanguin par fluxmétrie laser Doppler sur 11(#8) et 21(#9) à J+34

Name: _____ Title: _____

Moor Instruments DRT4 Laser Doppler Monitor v26.
Date: 27-06-95. Time: 08-13-52.4. Rate: 40.0Hz



Name: _____ Title: _____

Moor Instruments DRT4 Laser Doppler Monitor v26.
Date: 27-06-95. Time: 08-13-52.4. Rate: 40.0Hz

AVERAGES OF MARKED DATA

	AVERAGE	MAXIMUM	MINIMUM	PRL	PZL
FLUX1	6.6	8.2	4.6	500.0	0.0
FLUX2	2.2	3.1	1.1	500.0	0.0
CONC1	20.6	31.1	14.7	500.0	0.0
CONC2	30.2	58.3	19.2	500.0	0.0
SPEED1	16.6	23.8	8.6	500.0	0.0
SPEED2	3.8	6.1	1.5	500.0	0.0

number of data points = 198
interval = 4.9s

Figure 42 : enregistrement du flux sanguin par fluxmétrie laser Doppler sur 11(#8) et 63(#H) à J+34

On note ici que les flux sanguins de 11 et 21 ont presque doublé par rapport à la précédente mesure (11=4.0 PU et 21=2.4 PU) alors que celui de 63 reste inchangé (6.6 PU). Ces résultats sont encourageants car ils semblent aller dans le sens d'une revascularisation.

- **J+49** : Les mesures de fluxmétrie sont sensiblement les mêmes qu'au 34^{ème} jour. Les dents 11 et 21 sont toujours asymptomatiques et ne répondent pas au froid.
- **J+76** : Lors de cette consultation, la sensibilité au froid de 11 est rétablie, alors que celle de 21 demeure absente. La fluxmétrie révèle pour ces deux dents une augmentation de la valeur des flux (4.3 PU), ainsi qu'une pulsatilité de même qualité que celle relevée pour 63. La revascularisation de 11 et 21 semble alors acquise, mais le patient est à nouveau reconvoqué pour suivi.

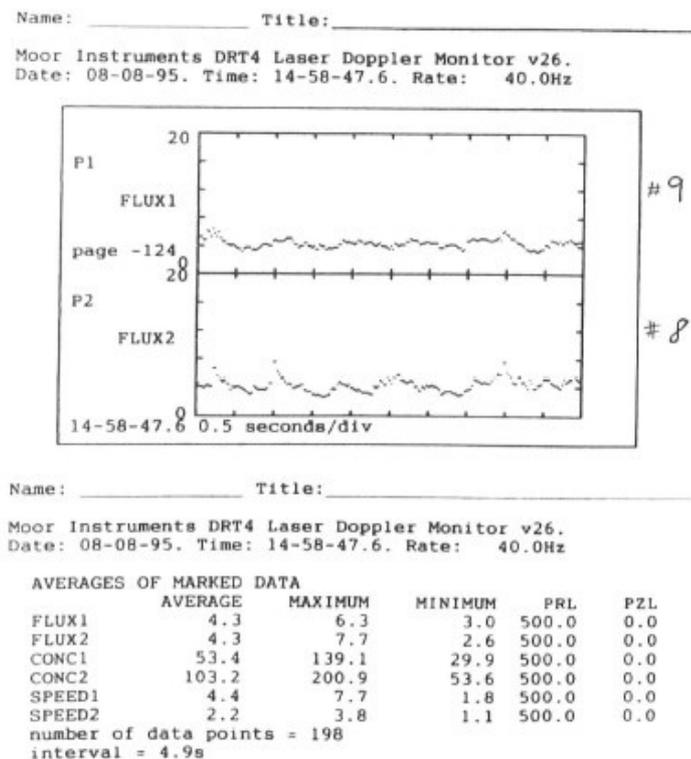
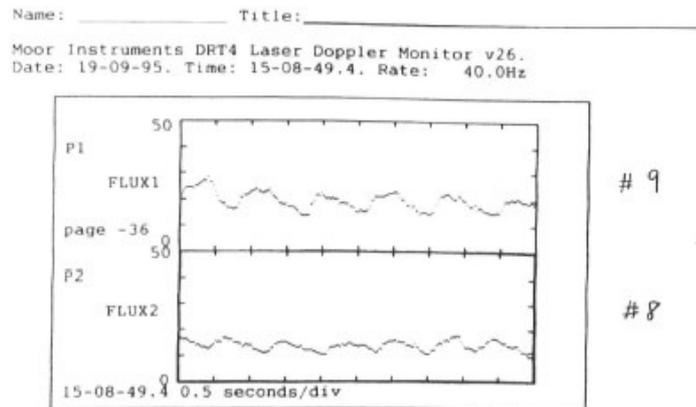


Figure 43 : enregistrement du flux sanguin par fluxmétrie laser Doppler sur 11(#8) et 21(#9) à J+76

- **J+118** : Lors de cette consultation, les flux sanguins mesurés sur 11 et 21 sont comparables à ceux de la dent témoin, et les deux dents ont retrouvé leur sensibilité au froid.



Name: _____ Title: _____

Moor Instruments DRT4 Laser Doppler Monitor v26.
Date: 19-09-95. Time: 15-08-49.4. Rate: 40.0Hz

AVERAGES OF MARKED DATA					
	AVERAGE	MAXIMUM	MINIMUM	PRL	PZL
FLUX1	19.2	27.8	13.5	500.0	0.0
FLUX1	13.6	17.2	10.2	500.0	0.0
CONC1	88.8	153.7	49.2	500.0	0.0
CONC2	0.0	0.0	0.0	500.0	0.0
SPEED1	11.4	17.6	5.3	500.0	0.0
SPEED2	0.0	0.0	0.0	500.0	0.0
number of data points = 198					
interval = 4.9s					

Figure 44 : enregistrement du flux sanguin par fluxmétrie laser Doppler sur 11(#8) et 21(#9) à J+118

→ **J+195**: Le patient revient pour un nouveau rendez-vous de contrôle. Toutes les dents antérieures maxillaires et mandibulaires sont asymptomatiques et répondent normalement au froid. Le flux sanguin des incisives centrales maxillaires est fort et pulsatile. Une rétroalvéolaire de 11 et 21 est réalisée, et montre que les racines de ces dents ont continué leur croissance et que les apex se sont fermés.

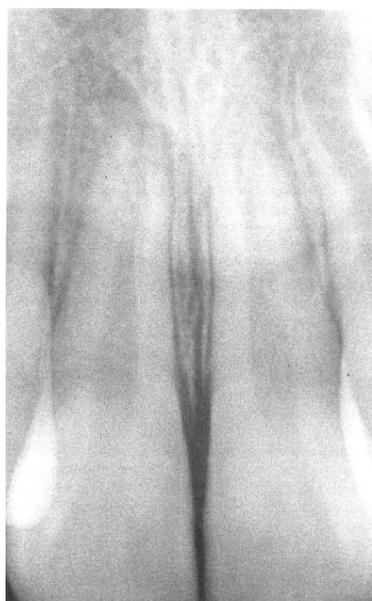


Figure 45 : Rétroalvéolaire de 11 et 21 à J+195

La vitalité de 11 et 21 à J+195 est donc certaine. Pour assurer la pérennité de cet état, le patient repart de cette consultation avec un protège-dents à usage sportif.

→ **Conclusion**

A travers ce cas clinique s'exprime un dilemme majeur du chirurgien-dentiste : faut-il réaliser un traitement endodontique rapidement après la survenue du traumatisme si les tests de sensibilité s'avèrent négatifs, ou bien attendre et laisser une chance à la revascularisation ?

L'utilisation de la fluxmétrie laser Doppler a permis d'apporter à ce dilemme une réponse et de mettre en place la prise en charge la plus adaptée, permettant ainsi aux dents de conserver leur vitalité et de terminer leur croissance. A l'aide du seul test au froid, la majorité des praticiens aurait réalisé un traitement endodontique sur ces incisives, ou du moins sur 21 qui n'avait toujours pas recouvré sa sensibilité après 76 jours. Ce faisant, on entraîne automatiquement une perte de chance pour cette ou ces dent(s), notamment par une croissance radiculaire incomplète ou raccourcie.

La fluxmétrie laser Doppler apparaît ici comme un outil fiable même sur dent immature, objectif, indolore, qui permet aux dents traumatisées de bénéficier du traitement le plus adapté et d'éviter tout surtraitement ou complication.

CONCLUSION

Le diagnostic de la vitalité pulpaire est un enjeu crucial dans la pratique de la chirurgie dentaire. Pourtant, **le décalage entre les connaissances sur l'histologie de la pulpe traumatisée et les méthodes de diagnostic clinique est immense**. En effet, les tests de sensibilité tels que le test au froid ou le test électrique sont à l'heure actuelle les plus utilisés en pratique quotidienne pour l'évaluation de la vitalité pulpaire.

Pourtant, nous avons vu que ces tests ne donnaient qu'une indication sur **l'état des fibres nerveuses intra-pulpaire et en aucun cas de celui de la vascularisation**. Or, il est fréquent que la pulpe soit en état de « sidération » après un traumatisme, c'est-à-dire que les fibres nerveuses soient comprimées ou rompues, rendant de ce fait la dent insensible à ces tests « conventionnels ». De plus, **l'existence d'un flux sanguin fonctionnel est la seule garantie de la vitalité pulpaire**. Cette intégrité vasculaire peut-être évaluée grâce aux tests de mesure du flux sanguin : l'oxymétrie de pouls et la fluxmétrie laser Doppler.

Ces tests permettent d'affirmer ou d'infirmer la présence d'une vascularisation fonctionnelle à l'intérieur d'une dent traumatisée et ce dès la survenue du traumatisme. La **fluxmétrie laser Doppler** est, de ces deux techniques, celle qui présente les résultats les plus fiables et les plus précis. Pourtant, **son coût et ses contraintes techniques en font un outil peu approprié en pratique quotidienne**.

L'**oxymétrie de pouls** quant à elle, présente l'avantage d'être beaucoup moins onéreuse et plus facile à mettre en œuvre, pour des résultats quasi équivalents. Elle semble donc **la technique de choix** pour le diagnostic de la vitalité pulpaire. Cependant, **aucun capteur spécifique à l'usage dentaire n'est commercialisé à l'heure actuelle**. Il est donc nécessaire de fabriquer son propre capteur pour obtenir des résultats exploitables.

Beaucoup de progrès sont encore à faire dans ce domaine, que ce soit par la commercialisation de capteurs d'oxymétrie spécifiques à la pratique dentaire, l'amélioration de l'accessibilité de la fluxmétrie Doppler ou la **réalisation d'études aux protocoles plus encadrés et aux niveaux de preuves plus élevés**.

Le but ultime du diagnostic pulpaire est de connaître l'état histologique précis de la pulpe au moment de l'examen. Bien qu'ils représentent un énorme progrès dans ce domaine, les tests par mesure de flux sanguin ne peuvent atteindre ce niveau de précision. La **vitalité pulpaire doit ainsi être évaluée à l'aide d'une combinaison d'informations** issues de l'examen clinique et radiologique, de l'historique du patient, des tests de vitalité et de l'expérience clinique du praticien.

Vu, la directrice de thèse



Vu, le Président du Jury



BIBLIOGRAPHIE

1. M. Goldberg. Histologie du complexe dentinopulpaire. EMC - Stomatol. 2008;1 - 34.
2. Bath-Balogh M, Fehrenbach MJ. Illustrated dental embryology, histology, and anatomy. St. Louis, Mo.: Elsevier Saunders; 2011.
3. Dr Hauteville. Conseil Dentaire [Internet]. [cité 8 déc 2014]. Disponible sur: <http://conseildentaire.com/>
4. Le système digestif (Cours 1 et 2) [Internet]. [cité 8 déc 2014]. Disponible sur: <http://www.isto.ucl.ac.be/safe/dig12.htm>
5. Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L, Andreasen JO, éditeurs. Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. 4th ed. Oxford, UK ; Ames, Iowa: Blackwell Munksgaard; 2007. 897 p.
6. Simon S, Cooper P, Berdal A, Machtou P, Smith AJ. Biologie pulpaire : comprendre pour appliquer au quotidien. Rev Odontostomatol (Paris). 2008;37(3):209-35.
7. Yu C, Abbott PV. An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. Aust Dent J. mars 2007;52(1 Suppl):S4-16.
8. OUCOD oral histology practical chapter 4 pulp Flashcards - Cram.com [Internet]. [cité 9 déc 2014]. Disponible sur: <http://www.cram.com/flashcards/oucod-oral-histology-practical-chapter-4-pulp-1734573>
9. Bastos JV, Goulart EMA, de Souza Côrtes MI. Pulpal response to sensibility tests after traumatic dental injuries in permanent teeth. Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol. 2 oct 2013;
10. Gopikrishna V, Pradeep G, Venkateshbabu N. Assessment of pulp vitality: a review. Int J Paediatr Dent Br Paedodontic Soc Int Assoc Dent Child. janv 2009;19(1):3-15.
11. Raslan N, Wetzel W-E. Exposed human pulp caused by trauma and/or caries in primary dentition: a histological evaluation. Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol. juin 2006;22(3):145-53.
12. Pileggi R, Dumsha TC, Myslinksi NR. The reliability of electrical pulp test after concussion injury. Dent Traumatol. 1 févr 1996;12(1):16-9.
13. Gopikrishna V, Tinagupta K, Kandaswamy D. Comparison of Electrical, Thermal, and Pulse Oximetry Methods for Assessing Pulp Vitality in Recently Traumatized Teeth. J Endod. mai 2007;33(5):531-5.
14. Abd-Elmeguid A, Yu DC. Dental pulp neurophysiology: part 2. Current diagnostic tests to assess pulp vitality. J-Can Dent Assoc. 2009;75(2):139.
15. Andreas Filippi, Yango Pohl, Thomas von Arx. Comportement de la pulpe après un traumatisme dentaire : Diagnostic, conséquences, thérapie. Rev Mens Suisse Odontostomatol RMSO. janv 2001;111:51-6.

16. Sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive et valeur prédictive négative d'un test diagnostique - EM | consulte [Internet]. [cité 8 juill 2014]. Disponible sur: <http://www.em-consulte.com/rmr/article/144227>
17. Hyman JJ, Cohen ME. The predictive value of endodontic diagnostic tests. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* sept 1984;58(3):343-6.
18. Villa-Chávez CE, Patiño-Marín N, Loyola-Rodríguez JP, Zavala-Alonso NV, Martínez-Castañón GA, Medina-Solís CE. Predictive values of thermal and electrical dental pulp tests: a clinical study. *J Endod.* août 2013;39(8):965-9.
19. Jafarzadeh H, Abbott PV. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests. *Int Endod J.* 1 sept 2010;43(9):738-62.
20. Chen E, Abbott PV. Evaluation of accuracy, reliability, and repeatability of five dental pulp tests. *J Endod.* déc 2011;37(12):1619-23.
21. Fuss Z, Trowbridge H, Bender IB, Rickoff B, Sorin S. Assessment of reliability of electrical and thermal pulp testing agents. *J Endod.* janv 1986;12(7):301-5.
22. Chen E, Abbott PV. Evaluation of Accuracy, Reliability, and Repeatability of Five Dental Pulp Tests. *J Endod.* déc 2011;37(12):1619-23.
23. Jespersen JJ, Hellstein J, Williamson A, Johnson WT, Qian F. Evaluation of dental pulp sensibility tests in a clinical setting. *J Endod.* mars 2014;40(3):351-4.
24. Obturateur de canal radiculaire à la Gutta Percha - SYSTEM B - SybronEndoEurope Ormco B.V. - SybronEndo Division [Internet]. [cité 19 déc 2014]. Disponible sur: <http://www.medicaexpo.fr/prod/sybronendoeurope-ormco-bv-sybronendo-division/obturateurs-canaux-radicaux-gutta-percha-74210-474834.html>
25. Jafarzadeh H, Abbott PV. Review of pulp sensibility tests. Part II: electric pulp tests and test cavities. *Int Endod J.* 1 nov 2010;43(11):945-58.
26. Lin J, Chandler NP. Electric pulp testing: a review. *Int Endod J.* mai 2008;41(5):365-74.
27. 6 Methods of Vitality Testing [Internet]. [cité 19 déc 2014]. Disponible sur: <http://teethgeek.com/6-methods-of-vitality-testing/>
28. Fulling HJ, Andreasen JO. Influence of maturation status and tooth type of permanent teeth upon electrometric and thermal pulp testing. *Scand J Dent Res.* sept 1976;84(5):286-90.
29. Klein H. Pulp responses to an electric pulp stimulator in the developing permanent anterior dentition. *ASDC J Dent Child.* juin 1978;45(3):199-202.
30. Gandy. The use of pulse oximetry in dentistry. *J Am Dent Assoc.* 1 sept 1995;126(9):1274-6.
31. Jafarzadeh H, Rosenberg PA. Pulse oximetry: review of a potential aid in endodontic diagnosis. *J Endod.* mars 2009;35(3):329-33.
32. Samraj RV, Indira R, Srinivasan MR, Kumar A. Recent advances in pulp vitality testing. *Endodontology.* 2003;15(1):14-9.

33. Gopikrishna V, Tinagupta K, Kandaswamy D. Evaluation of Efficacy of a New Custom-Made Pulse Oximeter Dental Probe in Comparison With the Electrical and Thermal Tests for Assessing Pulp Vitality. *J Endod.* avr 2007;33(4):411-4.
34. Goho C. Pulse oximetry evaluation of vitality in primary and immature permanent teeth. *Pediatr Dent.* avr 1999;21(2):125-7.
35. Vaghela D, Sinha A. Pulse oximetry and laser doppler flowmetry for diagnosis of pulpal vitality. *J Interdiscip Dent.* 2011;1(1):14.
36. Dastmalchi N, Jafarzadeh H, Moradi S. Comparison of the efficacy of a custom-made pulse oximeter probe with digital electric pulp tester, cold spray, and rubber cup for assessing pulp vitality. *J Endod.* sept 2012;38(9):1182-6.
37. Newton CW, Hoen MM, Goodis HE, Johnson BR, McClanahan SB. Identify and determine the metrics, hierarchy, and predictive value of all the parameters and/or methods used during endodontic diagnosis. *J Endod.* déc 2009;35(12):1635-44.
38. Gopi Krishna V, Kandaswamy D, Gupta T. Assessment of the efficacy of an indigenously developed pulse oximeter dental sensor holder for pulp vitality testing. *Indian J Dent Res Off Publ Indian Soc Dent Res.* sept 2006;17(3):111-3.
39. Karayilmaz H, Kirzioglu Z. Comparison of the reliability of laser Doppler flowmetry, pulse oximetry and electric pulp tester in assessing the pulp vitality of human teeth. *J Oral Rehabil.* 1 mai 2011;38(5):340-7.
40. Schnettler JM, Wallace JA. Pulse oximetry as a diagnostic tool of pulpal vitality. *J Endod.* oct 1991;17(10):488-90.
41. Kahan RS, Gulabivala K, Snook M, Setchell DJ. Evaluation of a pulse oximeter and customized probe for pulp vitality testing. *J Endod.* mars 1996;22(3):105-9.
42. Noblett WC, Wilcox LR, Scamman F, Johnson WT, Diaz-Arnold A. Detection of pulpal circulation in vitro by pulse oximetry. *J Endod.* janv 1996;22(1):1-5.
43. Encyclopédie Larousse en ligne - effet Doppler ou effet Doppler-Fizeau [Internet]. [cité 11 nov 2014]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/Doppler/44451>
44. Roy E, Jean A, Alliot-Licht B, Université de Nantes., Unité de Formation et de Recherche d'Odontologie., École doctorale 502 Biologie-Santé (Nantes-Angers). Étude de la fluxmétrie laser Doppler dans l'évaluation de la vitalité pulpaire en odontologie. [[S.l.]]: [s.n.]; 2010.
45. Ebihara A, Tokita Y, Izawa T, Suda H. Pulpal blood flow assessed by laser Doppler flowmetry in a tooth with a horizontal root fracture. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* févr 1996;81(2):229-33.
46. Roeykens H, Van Maele G, Martens L, De Moor R. A two-probe laser Doppler flowmetry assessment as an exclusive diagnostic device in a long-term follow-up of traumatised teeth: a case report. *Dent Traumatol.* 1 avr 2002;18(2):86-91.
47. Mesaros SV, Trope M. Revascularization of traumatized teeth assessed by laser Doppler flowmetry: case report. *Dent Traumatol.* 1 févr 1997;13(1):24-30.

48. Strobl H, Gojer G, Norer B, Emshoff R. Assessing revascularization of avulsed permanent maxillary incisors by laser Doppler flowmetry. *J Am Dent Assoc.* 12 janv 2003;134(12):1597-603.
49. Evans D, Reid J, Strang R, Stirrup D. A comparison of laser Doppler flowmetry with other methods of assessing the vitality of traumatised anterior teeth. *Dent Traumatol.* 1 déc 1999;15(6):284-90.
50. Lee JY, Yanpiset K, Sigurdsson A, Vann WF. Laser Doppler flowmetry for monitoring traumatized teeth. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol.* oct 2001;17(5):231-5.
51. Teitler D, Tzadik D, Eidelman E, Chosack A. A clinical evaluation of vitality tests in anterior teeth following fracture of enamel and dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972;34(4):649-52.
52. Bhaskar SN, Rappaport HM. Dental vitality tests and pulp status. *J Am Dent Assoc* 1939. févr 1973;86(2):409-11.
53. New Dental Trauma Guidelines for Permanent Teeth: A Perspective | JCDA | Essential Dental Knowledge [Internet]. [cité 20 nov 2014]. Disponible sur: <http://www.jcda.ca/article/c86>
54. Cho Y-W, Park S-H. Use of ultrasound Doppler to determine tooth vitality in a discolored tooth after traumatic injury: its prospects and limitations. *Restor Dent Endod.* févr 2014;39(1):68-73.
55. Tronstad L. Root resorption--etiology, terminology and clinical manifestations. *Endod Dent Traumatol.* déc 1988;4(6):241-52.
56. Emshoff R, Moschen I, Strobl H. Use of laser Doppler flowmetry to predict vitality of luxated or avulsed permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* déc 2004;98(6):750-5.
57. Yanpiset K, Vongsavan N, Sigurdsson A, Trope M. Efficacy of laser Doppler flowmetry for the diagnosis of revascularization of reimplanted immature dog teeth. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol.* avr 2001;17(2):63-70.
58. Emshoff R, Emshoff I, Moschen I, Strobl H. Laser Doppler flowmetry of luxated permanent incisors: a receiver operator characteristic analysis. *J Oral Rehabil.* 1 sept 2004;31(9):866-72.
59. Whiting P, Rutjes AW, Reitsma JB, Bossuyt PM, Kleijnen J. The development of QUADAS: a tool for the quality assessment of studies of diagnostic accuracy included in systematic reviews. *BMC Med Res Methodol.* 10 nov 2003;3(1):25.
60. Mejàre IA, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T, et al. Diagnosis of the condition of the dental pulp: a systematic review. *Int Endod J.* 1 juill 2012;45(7):597-613.
61. Haute Autorité de Santé - Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique - État des lieux [Internet]. [cité 25 nov 2014]. Disponible sur: http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1600564/fr/niveau-de-preuve-et-gradation-des-recommandations-de-bonne-pratique-etat-des-lieux

62. Cohenca N, Karni S, Rotstein I. Transient apical breakdown following tooth luxation. *Dent Traumatol.* 1 oct 2003;19(5):289-91.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation de la pulpe dans la dent.....	17
Figure 2 : Représentation schématique des odontoblastes.....	18
Figure 3 : Innervation pulpaire périphérique.....	19
Figure 4 : Coupe histologique dentino-pulpaire	19
Figure 5 : Organisation pulpaire	21
Figure 6 : Oblitération canalaire de 11 (totale) et 21 (partielle) après extrusion. Rétroalvéolaires à 6 mois, 1 an et 5 ans.....	23
Figure 7 : A= fracture amélaire ; B = fracture amélo-dentinaire sans exposition pulpaire ; C = fracture amélo-dentinaire avec exposition pulpaire	24
Figure 8 : Fracture radulaire	25
Figure 9 : Intrusion Figure 10 : Extrusion	26
Figure 11 : Luxation latérale.....	26
Figure 12 : Evolution pulpaire dans les cas de contusion, subluxation, extrusion, luxation latérale et intrusion sur dents matures et immatures	27
Figure 13 : Avulsion	28
Figure 14 : Résumé des notions de sensibilité, spécificité, VPP, VPN et prévalence.....	30
Figure 15 : Application d'un bâtonnet de glace	31
Figure 16 : Bâtonnet de glace carbonique monté en seringue	32
Figure 17 : Application de gutta-percha chaude.....	34
Figure 18 : Technique de l'instrument chauffé	35
Figure 19 : System B©.....	35
Figure 20 : Test au chaud par friction	36
Figure 21 : Test électrique monopolaire.....	37
Figure 22 : Comparaison des tests thermiques et du test électrique.....	39
Figure 23 : Principe de l'oxymétrie de pouls.....	41
Figure 24 : Essayage du capteur fabriqué sur-mesure.....	41
Figure 25 : Principe de la fluxmétrie laser Doppler.....	44
Figure 26 : Moniteur Doppler et sondes.....	44
Figure 27 : Dispositif de maintien de la sonde réalisé en silicone	45
Figure 28: Critères d'inclusion et d'exclusion de l'analyse de littérature	52
Figure 29 : Questionnaire QUADAS.....	53
Figure 30 : Critères de classement des études.....	53
Figure 31 : Résultats de l'analyse de littérature.....	55
Figure 32: Qualité des données scientifiques selon la HAS	56
Figure 33 : Rétroalvéolaire à 1 mois après le traumatisme	57
Figure 34 : Rétroalvéolaire prise 4 mois après le traumatisme	58
Figure 35 : Rétroalvéolaire lors du rendez-vous de contrôle, 5 mois après le traumatisme.....	58
Figure 36 : Vue occlusale de la luxation des incisives centrales maxillaires	60
Figure 37 : Rétroalvéolaire de 11 et 21 avant repositionnement.....	60
Figure 38 : Rétroalvéolaire à J+26 après le traumatisme.....	61
Figure 39 : enregistrement du flux sanguin par fluxmétrie laser Doppler sur 11(#8) et 21(#9) à J+26	62

Figure 40 : enregistrement du flux sanguin par fluxmétrie laser Doppler sur 11(#8) et 63(#H) à J+26	63
Figure 41 : enregistrement du flux sanguin par fluxmétrie laser Doppler sur 11(#8) et 21(#9) à J+34	64
Figure 42 : enregistrement du flux sanguin par fluxmétrie laser Doppler sur 11(#8) et 63(#H) à J+34	64
Figure 43 : enregistrement du flux sanguin par fluxmétrie laser Doppler sur 11(#8) et 21(#9) à J+76	65
Figure 44 : enregistrement du flux sanguin par fluxmétrie laser Doppler sur 11(#8) et 21(#9) à J+118	66
Figure 45 : Rétroalvéolaire de 11 et 21 à J+195	66

TESTS DE VITALITE ET TRAUMATISMES DENTAIRES

RESUME EN FRANÇAIS :

Le diagnostic de la vitalité pulpaire est un acte capital dans la décision thérapeutique, en particulier dans le cadre du suivi d'un traumatisme. En effet, de la détermination de l'état pulpaire découlent une multitude de thérapeutiques, de la simple surveillance aux techniques de revascularisation endodontique s'il s'agit d'une dent permanente immature. Il est donc crucial de poser le diagnostic le plus précis et le plus fiable possible.

Après un rappel sur la physiologie pulpaire et ses réactions suite aux différents types de traumatismes, le but de ce travail sera de décrire les différents tests de vitalité à disposition du chirurgien-dentiste, puis de les comparer à travers une étude de la littérature. Ceci permettra de déterminer lesquels sont les plus adaptés pour la détermination de la vitalité pulpaire après un traumatisme dentaire, tant au niveau de leur précision que de leur facilité d'utilisation.

TITRE EN ANGLAIS : Pulp vitality tests and dental injuries

RESUME EN ANGLAIS :

The diagnosis of pulp vitality is a major part of the therapeutic decision, particularly in the case of traumatic injuries. From the determination of the pulpal condition ensue indeed several therapeutics, from surveillance to endodontic revascularization on immature permanent teeth. It is thus crucial to make the most precise and the most reliable possible diagnosis.

After a reminder of the physiology of the pulp and its reactions to various types of traumas, the purpose of this work will be to describe the various pulp vitality tests available in dental practice, and to compare them through a study of the literature. This will allow us to determine which of them are the most reliable for the determination of pulp vitality.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS-CLES : traumatisme dentaire, test de vitalité, oxymétrie de pouls, fluxmétrie laser Doppler, tests thermiques, test électrique, vitalité pulpaire

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III – Paul Sabatier

Faculté de chirurgie dentaire 3 chemin des Maraîchers 31062 Toulouse Cedex

Directeur de thèse : Docteur Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN