

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



FACULTE DE MEDECINE, DE PHARMACIE ET D'ODONTO-STOMATOLOGIE



ANNEE 2004

N° 03

L'IRRIGATION ENDODONTIQUE, EVALUATION DE L'EFFICACITE ANTIBACTERIENNE LIEE : AU VOLUME, AU TEMPS DE CONTACT ET A LA TENSION SUPERFICIELLE DE LA SOLUTION

THESE

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR ES SCIENCES ODONTOLOGIQUES
(DIPLÔME D'ETAT)

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT

Le 26 Janvier 2004

PAR

Babacar TOURE

Né le 23 Octobre 1966 à Diourbel (SENEGAL)

Docteur en Chirurgie Dentaire

MEMBRES DU JURY

PRESIDENT :	M. Souleymane	MBOUP	: Professeur
MEMBRES :	M ^{me} . Aïssatou Gaye	DIALLO	: Professeur
	M. Dominique	ROUX	: Maître de Conférences des Universités
	M. Malick	SEMBENE	: Maître de Conférences Agrégé
	M. Boubacar	DIALLO	: Maître de Conférences Agrégé
DIRECTEURS DE THÈSE :	M. Dominique	ROUX	: Maître de Conférences des Universités Clermont Ferrand (FRANCE)
	M. Souleymane	MBOUP	: Professeur

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTE DE MEDCINE DE PHARMACIE ET D'ODONTO – STOMATOLOGIE

DECANAT & DIRECTION

DOYEN

M. DOUDOU THIAM

PREMIER ASSESSEUR

M. CHEIKH S. B. BOYE

DEUXIEME ASSESSEUR

M. MALICK SEMBENE

CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS

M. ASSANE CISSE

Dakar, le 10 novembre 2003

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT PAR GRADE

ANNEE UNIVERSITAIRE 2002-2003

I. MEDECINE

PROFESSEURS TITULAIRES

M. José Marie	AFOUTOU	Histologie-Embryologie
M. Mamadou	BA	Pédiatrie
M. Mamadou	BA	Urologie
M. Serigne Abdou	BA	Cardiologie
M. Fallou	CISSE	Physiologie
M. Moussa Fafa	CISSE	Bactériologie-Virologie
M. Abdarahmane	DIA	Anatomie-Chirurgie Générale
M. Baye Assane	DIAGNE	Urologie
M. Lamine	DIAKHATE	Hématologie
M. Amadou Gallo	DIOP	Neurologie
* M. EL Hadj Malick	DIOP	O-R-L
Mme Thérèse MOREIRA	DIOP	Médecine Interne
M. Sémou	DIOUF	Cardiologie
M. Souvasin	DIOUF	Orthopédie-Traumatologie
M. Babacar	FALL	Chirurgie Générale
Mme Sylvie SECK	GASSAMA	Biophysique
M. Oumar	GAYE	Parasitologie
M. Momar	GUEYE	Psychiatrie
* M. Serigne Maguèye	GUEYE	Urologie
M. Abdoul Almamy	HANE	Pneumophtisiologie
M. Abdoul	KANE	Cardiologie
M. Nicolas	KUAKUVI	Pédiatrie
M. Victorino	MENDES	Anatomie Pathologique
M. Jean Charles	MOREAU	Gynécologie-Obstétrique
M. Bassirou	NDIAYE	Dermatologie
M. Ibrahima Pierre	NDIAYE	Neurologie
* M. Madoune Robert	NDIAYE	Ophtalmologie
M. Mouhamadou	NDIAYE	Chirurgie Thoracique & Cardio-vasculaire
M. Mouhamadou Mansour	NDIAYE	Neurologie
Mme Mbayang NIANG	NDIAYE	Physiologie
M. Papa Amadou	NDIAYE	Ophtalmologie
* M. Mamadou	NDOYE	Chirurgie Infantile
* M. Youssoupha	SAKHO	Neurochirurgie
Mme Bineta KA	SALL	Anesthésie-Réanimation
M. Mohamadou Guélaye	SALL	Pédiatrie
M. Niama DIOP	SALL	Biochimie Médicale
M. Abibou	SAMB	Bactériologie-virologie
M. Mamadou	SARR	Pédiatrie
§ Mme Awa Marie COLL	SECK	Maladies Infectieuses
M. Cheickna	SYLLA	Urologie

* Associé

§ Détachement

M. Seydina Issa Laye	SEYE	Orthopédie-Traumatologie
M. Abdourahmane	SOW	Maladies Infectieuses
M. Housseyn Dembel	SOW	Pédiatrie
M. Mamadou Lamine	SOW	Médecine Légale
M. Moussa Lamine	SOW	Anatomie-Chirurgie Générale
*M Pape Salif	SOW	Maladies Infectieuses
M. Doudou	THIAM	Hématologie
*M. Cheikh Tidiane	TOURE	Chirurgie Générale
M. Meïssa	TOURE	Biochimie Médicale
M. Papa	TOURE	Cancérologie
M. Alassane	WADE	Ophthalmologie.

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

M. Moussa	BADIANE	Radiologie
M. Seydou Boubakar	BADIANE	Neurochirurgie
M. Mohamed Diawo	BAH	Gynécologie-Obstétrique
M. Cheikh Ahmed Tidiane	CISSE	Gynécologie-Obstétrique
M. Jean Marie	DANGO	Anatomie et Cytologie Patholog.
*M Ibrahima	DIAGNE	Pédiatrie
*M. Massar	DIAGNE	Neurologie
*+M. Issakha	DIALLO	Santé Publique
*M. Mame Thierno	DIENG	Dermatologie
M. Yémou	DIENG	Parasitologie
M. Bernard Marcel	DIOP	Maladies Infectieuses
M. El Hadj Ibrahima	DIOP	Orthopédie-Traumatologie
M. Ibrahima Bara	DIOP	Cardiologie
M. Saïd Norou	DIOP	Médecine Interne
M. Alassane	DIOUF	Gynécologie-Obstétrique
M. Boucar	DIOUF	Néphrologie
M. Mamadou Lamine	DIOUF	Hépatologie / Gastro-Entérologie
M. Raymond	DIOUF	O.R.L
M. Ibrahima	FALL	Chirurgie Pédiatrique
Mme.Mame Awa	FAYE	Maladies Infectieuses
M. Oumar	FAYE	Parasitologie
Mme Gisèle WOTO	GAYE	Anatomie Pathologique
M. Lamine	GUEYE	Physiologie
*M. Mamadou Mourtalla	KA	Médecine Interne
M. Assane	KANE	Dermatologie
*M. Mouhamadou	MBENGUE	Hépatologie / Gastro-Entérologie
*M. Claude	MOREIRA	Pédiatrie
M. Abdoulaye	NDIAYE	Anatomie-Orthopédie-Traumatologie
M. Issa	NDIAYE	O.R.L
M. Ousmane	NDIAYE	Pédiatrie
M. Alain Khassim	NDOYE	Urologie
M. El Hadji	NIANG	Radiologie
M. Abdoulaye	SAMB	Physiologie
M. Moustapha	SARR	Cardiologie
M. Birama	SECK	Pédopsychiatrie

+ disponibilité

* Associé

M.	EL Hassane		SIDIBE	Endocrinologie-Métabolisme Nutrition-Diabétologie
*M.	Masserigne		SOUMARE	Maladies Infectieuses
M.	Ahmad Iyane		SOW	Bactériologie-Virologie
Mme.	Haby	SIGNATE	SY	Pédiatrie
M.	Mouhamadou Habib		SY	Orthopédie-Traumatologie
M.	Omar		SYLLA	Psychiatrie
M.	Alé		THIAM	Neurologie

MAITRES-ASSISTANTS

	Mme Aïssata	LY	BA	Radiologie
M.	EL Hadj Amadou		BA	Ophtalmologie
Mme	Mariama	GUEYE	BA	Gynécologie-Obstétrique
M.	Momar Codé		BA	Neurochirurgie
M.	Moussa		BA	Psychiatrie
M.	Boubacar		CAMARA	Pédiatrie
M.	El Hadj Souleymane		CAMARA	Orthopédie-Traumatologie
Mme.	Mariama Safiétou	KA	CISSE	Médecine Interne
M.	André Vauvert		DANSOKHO	Orthopédie-Traumatologie
M.	Ahmadou		DEM	Cancérologie
Mme	Anta	TAL	DIA	Médecine Préventive
M.	Djibril		DIALLO	Gynécologie-Obstétrique
M.	Saïdou		DIALLO	Rhumatologie
M.	Alassane		DIATTA	Biochimie Médicale
M.	Saliou		DIOP	Hématologie
Mme.	Sokhna	BA	DIOP	Radiologie
Mme.	Elisabeth		DIOUF	Anesthésiologie-Réanimation
Mme	Fatou	SENE	DIOUF	Neurologie
M.	Saliou		DIOUF	Pédiatrie
Mme	Mame Coumba	GAYE	FALL	Médecine Légale
M.	Pape Ahmed		FALL	Urologie
M.	Oumar		FAYE	Histologie-Embryologie
M.	EL Hadj Fary		KA	Clinique Médicale/Néphrologie
M.	Oumar		KANE	Anesthésie-Réanimation
*M.	Abdoul Aziz		KASSE	Cancérologie
Mme	Ndèye Maïmouna	NDOUR	MBAYE	Médecine Interne
M.	Mamadou		MBODJ	Biophysique
M.	Philippe Marc		MOREIRA	Gynécologie
+Mme	Coura	SEYE	NDIAYE	Ophtalmologie
*M.	Cheikh Tidiane		NDOUR	Maladies Infectieuses
M.	Ndaraw		NDOYE	Neurochirurgie
M.	Oumar		NDOYE	Biophysique
M.	Abdou		NIANG	CM / Néphrologie
Mme	Suzanne Oumou		NIANG	Dermatologie
M.	Abdoulaye		POUYE	CM / Médecine Interne
Mme	Paule Aïda	NDOYE	ROTH	Ophtalmologie
Mme	Anne Aurora		SANKALE	Chirurgie Générale

* Associé

+ Disponibilité

Mme Anna	SARR	Médecine Interne
M. Doudou	SARR	Psychiatrie
M. Ndéné Gaston	SARR	Biochimie Médicale
M. Amadou Makhtar	SECK	Psychiatrie
M. Gora	SECK	Physiologie
M. Moussa	SEYDI	Maladies Infectieuses
Mme Hassanatou TOURE	SOW	Biophysique
Mme Aïda	SYLLA	Psychiatrie
M. Abdourahmane	TALL	O.R.L
M. Mamadou Habib	THIAM	Psychiatrie
M. Issa	WONE	Médecine Préventive

ASSISTANTS

M. Abdoulaye	BA	Physiologie
M. Boubacar Samba	DANKOKO	Médecine Préventive
M. Abdoulaye Séga	DIALLO	Histologie-Embryologie
Melle .Fatou	DIALLO	Biochimie Médicale
M. Dialo	DIOP	Bactériologie-Virologie
M. Mamadou	DIOP	Anatomie
Mme Awa Oumar TOURE	FALL	Hématologie
M. EL Hadj Alioune	LO	Anatomie Organogenèse
M. Ismaïla	MBAYE	Médecine du Travail
*M. Papa	NDIAYE	Médecine Préventive
M. Jean Marc Ndiaga	NDOYE	Anatomie
M. Kamadore	TOURE	Médecine Préventive

CHEFS DE CLINIQUE-ASSISTANTS DES SERVICES UNIVERSITAIRES DES HOPITAUX

M. Mamadou Diarrah	BEYE	Anesthésie-Réanimation
M. Mamadou Lamine	CISSE	Gynécologie-Obstétrique
M. Abdoulaye	DANFA	Psychiatrie
&Mme Elisabeth FELLER	DANSOKHO	Maladies Infectieuses
Mme Ndèye Méry DIA	BADIANE	Maladies Infectieuses
Mme Ramatoulaye	DIAGNE	Pédiatrie
M. Bay Karim	DIALLO	O.R.L
M. Oumar	DIARRA	Chirurgie Générale
M. Babacar	DIAO	Urologie
M. Maboury	DIAO	Cardiologie
M. Madieng	DIENG	Chirurgie Générale
* M. Mamadou Moustapha	DIENG	Cancérologie
M. Charles Bertin	DIEME	Orthopédie-traumatologie
M. Rudolph	DIOP	Stomatologie
*M. Serigne Modou KANE	GUEYE	Gynécologie-Obstétrique
M. Ibrahima	KONATE	Chirurgie Générale

* Associé
& Détachement

M. Abdoulaye		LEYE	Clinique Médicale / Médecine Interne
Mme Aminata	DIACK	MBAYE	Pédiatrie
M. Amadou Koura		NDAO	Neurologie
Mme Marième		NDIAYE	Psychiatrie
M. Gabriel		NGOM	Chirurgie Générale
Mme Fatou Samba D.	NDIAYE	SENE	Médecine Interne
M. Idrissa		SENE	O.R.L
Mme Nafissatou Oumar		TOURE	Pneumologie
M. Silly		TOURE	Stomatologie
Mme Aïssatou Magatte		WANE	Ophtalmologie

ATTACHES CHEFS DE CLINIQUE

M. Mamadou		COUME	Médecine Interne
Melle Yacine		DIA	Pneumologie
M. Ansoumana		DIATTA	Pneumologie

ATTACHES-ASSISTANTS

Mme. Nafissatou	NDIAYE	BA	Anatomie Pathologique
M. Babacar		FAYE	Parasitologie
Melle Roughyatou		KA	Bactériologie
*M. Ibrahima		SECK	Médecine Préventive

* Associé

II. PHARMACIE

PROFESSEURS TITULAIRES

M. Doudou	BA	Chimie Analytique et Toxicologie
M. Emmanuel	BASSENE	Pharmacognosie et Botanique
M. Cheikh Saad Bouh	BOYE	Bactériologie-Virologie
Mme Aïssatou Gaye	DIALLO	Bactériologie-Virologie
+ M. Alioune	DIEYE	Immunologie
* M. Babacar	FAYE	Pharmacologie et Pharmacodynamie
M. Issa	LO	Pharmacie Galénique
* M. Souleymane	MBOUP	Bactériologie-Virologie
* M. Omar	NDIR	Parasitologie

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

M. Mamadou	BADIANE	Chimie Thérapeutique
M. Mounirou	CISS	Toxicologie
*M. Aynina	CISSE	Biochimie Pharmaceutique
M. Balla Moussa	DAFFE	Pharmacognosie
Mme Aminata SALL	DIALLO	Physiologie Pharmaceutique
M. Pape Amadou	DIOP	Biochimie Pharmaceutique
M. Yérim Mbagnick	DIOP	Chimie Analytique
M. Amadou	DIOUF	Toxicologie

MAITRES-ASSISTANTS

Melle Issa Bella	BAH	Parasitologie
M. Mounibé	DIARRA	Physique Pharmaceutique
*M. Amadou Moctar	DIEYE	Pharmacologie et Pharmacodynamie
M. Modou	LO	Botanique
M. Bara	NDIAYE	Chimie Analytique
Mme. Maguette D.SYLLA	NIANG	Biochimie Pharmaceutique
Mme Rita B.	NONGONIERMA	Pharmacognosie
M. Matar	SECK	Pharmacie Chimique et Chimie Orga.
M. Oumar	THIOUNE	Pharmacie Galénique

ASSISTANTS

M. William	DIATTA	Botanique
MelleThérèse	DIENG	Parasitologie
M. Tandakha NDIAYE	DIEYE	Immunologie
M. Ahmédou Bamba K.	FALL	Pharmacie Galénique
M. Mor	GUEYE	Physiologie Pharmaceutique
M. Pape Madieye	GUEYE	Biochimie Pharmaceutique

* Associé

+ disponibilité

M. Mamadou	FALL	Toxicologie
Mme Aïssatou GUEYE	NDIAYE	Bactériologie-Virologie
M. Augustin	NDIAYE	Physique Pharmaceutique
*M. Mamadou	NDIAYE	Pharmacologie et Pharmacodynamie
Mme. Philomène LOPEZ	SALL	Biochimie Pharmaceutique
M. Mamadou	SARR	Physiologie Pharmaceutique
*M. Elimane Amadou	SY	Chimie Générale et Minérale
M. Guata yoro	SY	Pharmacologie et Pharmacodynamie
M. Alassane	WELE	Chimie Physique

ATTACHES

M. Alioune Dior	FALL	Pharmacognosie
Mme Oumou BARRY	KANE	Toxicologie
M. Modou Oumy	KANE	Physiologie Pharmaceutique
M. Gora	MBAYE	Physique Pharmaceutique
M. Sarra	NGOM	Pharmacie Galénique

* Associé

ATTACHES

M. Abdoulaye
M. Alpha
M. Oumar Harouna
M. El Hadj Babacar
Melle Fatou

DIOUF
KOUNTA
SALL
MBODJ
LEYE

Parodontologie
Chirurgie Buccale
Matières Fondamentales
Prothèse Dentaire
O.C.E.

JE DEDIE CE TRAVAIL

A Allah le tout puissant

A qui nous devons tout

Au prophète Mohamed paix et salut sur lui

A mon père et A ma mère

Je ne trouve pas les mots pour vous exprimer mes sentiments. Vous avez toujours été pour nous un exemple d'honnêteté et de sincérité. Je vous remercie de nous avoir guidé sur le droit chemin. Je souhaite de tout mon cœur que le bon DIEU vous prête une longue vie afin que vous puissiez nous accompagner, nous conseiller et nous orienter d'avantage.

A mon épouse

Grâce à ton amour, tes sacrifices et ton soutien constant à mes cotés j'ai pu réaliser ce travail. Qu'Allah le tout puissant fasse que notre bonheur conjugal perdure.

A mes enfants Aïssatou et Mohamed

Que ce travail soit un exemple pour vous.

A ma sœur Ndéye Coumba Touré Kane

Merci la grande pour ton soutien, ton aide et tes conseils indéfectibles.

A mes frères et sœurs

Sincères affections.

A mes neveux et nièces

Que ce travail soit un exemple pour vous.

A toute ma famille

Au docteur Abdoul wakhab Kane

Merci pour nous avoir montrer la voie et aussi pour vos conseils et votre soutien permanent.

Au Docteur Malick Mbaye Mon maître de toujours.

A tout le service D'OCE du Département d'odontologie de la Faculté de Médecine de Dakar

Particulièrement Au chef de service Dr Fatou Gaye, Dr Babacar Faye, Dr Mouhamed Sarr, Dr Fatou Léye. Merci pour vos conseils, votre soutien et votre collaboration.

A mes collègues et amis enseignants du département:

Dr Papa Ibrahim Ngom, Dr Cheikh MBacké Lo, Dr Henri Michel, Dr Babacar Mbodji, Malick Faye et Dr Abdou Ba.

A tous les enseignants du département d'odontologie de la faculté de Médecine de Dakar

Au professeur Alain Woda

Sans votre compréhension et votre soutien constant nous ne pourrions jamais faire une carrière universitaire. Le chemin était long est compliqué mais vous nous l'avez simplifié en nous permettant une inscription à distance ce qui a permis à tous les enseignants de ma génération d'acquérir leurs diplômes de bases indispensables à leur carrière. Toute l'équipe de Dakar se joint en moi pour dire merci pour tout.

Personnellement je trouve difficilement les mots pour vous témoigner toute ma reconnaissance et toute ma gratitude pour m'avoir accueilli et introduit dans le service d'odontologie conservatrice de l'UFR de Clermont Ferrand.

A Dominique Roux et à toute sa Famille : Cathy , Aurélien et Maxime

Merci pour votre accueil chaleureux, votre disponibilité, votre amitié et votre sympathie.

Merci aussi de m'avoir fait découvrir la gastronomie française

A tous les enseignants du service d'OC de la Faculté de Chirurgie dentaire de Clermont Ferrand : Professeur Martine Hennequin, Sophie Orliaguet, Claudine

Renon, Luc Gentillucci et Fernando Sierralta.

A tout le personnel du laboratoire de recherche de la Faculté Dentaire de Clermont Ferrand.

A toute l'équipe mixte INSERM E 216 Neurobiologie de la douleur trigéminal de Clermont Ferrand.

Particulièrement à Monsieur le Directeur Radhouane Dallel, à Anne Marie à Daniel et à mon ami Luis et à travers vous toute l'équipe mixte INSERM E 216

Merci pour votre accueil, vos conseils et votre sympathie.

Au Professeur Henry Laveran et Au Docteur Ousmane Traoré

Au service d'hygiène hospitalière du CHU de Clermont Ferrand

Chers Maîtres, vous avez accepté avec spontanéité de m'accueillir dans votre service sans réellement me connaître. Votre confiance m'honore et j'espère avoir été à la hauteur car j'ai travaillé dans des conditions que je n'aurais sans doute pas trouvés ailleurs

Permettez moi de faire simple en vous disant merci car j'ai pas de mots pour vous témoigner toute ma gratitude, mon respect, mon attachement indéfectible et toute ma reconnaissance.

A tout le personnel du service d'hygiène hospitalière du CHU de Clermont Ferrand Dominique, Marie Paul, Marie Agnès, Angélique, Amira et Chantal et à travers vous tout le personnel. Merci pour votre accueil, votre sympathie et votre compréhension.

A tous mes Amis du Sénégal Particulièrement à Ameth Kandji, Serigne Mbaye, Alioune Faye, Alain Seck, Baba soumaré, Daniel et leur famille à Ousmane seck et à Ousmane Tamba. En témoignage de mon amitié et de mon attachement indéfectibles.

A tous mes Amis de Clermont Ferrand. Ousmane Diallo et famille, Maguette Niang, Madiop Diop et Pedro Alvarez pour les moments passés ensemble.

A tout le personnel du service dentaire du centre de santé de Ouakam
Particulièrement au Dr Mamadou Thiaw et Dr Diéo Lô.

A NOS MAITRES ET JUGES

A NOTRE MAITRE CO-DIRECTEUR ET PRESIDENT DE JURY

Monsieur le Professeur Souleymane MBOUP

Nous avons été très touché par la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de co-diriger ce travail malgré vos multiples occupations. C'est l'occasion pour nous de vous remercier pour votre disponibilité et votre rigueur scientifique qui font de vous un maître apprécié par tous les étudiants. Nous vous sommes reconnaissant pour les conseils que vous nous avez prodigués. Veuillez croire à notre profond respect.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Madame le Professeur Aïssatou Gaye DIALLO

Nous avons été très séduit par la gentillesse et la spontanéité avec lesquelles vous avez accepté de juger ce travail. Vos remarques et suggestions nous ont été d'une aide capitale. Soyez assurée de notre profonde reconnaissance et de notre profonde gratitude.

A NOTRE MAITRE ET DIRECTEUR DE THESE

Monsieur le Maître de Conférence des Universités Dominique ROUX

Cher Maître vous avez accepté de prendre en charge notre travail. A ce titre, vos conseils et votre soutien permanent nous ont été une aide précieuse. Votre accueil chaleureux et la qualité de vos rapports humains, nous ont laissé le souvenir d'un homme simple aimant sa profession et dont la grande qualité a été de savoir l'enseigner. Vous resterez pour nous un exemple pour votre disponibilité, votre dynamisme, votre rigueur scientifique et votre simplicité. Merci d'avoir encadré ce travail et de m'avoir permis de découvrir les rigueurs de la rédaction scientifique. Veuillez trouver ici, le témoignage de notre reconnaissance et notre sincère admiration.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Monsieur le Maître de conférences agrégé Malick SEMBENE

En acceptant de juger ce travail, vous montrer encore une fois, l'intérêt que vous portez à la profession. Durant toutes ces années passées à vos cotés, nous avons apprécié votre rigueur scientifique et votre amour du travail bien fait.

Trouvez ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Monsieur le Maître de Conférence Agrégé Boubacar DIALLO

C'est un grand honneur pour nous de pouvoir compter sur votre présence pour juger ce travail. Pendant votre présence à nos cotés comme chef de service d'OCE nous avons su profiter de votre expérience et de votre rigueur scientifique.

Nous vous prions de trouver, ici le témoignage de notre reconnaissance et de notre admiration

« Par délibération, la faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation in improbation »

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
---------------------------	----------

PREMIERE PARTIE

1- CARACTERISTIQUES DE L'ENDODONTE	6
2- LES BACTERIES ENDOCANALAIRES	7
2.1- LES VOIES DE L'INFECTION PULPAIRE	7
2.1.1- Effraction de la chambre pulpaire.....	7
2.1.2- La voie parodontale.....	8
2.1.3- La circulation sanguine	8
2.2- LES PRINCIPALES BACTERIES ENDOCANALAIRES.....	9
2.2.1- Généralités	9
2.2.2- Caractéristiques et rôles des différentes bactéries endocanalaies.....	10
2.2.2.1- Les coques gram+	10
2.2.2.2- Les coques gram -	13
2.2.2.3- Les bacilles gram +	13
2.2.2.4- Les bacilles gram -	15
2.2.2.5- Les spirochètes.....	16
3- LE PRELEVEMENT ENDOCANALAIRE	17
3.1- LES PRELEVEMENTS SUR DENTS EXTRAITES	17
3.2- LES PRELEVEMENTS IN SITU	18
3.2.1- Les prélèvements péri apicaux.....	18
3.2.2- Les prélèvements endocanalaies.....	18
3.3- LE PRELEVEMENT EN ANAEROBIOSE	20
3.4- LES CAUSES D'ECHECS.....	21
4- L'IRRIGATION ENDODONTIQUE	21
4.1- LES SOLUTIONS D'IRRIGATION.....	22
4.1.1- le sérum physiologique - eau distillée.....	22
4.1.2- l'alcool	23
4.1.3- la chlorhexidine.....	23
4.1.4- les chélateurs	24
4.1.5- les agents tensioactifs.....	25
4.1.6- l'hypochlorite de sodium	27
4.1.7 -le peroxyde d'hydrogène.....	30
4.2 -LES TECHNIQUES D'IRRIGATION.....	31
4.2.1 -la méthode manuelle	31
4.2.2 -la méthode ultrasonore.....	31

DEUXIEME PARTIE:

**L'IRRIGATION ENDODONTIQUE, EVALUATION DE L'EFFICACITE
ANTIBACTERIENNE LIEE: AU VOLUME, AU TEMPS DE CONTACT ET A LA TENSION
SUPERFICIELLE DE LA SOLUTION**

JUSTIFICATION ET OBJECTIFS	34
---	-----------

CADRE DE L'ETUDE	36
-------------------------------	-----------

<i>EVALUATION IN VITRO DE L'EFFET DU VOLUME DE SOLUTION D'IRRIGATION SUR L'ELIMINATION MECANIQUE DES BACTERIES ENDOCANALAIRES.</i>	37
Introduction	37
Matériel et méthodes	38
Résultats	41
Discussion	43
<i>EVALUATION IN VITRO DE L'ACTION ANTIBACTERIENNE DE L'HYPOCHLORITE DE SODIUM A 2,5% EN FONCTION DU TEMPS DE CONTACT AVEC LES PAROIS CANALAIRES.</i>	44
Introduction	44
Matériel et méthodes	45
Résultats	46
Discussion	47
<i>EVALUATION IN VITRO DE L'ACTION ANTIBACTERIENNE DU MELANGE D'HYPOCHLORITE DE SODIUM A 2,5 % ET DE TWEEN 80 A 1 % EN FONCTION DU TEMPS DE CONTACT AVEC LES PAROIS CANALAIRES.</i>	49
Introduction	49
Matériel et méthodes	50
Résultats	51
Discussion	52
<i>DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSION</i>	54
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	59

LISTE DES ABREVIATIONS

ADN : Acide désoxyribonucléique

ATCC: American type collection culture

ARN: Acide ribonucléique

BPN: Bactéroïdes à pigmentation noir

CHU: Centre hospitalo universitaire

DPD: Di éthyl para phénylène diamine

EDTA: Ethylène diamine tétra acétique

HClO: Acide hypochloreux

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène .

H_SA_CT_wH_S: Hypochlorite de sodium acide citrique tween hypochlorite de sodium

H_SA_CH_S : Hypochlorite de sodium acide citrique hypochlorite de sodium

ml : Millilitre

NaOCl : Hypochlorite de sodium

PCR : Polymerase chain reaction

TSA : Trypcase soja

UCF : Unités de colonies formées

VMG: Viability presserving medium of Goteborg

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La préparation canalaire vise l'élimination la plus complète possible du contenu pulpaire organique et minéral par l'élargissement progressif et contrôlé du canal radiculaire. Dans cette phase du traitement endodontique il est admis que le rôle de l'irrigation est fondamental (4, 6, 10, 43, 62, 74, 101). En effet plusieurs études (10, 20, 21, 23, 113) montrent sans équivoque que le degré de propreté et de désinfection du canal radiculaire préparé dépend largement du soin avec lequel il a été irrigué. L'irrigation doit agir à la fois sur les parois canales et le contenu pulpaire. Cette double action déjà difficile est compliquée par l'anatomie complexe du système canalaire, par l'organisation histologique de la dentine et enfin par la présence de la boue dentinaire générée par l'action des instruments endodontiques. L'irrigation utilisée conjointement avec l'instrumentation endodontique doit permettre au cours de la préparation, la lubrification du canal, l'élimination des débris détachés par les instruments, la dissolution des matières organiques l'élimination de la boue dentinaire et des micro-organismes.

Plusieurs études ont montré que la réduction voire l'élimination des bactéries endocanales augmente les chances de succès des traitements (21, 22, 108, 113, 119). En endodontie l'élimination des bactéries endocanales repose sur l'instrumentation mécanique, l'irrigation endodontique et la mise en place de médications antibactériennes temporaires entre les séances. Dans ce processus de désinfection canalaire l'irrigation semble y jouer un rôle essentiel comme l'ont montré les travaux de Baker et Coll. (1975) (10).

De la revue de la littérature concernant l'irrigation endodontique, il découle que les recherches sont surtout axées sur les propriétés antiseptiques des solutions (34, 59, 70, 71, 72, 113, 145, 146) et sur les techniques d'irrigation (4, 61, 110). Il en résulte également que de sérieuses zones d'ombres persistent concernant le protocole d'irrigation des dents infectées.

- Quel volume de solution d'irrigation faut-il utiliser ?
- Combien de temps faut-il laisser la solution en place dans le canal ?
- La tension superficielle de la solution d'irrigation lui permet-elle d'entrer en contact avec toutes les bactéries présentes dans le canal ?
- Faut-il l'associer à un tensioactif ?

Et vraisemblablement d'autres paramètres ont une influence qui n'est pas encore bien élucidée.

Aussi, dans l'optique d'une standardisation d'un protocole d'irrigation il nous a semblé important de faire la lumière sur une partie de ces questions en étudiant l'action antibactérienne de trois paramètres de l'irrigation : le volume de solution, le temps de contact avec les parois et les association de solutions.

Le but de notre travail est de déterminer le rôle de ces paramètres sur les bactéries endocanalaies.

Spécifiquement cette étude a pour objectifs :

- de déterminer l'effet mécanique seul du volume de la solution d'irrigation;
- d'évaluer le temps de contact idéal entre la solution et les parois canalaies.

Cette thèse est divisée en deux parties :

- la première partie est une revue de la littérature concernant les caractéristiques de l'endodonte, les bactéries endocanalaies, les techniques de prélèvements bactériens et l'irrigation endodontique.
- la deuxième partie présente trois études expérimentales qui ont eu pour objectif d'évaluer l'efficacité antibactérienne liée au flot irrigateur, au temps de contact endocanalaie de la solution d'irrigation et à l'adjonction d'un agent tensioactif à cette solution.

1^{ère} PARTIE : REVUE DE LA LITTERATURE

1- CARACTERISTIQUES DE L'ENDODONTE

L'endodonte est caractérisé par une complexité particulière tant du point de vue anatomique qu'histologique. Sur le plan anatomique, cette complexité du réseau canalaire est marquée par des canaux latéraux, secondaires, accessoires, des anastomoses et des ramifications apicales qui sont souvent présents mais rarement mis en forme, nettoyés et désinfectés. La structure anatomo-histologique de l'endodonte montre de la pulpe vers le cément, la barrière des odontoblastes, la prédentine, et la dentine avec son organisation canaliculaire complexe.

Le nombre et la dimension des tubuli dentinaires peuvent varier selon les différentes situations physiologiques et /ou pathologiques. Sur des dents pulpées, ils contiennent les prolongements odontoblastiques et le fluide dentinaire qui défend la pulpe et s'oppose à la pénétration des bactéries et des toxines.

Dans des dents dépulpées, les tubuli déshydratés ne contiennent que les débris nécrotiques des prolongements odontoblastiques. Ils peuvent être aisément traversés par des micro-organismes, des toxines et des médicaments.

Plusieurs auteurs ont montré la pénétration des bactéries dans les tubuli (17, 19, 20, 89, 109) dans lesquels elles peuvent persister malgré les procédures de préparation chémo-mécaniques et entraîner l'échec des traitements endodontiques (84).

Les procédures mécaniques de préparation canalaire entraînent toujours la formation d'une couche de débris de surface appelée boue dentinaire (78). Cette couche organique et minérale a une épaisseur variant de 1 à 6 microns et peut pénétrer dans les tubuli jusqu'à une profondeur de 50 microns (75). Dans les dents infectées, cette boue est hautement contaminée par les bactéries (75).

Selon Pashley (1981) (90), la boue dentinaire ne devrait pas être éliminée car elle diminue la perméabilité dentinaire aux bactéries et aux toxines par la fermeture des tubuli dentinaires. Mais l'observation au microscope électronique à balayage montre une couche hétérogène et souvent fragmentée. Donc elle ne constitue pas de barrière hermétique contre l'invasion bactérienne.

De plus elle peut abriter ou nourrir des bactéries et empêcher l'adhésion des matériaux d'obturation aux parois canalaire (75, 142). Par conséquent il y a actuellement un consensus pour l'éliminer complètement en utilisant des solutions actives, à la fois sur les débris organiques et minéraux (8, 12, 42, 43, 75-78, 142).

2- LES BACTERIES ENDOCANALAIRES

2.1- LES VOIES DE L'INFECTION PULPAIRE

La pulpe est un tissu conjonctif hautement différencié, localisé dans une cavité inextensible, la chambre pulpaire et les canaux radiculaires. Elle est normalement protégée des agressions extérieures par la dentine et l'émail, qui constituent, une barrière efficace. Comme tout tissu conjonctif, le tissu pulpaire fait face à une agression par une réaction de type inflammatoire. L'origine des réponses inflammatoires pulpaires est liée à des irritations mécaniques, chimiques, thermiques, électriques, ionisantes ou microbiennes. Ces dernières entraînent l'essentiel des atteintes irréversibles de la pulpe et du péri apex. Les voies d'accès de ces micro-organismes au réseau canalaire sont: l'effraction coronaire de la pulpe consécutive à une carie, une fêlure ou une fracture, une exposition des tubuli dentinaires, une poche parodontale, un défaut de l'obturation coronaire d'une dent dévitalisée et une bactériémie bien que cette dernière voie soit plus discutable.

2.1.1- Effraction de la chambre pulpaire

La principale voie d'accès des micro-organismes à la cavité endodontique est l'effraction de la chambre pulpaire par la carie. C'est la voie la plus fréquente et la plus évidente. Cette ouverture peut aussi survenir accidentellement à la suite d'un traumatisme, d'une fracture coronaire ou corono-radiculaire, d'une fêlure (38, 73), ou d'une manœuvre iatrogène. Les tubuli dont le diamètre varie de 1 à 5 microns peuvent être colonisés par les bactéries qui ont une taille moyenne de l'ordre de

1 micron, les plus petites étant de 0,3 micron. Une mise à nu des tubuli après une préparation périphérique pour une couronne peut favoriser également la pénétration bactérienne. Une restauration défectueuse de même qu'une dénudation radiculaire à la suite d'un détartrage ou d'un surfaçage peuvent aboutir au même phénomène (136, 148).

2.1.2- La voie parodontale

L'infection parodontale constitue aussi une voie de contamination de la pulpe. Les poches parodontales, peuvent atteindre les canaux accessoires, secondaires ou le foramen apical, contaminant ainsi la pulpe par anachorèse (37). La participation des bactéries de la flore parodontale aux infections endodontiques a été démontrée par la présence de *Prevotella melaninogenica*, de *Fusobacterium nucleatum*, de *Porphyromonas endodontalis* et *Porphyromonas gingivalis* et de *Campylobacter* autant de bactéries hôtes des poches parodontales (117, 125, 128).

2.1.3- La circulation sanguine

A la suite d'une bactériémie, les germes apportés par le courant sanguin peuvent se fixer dans le tissu pulpaire par phénomène d'anachorèse. Une bactériémie est toujours nécessaire. Parmi les travaux les plus récents sur l'anachorèse, Tziafas et Coll. (1989), ont confirmé lors d'études en microscopie électronique, la possibilité pour les micro-organismes de coloniser l'endodonte des dents sur lesquelles avait été provoquée une inflammation (139). Aboudharam et Coll. (2001), ont prouvé lors de leur étude sur les cobayes avec des techniques plus sensibles comme la P.C.R (polymerase chain reaction) que l'ADN bactérien était détectable dans la pulpe dentaire à la suite d'une bactériémie sans qu'il ait eu auparavant une inflammation pulpaire (5, 95).

2.2- LES PRINCIPALES BACTERIES ENDOCANALAIRES

2.2.1- Généralités

Les micro-organismes furent considérés comme responsables des atteintes pulpaire dès 1894 quand Miller cité par Calas (24), pour la première fois les observe dans le tissu pulpaire nécrosé. Quelques années plus tard, Onderdonk en 1909 cité toujours par Calas (24) met en évidence leur présence en les prélevant et en les mettant en culture. Il a fallu cependant attendre plusieurs années pour voir les premières études reproductibles sur l'organisation et la composition de la flore endocanalaire. En 1966 Moller, (81), a étudié 35 cas de dents mortifiées et les germes aérobies qu'il a rencontrés étaient essentiellement les streptocoques et les lactobacilles, alors que les anaérobies étaient surtout représentés par les *Corynebacterium*, les *Peptostreptococcus*, les *Bacteroides*, les *Veillonella* et les *Fusobacterium*. En 1974, Kantz et Henry présentent une étude très intéressante dont le but est d'isoler et d'identifier les micro-organismes anaérobies stricts présents dans les canaux des dents nécrosées (67). Pour cela, ils entourent leur protocole de conditions strictes d'anaérobiose et sélectionnent leur échantillon en ne prélevant que les dents avec chambre pulpaire intacte c'est à dire sans communication apparente avec le milieu buccal. Ainsi, ils mettent en évidence 377 souches parmi lesquelles 104 sont des anaérobies strictes. Seulement 3 prélèvements sur 24 réalisés sont constitués uniquement des germes anaérobies.

Ils concluent que les bactéries anaérobies représentent 28 % des germes isolés dans les canaux des dents nécrosées dont la chambre pulpaire est intacte et qu'aucune bactérie n'est prépondérante. Sundqvist (1976) (125), mène une remarquable recherche sur les bactéries prélevées dans les canaux de 32 dents nécrosées. L'étiologie de ces pertes de vitalité était traumatique. En choisissant des techniques bactériologiques plus performantes, il obtient des résultats particulièrement significatifs quant au nombre de micro-organismes anaérobies obtenus et leur

identification; la plupart des germes prélevés sont anaérobies à 90 %. Dans trois cas, il n'isole que des bactéries anaérobies strictes et une espèce anaérobie facultative. Dans 7 cas présentant des symptômes d'infection aiguë, soit initialement, soit après le traitement, des germes variés en nombre important sont présents et *Bacteroides melaninogenica* est isolé dans chacun de ces échantillons (125). Ces études sont intéressantes car outre l'identification des espèces bactériennes impliquées dans les pathologies, elles ont en commun une augmentation du nombre de cultures positives par rapport à toutes les précédentes expérimentations.

La lecture et la comparaison de ces différents résultats mettent en évidence malgré la complexité de la flore canalaire, une certaine prédominance de deux familles bactériennes : les coques gram + et les bacilles gram -.

2.2.2- Caractéristiques et rôles des différentes bactéries endocanalaire.

2.2.2.1- Les coques gram+

◆ Les Streptocoques

Ce sont des bactéries anaérobies facultatives. La classification de leurs différentes espèces a fait l'objet de nombreuses recherches. Les streptocoques ont été longtemps classés selon l'aspect de l'hémolyse. Puis après les travaux de Lancefield (69, 98), ce sont les critères antigéniques qui ont été retenus.

Ces germes sont présents en nombre important dans les canaux infectés. Dans les premières études effectuées au moyen de techniques bactériologiques classiques, ils étaient considérés comme constituant 50 à 82 % de la flore endocanalaire (11, 121). Cependant, quand des précautions rigoureuses ont été prises pour prélever, cultiver et identifier ces bactéries, ces proportions ont beaucoup diminué. Ainsi le *Streptococcus mutans*, malgré son importance particulière en pathologie dentaire et

également dans certaines maladies générales (60), n'a été retrouvé dans les infections endocanalaire que dans 8 % à 16 % des cas (67).

Selon Winkler (1959) (147) le *Streptococcus salivarius* espèce très fréquente dans la salive représente 1 à 2 % des bactéries endocanalaire alors que pour Heithersay et Coll. (1962), il était présent dans 11,4 % des cas (58). Selon Moller (81), ce germe n'est qu'un contaminant.

◆ *Les Entérocoques ou Streptocoques fécaux*

Le genre *Enterococcus* a été différencié en 1984 par Schleifer et Kilpper-Bälz (102). Ce sont des streptocoques fécaux du groupe D de Lancefield (69). Ils sont très résistants, capables de résister à 30 minutes de chauffage à 60°C et sont aussi caractérisés par leur facilité à croître dans des conditions particulièrement défavorables (102). Les études d'hybridation ARNr/ADN ou ADN/ADN et l'analyse des séquences des gènes codant les ARNr 16S ont ensuite confirmé la séparation des streptocoques stricts du genre *Enterococcus*. Ce genre comprenait initialement 2 espèces, *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium*. Il inclut désormais 18 espèces regroupées en quatre sous-ensembles proches par leurs caractéristiques biochimiques, physiologiques, antigéniques et génétiques (102). Les entérocoques font partie de la flore normale de l'intestin humain. Ils peuvent également coloniser la bouche et d'autres régions de l'organisme. Dans la cavité buccale leur présence est très variable, de 4 % à 34 % selon les cas (24).

Dans les canaux des dents infectées ils sont identifiés dans 7,5 % à 47 % des cas. Comme dans les pathologies générales, au niveau des canaux aussi c'est *Enterococcus faecalis* qui est le plus couramment rencontré, les autres espèces étant moins fréquemment isolées. En 1964, Engström (39) publie une étude intéressante dans laquelle il recherche le type et la fréquence des entérocoques au niveau des dents nécrosées ou incomplètement obturées. Sur 134 cultures positives, 20 souches d'entérocoques sont identifiées soit 14,9 % dont 17 *Enterococcus*

faecalis. Ces germes peuvent être particulièrement résistants à toute thérapeutique antiseptique ou antibiotique. Il constate un échec du traitement antibactérien dans 65 % des cas où des souches d'entérocoques ont été isolées alors que dans les autres cas, cette proportion n'est que de 39,5 %. Dahlen et Coll. (1982), puis Siren et Coll. (1997) ont montré que l'entérocoque a la capacité de vivre seul dans le canal sans le support d'autres bactéries (33, 118). Selon la plupart des auteurs (39, 125) la présence de l'entérocoque dans la flore initiale des dents nécrosées est très faible. La proportion la plus élevée rencontrée dans la primo infection a été publiée par Siqueira et Coll (2002) qui grâce aux techniques de P.C.R retrouvent l'entérocoque dans 7,5 % des dents infectées (114-115). Par contre dans les cas de dents présentant des échecs endodontiques il représente le genre bactérien le plus fréquemment isolé. Moller (1966) le retrouve dans 29 % des cas (81). En 1998 Molander et Coll. (80) en Suède l'ont isolé dans 46 % des cas d'échecs endodontiques. Sundqvist et Coll. (1998) (129) en Australie et Hancock et Coll. (2000) (54), en Amérique du Nord, avec des études similaires le retrouvent respectivement dans 38 % et 32 % des dents avec échec endodontique. Pinheiro et Coll. (2003) (91), au Brésil avec les techniques de P.C.R enregistrent un pourcentage de 46,7 % où l'entérocoque était la seule espèce présente dans le canal. En pathologie générale aussi les entérocoques occupent une place importante dans les infections nosocomiales et posent bien souvent un problème thérapeutique du fait de leur résistance naturelle et de l'émergence de nouvelles souches résistantes (57).

◆ *Les Peptostreptocoques*

Ce sont des streptocoques anaérobies stricts. C'est une famille hétérogène et qui avait été mal classée. Ils ont une grande importance médicale car particulièrement pathogène pour l'homme. Parmi les différentes espèces, seules quatre sont retrouvées dans la cavité buccale.

Dans les infections endocanalaire, Bergenholtz (1974) isole 27 souches, sur 171 au total ce qui représentent 15,7 % des germes anaérobies (14). Sundqvist (1976) les considère comme un des hôtes habituels des canaux infectés (125).

2.2.2.2- Les coques gram -

Rencontrés moins souvent dans les infections endocanalaire, ils sont essentiellement représentés par deux types : les *Veillonella* et les *Neisseria*.

◆ Les *Veillonella*

Les *Veillonella* sont des coques anaérobies strictes, non mobiles et non sporulés de 0,1 à 0,5 micron de diamètre. Ils sont parmi les germes les plus nombreux de la cavité buccale et représentent 14,5 % de la flore linguale (24). Dans les prélèvements canalaire, ils sont facilement mis en évidence et leur présence varie selon les auteurs de 2,5 % (66) à 7,5 % des germes rencontrés (18).

◆ Les *Neisseria*

Ce sont des bactéries anaérobies facultatives que l'on retrouve en nombre réduit dans plusieurs sites de la cavité buccale. Ils ne manifestent pas de prédominance pour un site particulier. En endodontie leur proportion dans les canaux infectés ne dépasse pas 3% de la flore totale (14, 77).

2.2.2.3- Les bacilles gram +

Plusieurs espèces de bactéries appartiennent à cette famille. Seules les plus fréquentes seront étudiées, à savoir les *Lactobacilles* et les *Actinomyces*.

◆ *Les Lactobacilles*

Les lactobacilles sont des bacilles gram+, anaérobies facultatifs, non mobiles et non sporulés. Dans les prélèvements endocanalaire, ils sont isolés de façon inconstante par quelques auteurs. L'importance des lactobacilles dans les infections radiculaires et péri apicales est inconnue. Dans les canaux, ils ne représentent pas plus de 1% des bactéries endocanalaire (24). Alors qu'il joue un rôle dans les caries, c'est un germe qui habituellement n'est pas pathogène pour les tissus mous.

◆ *Les Actinomyces*

Ces bacilles gram+ de forme filamenteuse sont pour la plupart, anaérobies stricts, mais certains sont seulement anaérobies facultatifs (31). Kantz et Henry (1974) sont les premiers à les isoler dans les canaux radiculaires (67). En 1980 Sundqvist et Reuterwing (126) retrouvaient ces espèces dans 10,6 % des dents infectées et c'est *Actinomyces israelii* qui était le plus difficile à éliminer par les thérapeutiques endocanalaire habituelles. Ils ont aussi constaté qu'il était présent et pouvait survivre dans le tissu péri apical infecté (126). En 2001 Kalfas et Coll (65) en étudiant les germes associés aux échecs endodontiques ont trouvé dans deux cas une mono infection à *Actinomyces radicidentis*. Dans un des cas ils l'ont même retrouvé après trois séances de parage canalaire et mise en place d'un hydroxyde de calcium en pansement intracanal temporaire. Siqueira et Coll (2003) (117) avec les techniques de P.C.R ont retrouvé *Actinomyces radicidentis* dans 5% des dents avec des lésions apicales chroniques et dans 10% des dents avec parodontites apicales aiguës. Ils ont aussi noté l'absence d'*Actinomyces radicidentis* dans les prélèvements qui contenaient du pus. Ils concluent ainsi qu'en général *Actinomyces radicidentis* est présent dans 4 % des dents avec primo infections et dans 8 % des dents avec échecs endodontiques (117).

2.2.2.4- Les bacilles gram –

Cette famille regroupe plusieurs espèces bactériennes. Les plus représentatives en odontostomatologie sont les genres *Fusobacterium* et les *Bacteroides*. D'après certains auteurs (83, 125, 130), ces derniers seraient en grande partie responsables des infections aiguës et des phénomènes douloureux d'accompagnement.

Les *Bacteroides* sont des bacilles anaérobies stricts. Ce genre est très hétérogène, il regroupe des bactéries qui sont phénotypiquement très différentes. Leur classification a subi de nombreuses modifications ces dernières années. Il a donc été proposé de conserver dans le genre *Bacteroides* les espèces apparentées au *Bacteroides fragilis* et de reclasser les autres espèces dans des genres différents selon leurs caractères biochimiques et génotypiques (107). Le genre *Prevotella* a été proposé pour les anciens *Bacteroides* du groupe *oralis* et *melaninogenicus*; le genre *Porphyromonas* pour les espèces non saccharolytiques pigmentées en noir (107). Les espèces les plus fréquemment rencontrées en endodontie sont *Prevotella melaninogenica*, *Prevotella nigrescens*, *Prevotella oralis*, *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas endodontalis* et *Porphyromonas gingivalis* (116, 127, 128). L'espèce *Melaninogenica* comme les autres bactéries à pigmentation noire (BPN) est impliquée dans l'étiologie des infections endodontiques et péri apicales. La participation de l'espèce *Melaninogenica* à des infections provoquées par un traumatisme est depuis très longtemps prouvée. Son pouvoir pathogène a été également mis en évidence dans des infections expérimentales (123). Leur site de prédilection est le sillon gingival où ils représentent 5% de la totalité des bactéries cultivables (83). Ils trouvent en effet dans ce sillon des conditions favorables à leur développement. Dans les canaux infectés, ils sont isolés quand des conditions d'anaérobiose suffisantes sont respectées pour le prélèvement et la culture. Ils représentent alors une part importante, 20 à 30 % des germes endocanalaire (14, 81).

C'est l'espèce *Melaninogenica* qui est le plus fréquemment rencontrée. Sundqvist (1976) le retrouve dans 7 cultures sur 18 positives (125). Il a même établi un rapprochement très intéressant entre la présence de *Prevotella melaninogenica* et des phénomènes douloureux, car ces 7 patients présentaient tous une symptomatologie douloureuse. Les autres cas, dans lesquels il n'avait pas identifié ce type de germe, étaient asymptomatiques. Cela met en évidence le rôle pathogène de *Prevotella melaninogenica* quand il est associé à d'autres bactéries à l'intérieur de la cavité endodontique. Il conclut même que les atteintes inflammatoires péri apicales aiguës seraient provoquées par ce type d'association et que *melaninogenica* serait indispensable pour déclencher de telles lésions. D'autres auteurs ont essayé de vérifier la relation entre la présence de bacilles à pigmentation noire et un tableau douloureux. Ainsi Griffe et Coll (1980) ont observé une relation entre la présence de bacilles à pigmentation noire dans les canaux de dents infectées et la douleur (46). Haapasalo et Coll (1986), n'ont retrouvé *Porphyromonas endodontalis* que sur des patients présentant des infections aiguës (49).

2.2 2.5- Les spirochètes

Les spirochètes sont des bactéries anaérobies strictes Gram-, mobiles et saprophytes. Leur participation à certaines maladies bucco dentaires est connue depuis longtemps. Ces germes font partie de la flore du sillon gingival, leur site de prédilection étant situé au niveau des poches parodontales. En endodontie les espèces de tréponèmes les plus fréquemment rencontrées sont *Treponema denticola*, *Treponema socranskii*, *Treponema vincentii* et *Treponema pectinovorum* (96, 115). Rôças et Coll (2003) (97) en étudiant la présence des tréponèmes dans les canaux infectés par les techniques de P.C.R les ont retrouvés dans 84,4 % des canaux. L'espèce la plus rencontrée était le *Treponema denticola* qui représentait 77,3 % des spirochètes retrouvés puis *Treponema Socranskii* pour 40,9 % (96).

3- LE PRELEVEMENT ENDOCANALAIRE

En microbiologie endodontique, le prélèvement constitue un temps essentiel. De sa réalisation rigoureuse dépend le succès de l'expérimentation. Pour étudier les bactéries endocanalaire plusieurs techniques ont été mises au point dans le but de prélever toutes les espèces présentes dans l'endodonte.

3.1- LES PRELEVEMENTS SUR DENTS EXTRAITES

Après extraction de la dent, la surface externe est nettoyée avec une compresse stérile pour éliminer le sang et les débris osseux et gingivaux, puis désinfectée avec une solution antiseptique. Pour prélever le contenu canalaire, en 1974 Akpata (7) utilise la technique du broyât. La dent, désinfectée extérieurement, est écrasée dans un mortier stérile en petites particules qui sont ensuite diluées dans un bouillon nutritif, avant d'être ensemencées sur des géloses. Cauro (1974) procède après section à 2mm de l'apex, au raclage des parois en utilisant un tire-nerf fin et après à l'immersion du tire-nerf et du fragment apical sectionné dans une solution appropriée (28). Dupeyron (1982) préfère aspirer le contenu canalaire avec une aiguille très fine montée sur une seringue stérile (35). Dans toutes ces techniques, les risques de contamination sont élevés que ce soit lors de l'extraction, du transport de la section ou du prélèvement, malgré les nombreuses précautions prises. De plus, le temps durant lequel l'échantillon reste en milieu aérobie est long et la survie des germes anaérobies peut s'en trouver affectée. Enfin, les dents qui sont extraites pour ces études sont souvent très délabrées et largement contaminées par la flore salivaire. Les germes retrouvés ne sont peut être pas représentatifs de la flore des dents infectées ou de la flore résiduelle après traitement endodontique. Pour ces raisons, les recherches se sont orientées vers les techniques de prélèvement endocanalaire in situ.

3.2- LES PRELEVEMENTS IN SITU

Ce sont les prélèvements qui sont réalisés en bouche sur des dents infectées et qui ne sont pas à extraire. Pour l'identification des bactéries participant aux infections pulpaires et péri apicales, deux types de prélèvements peuvent être réalisés : des prélèvements endocanalaire et des prélèvements péri apicaux souvent avec abord chirurgical.

3.2.1- Les prélèvements péri apicaux

◆ *Cas d'infections aiguës: Abscesses ou Cellulites*

Ce sont alors des prélèvements de pus. La muqueuse buccale au niveau de la zone tuméfiée est nettoyée et désinfectée avec un antiseptique et l'exsudat est aspiré avec une seringue à usage unique en évitant d'introduire des bulles d'air (131).

◆ *Cas d'infections apicales chroniques: Granulome ou Kyste.*

Le prélèvement est effectué au cours d'une chirurgie endodontique. Après exposition de la lésion, deux alternatives sont possibles. Le contenu de la lésion peut être aspiré avec une seringue (79), ou bien la pièce opératoire, en l'occurrence le granulome, kyste ou tissu osseux infecté, est prélevée (66).

3.2.2- Les prélèvements endocanalaire

Pratiqués couramment depuis de nombreuses années dans les pays scandinaves et aux Etats-Unis, pour contrôler l'efficacité de la préparation endodontique, les prélèvements endodontiques ont été préconisés pour la première fois en 1901 par Onderdonk cité par Calas (1984) (24). En 1919, ils ont été proposés comme technique de contrôle et ce n'est qu'en 1950 qu'Appelton cité par Calas (1984) conseillait de généraliser leur pratique. Leurs indications au cours d'un traitement ont toujours fait l'objet de controverses vraisemblablement du fait de leur

inaptitude à prélever effectivement toute la flore endocanalaire. Le principe du prélèvement endocanalaire est simple mais très sensible au risque de contamination. Après la mise en place et la désinfection du champ opératoire, la chambre pulpaire est ouverte par trépanation directe si la dent n'a jamais été traitée endodontiquement ou par suppression de l'obturation coronaire si un traitement déjà été effectué. Le classique repérage des canaux, une fois réalisé, un cône de papier stérile est introduit dans le canal. Il y est laissé un certain temps puis il sert à ensemencher différents milieux de culture, soit directement soit par l'intermédiaire d'un milieu de transport. Cette technique de base a été modifiée par différents auteurs, chacun y ayant apporté ses modifications personnelles. Seules deux techniques principales seront décrites, celles de Moller (81) et de Sundqvist (125).

➤ *Technique de Moller*

En 1966 Moller (81) propose une technique adoptée ensuite par plusieurs auteurs, qui emploie plusieurs milieux nommés V.M.G (Viability Presserving Medium of Goteborg) (81). Ces milieux sont : le V.M.G I qui est un milieu liquide contenant 0,5 % de thiosulfate de sodium pour inactiver l'antiseptique préopératoire, le V.M.G II qui est un milieu liquide de prélèvement et le V.M.G III qui est un milieu liquide de transport. Son protocole se décompose en deux temps. Premièrement dès que la chambre pulpaire est ouverte, une petite pointe de papier absorbant est introduite dans le canal pour prélever l'éventuel exsudat puis est placée dans le milieu de transport. Deuxièmement, après préparation et nettoyage, le canal est irrigué avec du V.M.G II. Avec une autre pointe de papier absorbant, la suspension contenant des copeaux dentinaires est recueillie puis transférée dans le milieu de transport le V.M.G III.

➤ *Technique de Sundqvist*

En 1976, Sundqvist (125), reprend la technique de Moller (81) qu'il modifie quelque peu. Il dépose dans la chambre pulpaire une petite quantité de bouillon de viande stérile (difco) (125). Une lime endodontique est introduite dans le canal et un cliché radiographique rétro-alvéolaire instrument en place est pris. La longueur de travail est fixée à 1mm de l'apex radiologique. Des mouvements de pompage sont exercés sur la lime pour mettre en suspension le contenu canalaire dans le milieu liquide. Le prélèvement est ensuite réalisé avec des pointes de papier absorbantes calibrées selon le diamètre du canal.

Une étape particulièrement importante lors du prélèvement endocanalaire est la préparation de la cavité d'accès endodontique. Cette phase est surtout délicate sur les dents cariées, car il faut en effet éliminer toute la dentine ramollie sans contaminer le contenu endodontique. Dans tous les cas, il ne faut accéder à la chambre pulpaire qu'une fois les débris éliminés et le champ opératoire désinfecté.

3.3- LE PRELEVEMENT EN ANAEROBIOSE

Lors du prélèvement endocanalaire, des conditions d'anaérobiose stricte doivent être observées. Il faut, en effet, assurer la survie des micro-organismes anaérobies stricts lors du transfert entre la dent infectée et le milieu de transport et entre ce dernier et le milieu de culture au laboratoire. Dans cette optique plusieurs conditions de prélèvement endocanalaire ont été proposées.

Berg et Nord (1973) (13), pour maintenir une ambiance anaérobie pendant le prélèvement, projettent sur le champ opératoire un courant gazeux privé d'oxygène. Pour faciliter la distribution de ce gaz autour de la dent, un fin tuyau de cuivre est soudé autour du crampon de la digue, un autre est également fixé au manche des précelles et ces deux tuyaux sont reliés à une bouteille remplie d'un mélange N-H₂. Le gaz passe à travers un catalyseur pour éliminer toute trace d'oxygène. Kantz et Henry (1974) (67) ont préféré prélever le contenu endocanalaire avec une seringue

(67). Ce dernier était ponctionné après injection de 0,1ml de liquide de prélèvement dans le canal et passage d'une lime H le long des parois puis était injecté dans un milieu de transport. Le champ opératoire était également protégé par un courant d'azote (2 à 3 l/mn) dispersé par une simple canule maintenue au-dessus de la dent tout au long de l'opération (67).

En 1984, Calas (24) s'inspirant des travaux de Newman et Socransky (1977) (85) a développé une technique de prélèvement en stricte anaérobiose dite technique seringue tire-nerf qui donnerait de bons résultats dans les cas de canaux secs.

3.4- LES CAUSES D'ECHECS

Les échecs sont surtout liés à des contaminations du prélèvement. Ces risques sont atténués par une parfaite isolation et une désinfection profonde du champ opératoire. Les résultats peuvent aussi être faussés par des erreurs de manipulation au cours du prélèvement.

Les fautes lors des manipulations peuvent également aboutir à la perte des germes et entraînant ainsi des fausses cultures négatives.

Toutes les méthodes *in vivo* décrites présentent des inconvénients, soit parce que techniquement compliquées et difficiles à réaliser, soit parce qu'elles n'offrent pas des conditions d'anaérobiose suffisantes.

4- L'IRRIGATION ENDODONTIQUE

Au cours de la thérapeutique endodontique, l'irrigation canalaire exerce d'importantes fonctions physiques et chimiques. Son apport lors de la phase de nettoyage et de mise en forme du canal a été prouvé par plusieurs auteurs (9, 10, 21, 23, 74-78, 100, 113). Dans le but d'améliorer le degré du nettoyage canalaire plusieurs solutions et techniques d'irrigation ont été proposées et testées.

4.1- LES SOLUTIONS D'IRRIGATION

Un produit d'irrigation endodontique efficace doit réunir les trois qualités suivantes :

- 1) avoir une bonne action antiseptique
- 2) avoir une action dissolvante efficace sur les débris organo-minéraux.
- 3) être dépourvu de toxicité ou tout au moins présenter une toxicité acceptable.

Il faut remarquer d'emblée, que les deux premières qualités sont difficilement conciliables avec la troisième et le produit présentant le meilleur compromis sera le mieux adapté en endodontie.

Une large gamme de solutions est disponible ou recommandée par certains auteurs et cette revue de la littérature a pour but de faire le point sur certains de ces produits.

4.1.1- le sérum physiologique - eau distillée

Selon Schilder (1974) (101) et Machtou (1980) (74) si l'irrigation est utilisée uniquement pour son action mécanique de nettoyage, sans que l'on recherche aucun effet chimique bactéricide et solvant, l'eau distillée ou le sérum physiologique conviennent parfaitement. Ce sont des produits biocompatibles, très bon marché et capables d'emporter par lavage mécanique les bactéries dans le flux et le reflux de la solution. Malheureusement, le courant d'irrigation est incapable de stériliser l'endodonte et d'éliminer la boue dentinaire produite par les instruments. Néanmoins ce flux liquidien est important lors du nettoyage et de la mise en forme canalaire pour éliminer les débris et en partie les bactéries.

4.1.2- l'alcool

L'utilisation de l'alcool, comme solution d'irrigation canalaire n'est pas recommandée. Yesilsoy (1995) a observé que l'alcool à 11,6 % était inefficace sur la plupart des micro-organismes (150). Ayhan (1999) lors d'une étude in-vitro n'a obtenu de résultats acceptables qu'à des concentrations supérieures à 21 % (9). Cependant en rinçage final, l'alcool peut être conseillé pour déshydrater les parois canales et favoriser ainsi l'adaptation et l'adhérence des matériaux d'obturation canalaire.

4.1.3- la chlorhexidine

L'efficacité antibactérienne du gluconate de chlorhexidine à des concentrations comprises entre 0,2 % et 2 % a été démontrée par plusieurs études (34, 59, 63, 68, 70, 71, 140, 145). Son mécanisme d'action commence à être élucidé et semble être basé sur des phénomènes électrostatiques. La chlorhexidine se fixe sur les sites membranaires chargés négativement. Cette liaison avec la membrane cytoplasmique crée un déséquilibre de la balance osmotique et entraîne une fuite du matériel intracellulaire (59). Il se fixe aussi sur l'hydroxyapatite et sur les tissus mous changeant ainsi leur champ électrique et créant une différence de potentiel avec la membrane cytoplasmique (59, 64, 71). Delany et Coll, (1982) (34) lors d'une étude in vitro sur des dents nécrosées ont conclu à l'efficacité antibactérienne de la chlorhexidine à 0,2 % comme solution d'irrigation et comme pansement intracanalair à court terme, car elle peut inhiber l'activité bactérienne pendant 48 heures (145). Vahdaty et Coll (1993) (140) ont confirmé l'action désinfectante de la chlorhexidine sur les bactéries contenues dans les tubuli dentinaires. Heling et Chandler (1998) n'ont pas trouvé de différence entre l'activité antibactérienne de l'hypochlorite de sodium à 5,25 % et de la chlorhexidine à 0,2 % durant une période de 10 minutes de contact avec les parois canales (59). Avec une concentration de chlorhexidine plus élevée Jeansonne et

White (1994) ont trouvé que la chlorhexidine à 2 % était plus efficace que l'hypochlorite de sodium à 5,25 % (63). En 1999 Leonardo et Coll (70) ont éliminé in vivo 100 % des streptocoques mutans et 78 % des micro-organismes anaérobies avec de la chlorhexidine à 2%, et Hakan-sen et Coll (52) ont montré son efficacité contre le candida albicans. Cependant l'action dissolvante de la chlorhexidine sur les débris organiques et minéraux est très faible, c'est pourquoi certains auteurs comme Leonardo et Coll (1999) ont recommandé l'association de la chlorhexidine à une solution telle que l'hypochlorite de sodium. Il conclut que, cette association synergique augmente leurs effets respectifs, probablement en raison de la formation de composés chlorhexidine-chlorides (70).

4.1.4- les chélateurs

Les produits chélateurs ont une grande affinité pour les métaux alcalino-terreux comme le calcium (74). Introduit dans le canal, l'agent chélateur déminéralise et ramollit la dentine, particulièrement la dentine péri tubulaire et spécialement au niveau du 1/3 coronaire et médian du canal. L'efficacité des solutions chélatantes dépendrait principalement de leur pH pour Seidberg et Schilder (1974), qui ont constaté que les solutions dont le pH était neutre avaient une efficacité chélatrice bien plus importante que les solutions acides ou alcalines (103). Les composés à base d'EDTA (acide éthylène diamine tétra acétique) sous forme de gel ou de liquide sont les plus utilisés en endodontie. Dans une étude récente O'connell et Coll (2000) ont rapporté que l'EDTA seul sans NaOCl ne peut pas éliminer complètement la boue dentinaire pariétale (87). Par conséquent il est conseillé pour éliminer cette dernière d'alterner les composés d'EDTA avec de l'hypochlorite de sodium. Leurs effets combinés permettant de nettoyer parfaitement les parois dentinaires (8). L'importance des chélateurs sur l'ouverture des tubuli dentinaires au cours de la désinfection canalaire a été démontrée par Orstavik et Haapasalo (1990) (89). En général ils ne sont pas bactéricides et n'ont aucun effet sur les

espèces gram positif mais ils peuvent potentialiser l'activité bactéricide de certaines solutions contre les organismes gram négatif.

Dans la recherche de produits efficaces, et sans agressivité tissulaire, certains auteurs ont pensé à utiliser les propriétés chélatantes de l'acide lactique et de l'acide citrique dans la mesure où ils se trouvent naturellement dans l'organisme (86, 122, 143). Wayman et Coll (1979) (143) au cours d'une étude in vitro en comparant l'action dissolvante de l'acide citrique et de l'hypochlorite de sodium à 5,25 % ont montré que sur la portion organique de la boue dentinaire l'hypochlorite de sodium est sept fois plus efficace que la solution d'acide (143). En ce qui concerne l'action de ces deux solutions sur la partie minérale de la dentine, la solution d'acide citrique a dissout 7 à 9 fois plus de calcium que la solution d'hypochlorite de sodium, montrant ainsi son action chélatante (87, 138). Ils suggèrent donc l'utilisation des deux solutions alternativement, de façon à obtenir une action à la fois sur les composants organiques et minéraux de la boue dentinaire et des parois. Ainsi en clinique, certains praticiens utilisent l'acide citrique à 50 % ou 10% (86, 122) en alternance avec l'hypochlorite de sodium. L'acide est appliqué en premier et laissé en place 1 ou 2 minutes. L'addition de l'hypochlorite de sodium provoque une effervescence améliorant le débridement et neutralisant l'acidité du conditionneur. Malgré le pH de 3, après 24 mois d'utilisation clinique sur près de 1000 patients, aucune manifestation secondaire attribuable à l'utilisation de l'acide citrique n'a été observée. L'examen au microscope électronique à balayage, lors d'études in vitro, a montré un aspect très propre des surfaces dentinaires (143).

4.1.5- les agents tensioactifs

Des agents tensioactifs peuvent être combinés aux solutions d'irrigation afin d'augmenter la mouillabilité de ces dernières. Les agents tensioactifs abaissent la tension à l'interface entre l'eau et les surfaces solides ou les liquides hydrophobes,

ce qui améliore la mouillabilité de ces surfaces et permet à l'eau de les imprégner puis de les débarrasser de leurs souillures. Ils agissent par un mécanisme purement physique. Ils permettent souvent de solubiliser des antiseptiques peu ou pas solubles et de faciliter leur pénétration à travers la membrane bactérienne et ainsi d'en améliorer les performances. Quatre types d'agents tensioactifs peuvent être distingués : les anioniques, les cationiques, les amphotères et les non ioniques.

◆ *Les agents anioniques*

Ce sont les agents qui s'ionisent en solution aqueuse pour fournir des ions organiques chargés négativement et responsables de l'activité de surface. Ils comportent dans leurs molécules une partie hydrophile et une partie lipophile. Celle-ci est une longue chaîne hydrocarbonée qui a tendance à adhérer à la membrane cellulaire et qui est combinée avec une charge négative (partie hydrophile). Parmi les agents anioniques il y a les dérivés laurylés, tel que le sulfate de sodium laurylé. Celui ci peut être recommandé comme adjuvant pour l'irrigation des canaux car il possède les propriétés suivantes :

- Il abaisse la tension superficielle des membranes cellulaires, ainsi que de l'eau ;
- Il modifie la structure moléculaire des protéines et les rend solubles dans l'eau ;
- Il solubilise et émulsionne les matières grasses.

Cependant, ses propriétés antiseptiques sont faibles et ils sont incompatibles avec certaines solutions d'irrigation telle que la chlorhexidine.

◆ *Les agents cationiques*

Ils s'ionisent en solution aqueuse pour fournir des ions organiques chargés positivement et responsables de l'activité de surface. Ils sont actifs en milieu acide et présentent des incompatibilités nombreuses. Ils sont peu détergents et peu moussants. Les agents ioniques anioniques et cationiques se neutralisent réciproquement.

◆ *Les agents amphotères*

Ce sont des détergents dont les solutions moussent. Ils peuvent selon les conditions du milieu s'ioniser en solution aqueuse en conférant aux composés le caractère d'agent de surface anionique ou cationique. Ils sont actifs et stables quelque soit le pH. Leur groupe hydrophile est constitué par une fonction ammonium quaternaire. Ces derniers ne pourront vraiment avoir une large utilisation en endodontie que lorsqu'on pourra les associer à des solvants tissulaires efficaces (62). En effet, leurs propriétés antiseptiques sont d'autant plus faibles qu'ils sont utilisés en solution très diluée pour diminuer leur toxicité. De plus ils peuvent provoquer des manifestations allergiques.

◆ *Les agents non ioniques*

Les agents non ioniques sont très utilisés du fait de leur bonne tolérance cutanée. Ils ne s'ionisent pas en solution aqueuse, sont stables, actifs à tous pH et compatibles avec les ioniques et les amphotères. Ce sont les esters de glycol et d'acides gras, les esters de sorbitane et leurs homologues polyoxyéthylénés (Polysorbate ou Tween) et les esters alkylphénolpolyoxyéthylénés (Triton).

4.1.6- l'hypochlorite de sodium

Parmi la gamme étendue de produits proposés et disponibles, les dérivés chlorés restent encore aujourd'hui les solutions d'irrigation canalaire de choix. Ils répondent au mieux aux critères demandés, ils sont utilisés depuis de nombreuses années et ils présentent l'avantage d'avoir été assez testés. Depuis son introduction en endodontie en 1936 par Walker (141), l'hypochlorite de sodium reste la solution d'irrigation endodontique la plus connue et la plus utilisée. Il est traditionnellement obtenu par passage de chlore gazeux sur une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH), selon la réaction suivante:



C'est la solution qui présente le meilleur compromis entre les principales propriétés requises pour un produit d'irrigation.

◆ *Action dissolvante*

Parmi toutes les solutions proposées l'hypochlorite de sodium est de loin la solution qui possède la meilleure action dissolvante. Il exerce cette action sur la pulpe, les débris organiques et la prédentine. En revanche son action sur la dentine pariétale radiculaire est très négligeable. Cette puissante action dissolvante sur les matières organiques est en rapport avec la présence de molécules non dissociées d'acide hypochloreux (HClO) qui réagissent rapidement avec les matières organiques, mais qui sont aussi rapidement fixées par celles-ci. Pour Gordon (1981) (45) l'efficacité de l'action dissolvante est maximale dès les premières minutes de contact du fait de la rapidité de la réaction entre acide hypochloreux et matières organiques (45). Outre la rapidité de la réaction, d'autres facteurs tels que le pH, la concentration et la température peuvent influencer sur l'action dissolvante des solutions d'hypochlorite de sodium. Selon Dychdala (1977) (36) les solutions dont le pH se rapproche de la neutralité ont la meilleure action dissolvante, mais elles sont instables et très toxiques. L'action dissolvante dépend aussi de la concentration de la solution et plusieurs études montrent que celle-ci est négligeable aux concentrations de 0,5 à 1 %. Rosenfeld (1978) (97) et Senia (1971) (104) estimaient que seules les concentrations à 5,25 % étaient efficaces. En 1992 les travaux de Baumgartner et Coll (12) ont montré que quelque soit la technique d'irrigation, l'hypochlorite de sodium à 5,25 %, 2,5 % ou 1 % éliminait complètement les débris pulpaire et la prédentine sur les surfaces non instrumentées tandis qu'à la concentration de 0,5 %, il laissait quelques fibrilles sur ces surfaces (12). L'élévation de la température de la solution influe aussi sur son pouvoir solvant sans altérer sa stabilité. Cunningham et Coll (1980) (32) ont montré que l'élévation de la température à 37° d'une solution de NaOCl à 2,6 %

augmentait son pouvoir dissolvant jusqu'à ce que celui-ci devienne comparable à celui d'une solution à 5,25 % (32). D'autres auteurs ont montré que d'autres paramètres comme le temps de contact et le volume pouvaient influencer sur les propriétés dissolvantes de l'hypochlorite. Turkun et Coll (1997) (138) ont trouvé une augmentation de l'action dissolvante de l'hypochlorite de sodium à 0,5 % grâce à un prétraitement du tissu pulpaire par une solution de l'hydroxyde de calcium. Ils ont aussi noté qu'une irrigation aux ultrasons avec de l'hypochlorite de sodium à 5 % procurait un nettoyage parfait des parois dentinaires au niveau du 1/3 médian et 1/3 apical (138). Une grande diversité d'opinion existe sur la concentration idéale à utiliser mais comme le montrent les travaux de Trepagnier (1977) (137) et Gordon (1981) une concentration à 2,5 % serait suffisante (45).

◆ *Action antiseptique*

Le pouvoir antibactérien d'une solution d'irrigation endodontique joue un rôle important dans la réduction de la population bactérienne du système canalaire infecté (22, 23, 40, 41, 44, 110-112, 134-135). Le mécanisme de l'action antibactérienne exact de NaOCl n'est pas encore clairement établi, mais il semble que l'effet létal dépend de la formation d'acide hypochloreux (HOCL) et de la libération de chlore actif qui est un puissant agent oxydant. Le chlore exerce une oxydation irréversible des groupements sulfhydriques des enzymes bactériennes essentielles ce qui entraîne une perturbation des fonctions métaboliques bactériennes (110). Le chlore est un élément bactéricide très actif mais qui peut être rapidement fixé par les protéines empêchant ainsi la formation d'acide hypochloreux. Les études réalisées dans des tubes à essai ou sur des tests de diffusion agar ont montré une augmentation proportionnelle de l'action antiseptique de l'hypochlorite de sodium en fonction de sa concentration (113). Cependant cette caractéristique concentration dépendante n'a jamais été confirmée dans des études in vivo ou in vitro sur des dents humaines (22, 112, 113, 124), les auteurs n'ayant

pas trouvé de différence significative dans les effets antibactériens de NaOCl à des concentrations de 0,5 à 5,25 %. En 1973 Spangberg et Coll (1973) recommandaient l'utilisation d'une solution de NaOCl à 0,5 % et à un pH entre 8 et 9, estimant son action bactéricide suffisante (124), ce qui a été confirmé en 1983 par Byström et Sundqvist (22).

A l'instar de son action dissolvante, l'hypochlorite de sodium a son action antiseptique inhibée en présence de protéines. Ainsi dans le système canalaire, le renouvellement de la solution est, une fois de plus un facteur déterminant quant à l'action antiseptique souhaitée (74).

4.1.7 –le peroxyde d'hydrogène

Le peroxyde d'hydrogène a été largement utilisé en irrigation endodontique (47). En alternance avec le NaOCl il produit une réaction effervescente. L'effervescence due à la libération d'oxygène naissant et de chlore, outre son action assainissante et désodorisante, favoriserait mécaniquement l'élimination des débris (47). Selon Grossman (1943) (47) les avantages d'une telle combinaison seraient la réaction effervescente, l'action dissolvante de NaOCl et les actions désinfectante et blanchissante des deux solutions. L'interaction NaOCl / H₂O₂ est classiquement décrite comme suit : $\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O}_2 \Rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{O}_2$.

Pour Svec et Harrison (1977) (132) l'action mécanique due à cette interaction semble être théorique car en étudiant le degré de propreté du 1/3 apical des canaux, ils n'ont pas trouvé de différence entre l'utilisation de NaOCl seule et la combinaison NaOCl + H₂O₂ (132). Heling et Chandler (1998) (59) dans une étude in vitro sur les effets antibactériens des deux solutions n'ont pas décelé de différence significative entre la combinaison NaOCl / H₂O₂ et le NaOCl seul. Cependant ils ont constaté que l'association était plus efficace que le peroxyde d'hydrogène seul. Pour Shiozawa et Coll (2000) (108) la réaction est beaucoup plus complexe et entraîne la production de deux formes d'oxygène réactif : le radical

anionique superoxyde (O_2^-) et le radical hydroxyl (OH) (108). Ces radicaux étant de puissants oxydants attaquent les membranes cellulaires, l'ADN et les autres composants essentiels de la cellule. Les deux formes montrent un effet antibactérien plus fort sur les souches de streptocoques et de staphylocoques aureus que le peroxyde d'hydrogène seul. Cependant les radicaux actifs peuvent être irritants pour le péri apex. Ainsi en cas d'utilisation de solutions oxygénées il est recommandé d'effectuer un lavage final avec du NaOCl de manière à éviter de laisser des traces de H_2O_2 dans le canal (108)

4.2 -LES TECHNIQUES D'IRRIGATION

Deux méthodes d'irrigation sont décrites : la méthode classique manuelle à la seringue et la méthode mécanisée ultrasonore.

4.2.1 -la méthode manuelle

Le matériel nécessaire consiste en une seringue plastique et une aiguille à usage unique plus une aspiration chirurgicale. La méthode est basée sur le principe du Contact -Retrait -injection (74). L'aiguille est insérée dans le canal jusqu'au blocage par les parois canalaires. Elle est ensuite retirée de 1 à 2 mm, aménageant ainsi un espace de reflux pour la solution. Dans cette position, on injecte la solution sous très faible pression. La solution s'évacue vers l'orifice coronaire et est recueillie par l'aspiration chirurgicale.

4.2.2 -la méthode ultrasonore

Le mécanisme d'activation des agents d'irrigation par les ultrasons n'est pas complètement élucidé. L'importance du courant acoustique, et le chauffage de la solution semblent être des facteurs importants. Huque et Coll (1998) (61) en utilisant de l'hypochlorite de sodium à 5 % et à 12 % en méthode ultrasonore ont obtenu une élimination complète de la boue dentinaire et des bactéries de surface

(61). Les mêmes résultats ont été rapportés par Ahmad et Coll (1987) (6) et Cameron et Coll dans la même année (27). Siqueira et Coll (1997) (109) n'avaient pas trouvé de différence significative sur l'action antibactérienne entre une irrigation manuelle à l'hypochlorite de sodium à 2,5 % agitée par une lime endodontique pendant 5 minutes et une irrigation avec la même solution en irrigation ultrasonore pendant 1 minute.

Les limes ultrasonores ne doivent être utilisées que lorsque la préparation est complètement terminée afin de permettre une insertion profonde sans contact direct avec les parois canalaies.

2^{ème} PARTIE :

**L'IRRIGATION ENDODONTIQUE,
EVALUATION DE L'EFFICACITE
ANTIBACTERIENNE LIEE : AU VOLUME,
AU TEMPS DE CONTACT ET A LA
TENSION SUPERFICIELLE DE LA
SOLUTION**

JUSTIFICATION ET OBJECTIFS

Le milieu écologique endocanalaire est particulier, car confiné dans un espace restreint par des tissus durs, il ne permet le développement que d'un nombre limité d'espèces bactériennes (83). L'accès des bactéries à l'endodonte peut se faire par différentes voies. Il a été démontré que les bactéries, les produits de leur métabolisme et leurs toxines jouent un rôle important dans l'initiation, le développement et l'entretien des pathologies pulpaires et péri apicales (64, 125). Depuis quarante ans, la flore endocanalaire n'a cessé de faire l'objet d'études, tant qualitatives que quantitatives. Les connaissances actuelles sur sa composition et son organisation ont été acquises grâce à la maîtrise des techniques bactériologiques, particulièrement la gestion des conditions de prélèvement et de culture en anaérobiose et à l'introduction de méthodes de biologie moléculaire dans la détection bactérienne endocanalaire.

L'infection endocanalaire est un état dynamique qui dépend de plusieurs facteurs (127-128, 130). Ainsi, dans certaines situations la flore endodontique peut être largement dominée surtout dans la partie apicale des canaux par des bactéries anaérobies strictes et quelques espèces anaérobies facultatives. Dans le canal, une fois les bactéries installées, elles peuvent échapper aisément aux mécanismes de défense de l'hôte et même créer des associations synergiques pour leur maintien et leur survie (83). Leur élimination souvent difficile est basée sur les procédures endodontiques chémo-mécaniques de parage canalaire. Quelles que soient les techniques endodontiques développées pour traiter les dents infectées, le succès de ces traitements passe par l'élimination voire la réduction significative des bactéries du système canalaire (21, 22, 23, 113,119).

Les procédures actuelles de désinfection endocanalaire reposent sur l'instrumentation mécanique, l'irrigation et les médications temporaires avant obturation. Les deux premiers moyens de désinfection sont utilisés conjointement au cours de la phase de préparation qui est considérée depuis longtemps par tous les

auteurs comme l'étape la plus importante dans la désinfection canalaire. Ceci a été confirmé par les travaux récents de Siqueira et Coll (1999, 2000) (112, 113) et de Byström et Coll (1981, 1983, 1985) (21, 22, 23) qui ont montré une réduction considérable des bactéries rien qu'avec cette étape. Au cours de ce processus d'élimination, des débris et des irritants canaux, l'irrigation joue un rôle important et les travaux de Baker (1975) ont montré qu'un canal préparé sans irrigation conservait plus de 70 % de ses débris (10). La revue de la littérature sur l'irrigation montre que les études sont plus axées sur les propriétés des solutions et les méthodes et techniques d'irrigation (2, 4, 61, 34, 59, 70, 71, 72, 110, 113, 145, 146). Malgré toutes ces études, il persiste encore des zones d'ombres au niveau de la pratique de l'irrigation au cours du traitement endodontique. L'influence du volume de solution d'irrigation sur l'élimination des bactéries endocanales n'a pas fait l'objet d'étude spécifique malgré l'intérêt suscité par cette action mécanique. Pour certains auteurs, il semblerait que le flux de solution jouerait un rôle important dans la désinfection de l'endodonte (74, 101). Jusqu'à présent l'influence de certains paramètres comme le volume, la durée de contact de la solution avec les parois canales, les associations de solutions et la périodicité du renouvellement n'a pas encore été clairement établie. Il en résulte qu'aucun protocole d'irrigation reposant sur des preuves scientifiques n'a encore été proposé. C'est dans le but d'évaluer l'impact de ces facteurs sur la qualité de la désinfection endocanale, que ce travail a été réalisé. Pour cette étude *in vitro*, le genre bactérien qui a été choisi pour infecter les canaux radiculaires, était *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) qui est une cocci Gram + anaérobie facultative. Les solutions d'irrigation étaient du sérum physiologique à 0,9 %, de l'hypochlorite de sodium à 2,5 % qui est la solution la plus utilisée en endodontie, de l'acide citrique à 5 % et du polysorbate 80 (Tween) à 1 % qui est un agent tensioactif souvent utilisé dans les préparations médicales et pharmaceutiques comme émulsifiant et excipient.

Ce travail a eu pour objectifs :

- de déterminer l'effet mécanique seul de la solution d'irrigation;
- d'évaluer l'efficacité du mélange hypochlorite de sodium et tensioactif
- d'estimer le temps de contact minimum efficace de la solution d'irrigation

CADRE DE L'ETUDE

Ce travail a donné lieu à trois études expérimentales réalisées conjointement dans le département d'odontologie conservatrice de l'UFR d'odontologie et le département d'hygiène hospitalière du centre hospitalo-universitaire (CHU) de Clermont-Ferrand.

- Première étude

Evaluation in vitro de l'effet du volume de solution d'irrigation sur l'élimination mécanique des bactéries endocanalaire.

- Deuxième étude

Evaluation de l'action antibactérienne de l'hypochlorite de sodium à 2,5 % en fonction du temps de contact avec les parois canalaire.

- Troisième étude

Evaluation de l'action antibactérienne du mélange hypochlorite de sodium à 2,5 % et Tween 80 à 1 % en fonction du temps de contact avec les parois canalaire.

Evaluation in vitro de l'Effet du Volume de Solution d'Irrigation sur l'Élimination Mécanique des Bactéries Endocanalaire.

Introduction

L'irrigation canalaire permet l'élimination du tissu pulpaire, de la boue dentinaire, des micro-organismes et la lubrification du canal. Selon la solution utilisée, une dissolution des matières organiques peut également être obtenue. L'effet mécanique de l'irrigation sur l'élimination des débris endocanalaire a été étudié par plusieurs auteurs. En 1975, Baker et Coll (10) ont montré qu'un parage canalaire réalisé sans irrigation ne permettait l'élimination que de 30% des débris. En 1981, Goldman et Coll (43), en utilisant trois solutions d'irrigation différentes ont montré un effet significatif de ces dernières sur le nettoyage endocanalaire. Cependant aucune étude n'a évalué cette action mécanique en faisant varier le volume de solution, c'est à dire l'effet flot de l'irrigation dans l'élimination des débris. En ce qui concerne la désinfection endocanalaire, l'irrigation aurait une double action, mécanique et chimique. Selon certains auteurs (74, 101), l'effet mécanique seul du volume de l'irrigation pourrait entraîner une réduction significative de l'infection endocanalaire. D'autres ont montré que les composants antiseptiques des solutions d'irrigation augmentaient ce phénomène de réduction bactérienne (22, 23, 44, 111, 113). Cependant comme pour le nettoyage endocanalaire, l'impact du flot de l'irrigation sur l'élimination des microorganismes n'a jamais été évalué. C'est pourquoi, cette étude a eu pour but de déterminer in vitro l'effet purement mécanique du volume de l'irrigation sur les bactéries canalaire en faisant varier le flot de 3 solutions différentes: (i) du sérum physiologique à 0.9 %, (ii) de l'hypochlorite de sodium à 2,5 % et (iii) un mélange d'hypochlorite à 2,5 % et de polyoxyéthylène (Tween 80) à 1 %. Toutes ces solutions étaient fabriquées à la pharmacie centrale du CHU de Clermont-Ferrand.

Matériel et méthodes

Le matériel dentaire nécessaire pour cette étude était constitué de 110 incisives centrales supérieures permanentes humaines. Ces dents ne présentant aucune perte de substance cliniquement et/ou radiologiquement décelable étaient conservées dans une solution composée de 2/3 d'alcool à 70° et 1/3 de glycérine après avoir été désinfectées dans une solution d'hypochlorite de sodium à 2,5 % pendant 5 jours. Les dents ont été trépanées à l'aide de fraises boules en carbure de tungstène n° 2 et 4 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suisse) montées sur turbine et des cavités d'accès endodontiques conventionnelles ont été réalisées avec une fraise Zékrya-endo (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suisse). Après détermination de la longueur de travail à 1mm du foramen apical, la préparation canalaire était réalisée en rotation continue, sous irrigation à l'hypochlorite de sodium à 2,5 %, avec le système Profile (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suisse) et en terminant apicalement avec un instrument de diamètre 30/100^{ième} et de conicité 6 %. Chaque instrument était enrobé de Glyde® File Prep (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suisse) et après son passage une irrigation avec 5 ml de NaOCl était faite. Un rinçage final du canal était réalisé avec 5 ml d'hypochlorite de sodium à 2,5 %. Les dents étaient alors immergées pendant deux heures dans une solution de NaOCl à 2,5% puis rincées abondamment avec du sérum physiologique et séchées à l'air comprimé. Les apex étaient ensuite scellés avec du ciment verre ionomère (Fuji II GC) et la surface externe des racines était recouverte avec deux couches de vernis à ongle pour éviter la percolation de l'*inoculum* et de la solution d'irrigation. Les dents ainsi préparées étaient alors montées individuellement sur des blocs de plâtre pour faciliter leur manipulation et leur identification. Elles étaient ensuite conditionnées individuellement sous sachet vapeur (REXAM SPS, Coulommiers) et stérilisées à l'autoclave à 121° pendant 20 minutes. Sur les 110 dents stériles, dix constituant le lot E ont servi de témoins négatifs. Les cent sachets stériles restants étaient ouverts sous une hotte équipée d'un flux d'air laminaire et le canal de

chaque dent était rempli d'une suspension pure d'*Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) à son troisième repiquage avec un embout de pipette fine de 25 microlitres montée sur une pipette P/100, GILSON (V W R France). Cette suspension était dosée au spectrophotomètre à une densité optique de 0,5 équivalant à $3,5.10^8$ ucf/ml. Chaque embout de pipette était à usage unique. Après remplissage du canal, une lime K n°15 était utilisée en mouvement de pompage pour répandre la suspension sur toute la longueur du canal. Les dents inoculées étaient ensuite mises individuellement dans des flacons en polyéthylène, stériles et à usage unique, pour incubation dans une étuve à 37°C pendant 24 heures. Les dents contaminées étaient alors divisées en 3 lots tests A, B et C de 30 dents chacun et un lot D témoin positif de 10 dents. Les dents des lots A, B et C étaient ensuite réparties pour chaque lot en 6 groupes de 5 dents, numérotés de 1 à 6 (Figure 1).

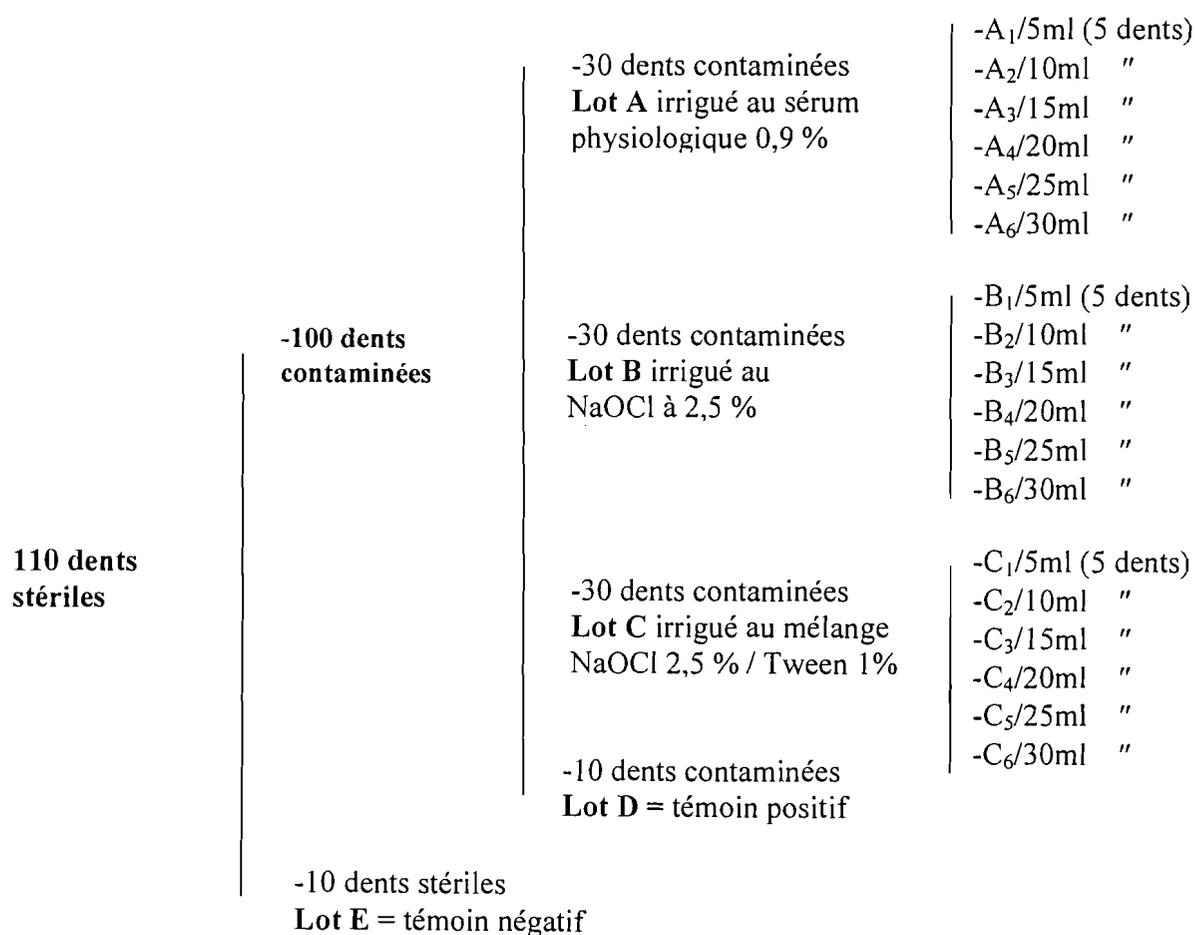


Figure 1 Répartition des dents dans l'étude.

La méthode d'irrigation utilisée pour les différents lots était une irrigation manuelle à la seringue. Le lot A était irrigué avec du sérum physiologique à 0.9%, le lot B avec de l'hypochlorite de sodium à 2,5 % et le lot C avec un mélange d'hypochlorite à 2,5 % et de Tween 80 à 1% dans la proportion de respectivement 10 ml pour 1 ml. La quantité de chlore total et de chlore libre dans ce mélange a été comparée à celle de l'hypochlorite de sodium seul par la méthode au DPD (diéthyl-para-phénylène diamine). Les groupes 1, 2, 3, 4, 5 et 6 de chaque lot étaient irrigués respectivement avec 5, 10, 15, 20, 25 et 30 ml de solution. L'irrigation était réalisée avec une seringue en plastique (Terumo, Italie) de 10 ml munie d'une aiguille de longueur 16mm et diamètre de 50/100^{ème} mm (Terumo, Italie), chaque seringue n'étant utilisée qu'une seule fois. L'irrigation intracanalairre était faite sous une hotte stérile et sous aspiration avec une pression constante permettant de délivrer 5 ml en 20 secondes. Pour chaque dent, un prélèvement bactérien endocanalairre était effectué avant et juste après l'irrigation. Pour les lots B et C, l'action du chlore était immédiatement neutralisée après irrigation avec 2 ml de thiosulfate de sodium à 5 %. Les lots D témoin positif et E témoin négatif n'étaient pas irrigués, mais ont fait l'objet d'un prélèvement pour contrôler respectivement l'efficacité de l'infection canalairre et la réalité de la stérilisation des dents. Lors du premier prélèvement, avant irrigation, chaque canal était rempli avec du tryptone sel et à l'aide d'une lime K # 25, des mouvements de pompage étaient effectués pour mettre le contenu bactérien canalairre en suspension. Chaque prélèvement était effectué avec 3 pointes de papiers stériles normalisées # 40 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suisse) et chaque pointe était laissée dans le canal pendant 30 secondes. Elles étaient au fur et à mesure introduites dans un tube contenant 1,5 ml de tryptone sel puis agitées au vortex pendant 2mn pour homogénéiser la solution. Une série de 7 dilutions au 1/10^e était ensuite réalisée et 0,1ml de chaque dilution étaitensemencée dans une boîte de gélose trypticase soja (TSA) qui était incubée dans une étuve à 37°C pendant 48 heures. La numération bactérienne était

faite à l'aide d'un compteur de colonies après incubation en déterminant le nombre d'unités de colonies formées par ml (ucf/ml). Ce chiffre était ensuite rapporté en Log_{10} pour pouvoir homogénéiser et analyser statistiquement les résultats. Toutes les étapes de l'étude étaient réalisées par le même opérateur. Dans le même groupe les résultats avant irrigation et après irrigation étaient analysés statistiquement en utilisant le test t de Student sur séries appariées et entre les différents groupes les résultats étaient analysés en utilisant le test ANOVA et le test Tukey en fixant toujours le niveau de signification à 5 % ($p < 0,05$).

Résultats

Les prélèvements issus du lot D (témoin positif) avaient tous donné lieu à des cultures positives et le nombre moyen de bactéries était $2 \cdot 10^5$ ucf/ml ($5,30 \pm 0,21$ en Log_{10}). Les cultures des prélèvements issus du lot E (témoin négatif) étaient toutes négatives après 48 heures d'incubation. L'analyse statistique des résultats (Tableaux I, II et III) a montré que la réduction de la population bactérienne après irrigation avec 5 et 10 ml de sérum physiologique ou d'hypochlorite de sodium à 2,5% n'était pas significative ($p > 0,05$). Par contre, la réduction bactérienne obtenue après irrigation avec 15, 20, 25 et 30 ml de sérum physiologique ou d'hypochlorite de sodium était significative ($p < 0,05$), cependant le pourcentage de réduction obtenu entre ces différents volumes n'était pas significativement différent ($p > 0,05$). L'irrigation avec le mélange NaOCl-Tween 80 a entraîné une réduction bactérienne significative ($p < 0,05$) avec tous les volumes mais comme pour les autres solutions, le pourcentage de réduction obtenu entre ces différents volumes n'était pas significativement différent ($p > 0,05$). Le dosage de la quantité de chlore total et de chlore libre n'a pas montré de différence significative entre le mélange NaOCl-Tween80 et la solution d'hypochlorite de sodium seule.

Tableau I. Sérum physiologique à 0, 9%: pourcentage de réduction bactérienne en fonction du volume.

Volume (ml)	moyenne Avant		moyenne Après		Réduction % moyen
	(ucf/ml)	$\text{Log}_{10} \pm \sigma$	(ucf/ml)	$\text{Log}_{10} \pm \sigma$	
5	$(6,6 \cdot 10^3)$	$5,60 \pm 0,43$	$(6,2 \cdot 10^4)$	$4,73 \pm 0,22$	14,79
10	$(5,4 \cdot 10^5)$	$5,53 \pm 0,46$	$(11,7 \cdot 10^4)$	$4,73 \pm 0,51$	13,07
15	$(6,1 \cdot 10^5)$	$5,54 \pm 0,52$	$(4,1 \cdot 10^4)$	$4,35 \pm 0,44$	21,41
20	$(5,6 \cdot 10^5)$	$5,36 \pm 0,66$	$(3,4 \cdot 10^4)$	$4,35 \pm 0,43$	18,58
25	$(3,8 \cdot 10^5)$	$5,51 \pm 0,25$	$(3,4 \cdot 10^4)$	$4,48 \pm 0,27$	18,50
30	$(4,3 \cdot 10^5)$	$5,57 \pm 0,24$	$(5,3 \cdot 10^4)$	$4,63 \pm 0,32$	16,78

σ : Écart type

Tableau II. Hypochlorite de sodium à 2,5%: pourcentage de réduction bactérienne en fonction du volume.

Volume (ml)	moyenne Avant		moyenne Après		Réduction % moyen
	(ucf/ml)	$\text{Log}_{10} \pm \sigma$	(ucf/ml)	$\text{Log}_{10} \pm \sigma$	
5	$(2,8 \cdot 10^6)$	$6,45 \pm 0,47$	$(3,3 \cdot 10^5)$	$5,52 \pm 0,13$	11,19
10	$(3,9 \cdot 10^6)$	$6,53 \pm 0,55$	$(8,8 \cdot 10^5)$	$5,94 \pm 0,97$	13,93
15	$(9,6 \cdot 10^4)$	$4,76 \pm 0,45$	$(3 \cdot 10^3)$	$3,40 \pm 0,27$	27,56
20	$(8,4 \cdot 10^5)$	$5,92 \pm 0,32$	$(1,6 \cdot 10^4)$	$4,21 \pm 0,14$	27,82
25	$(5,7 \cdot 10^5)$	$5,50 \pm 0,54$	$(2,6 \cdot 10^4)$	$4,17 \pm 0,61$	24,48
30	$(2 \cdot 10^6)$	$6,30 \pm 0,25$	$(2,1 \cdot 10^5)$	$5,32 \pm 0,66$	20,24

Tableau III. Mélange Hypochlorite de sodium à 2,5% et Tween 80 à 1%: pourcentage de réduction bactérienne en fonction du volume.

Volume (ml)	moyenne Avant		moyenne Après		Réduction % moyen
	(ucf/ml)	$\text{Log}_{10} \pm \sigma$	(ucf/ml)	$\text{Log}_{10} \pm \sigma$	
5	$(8,8 \cdot 10^3)$	$5,75 \pm 0,47$	$(4,4 \cdot 10^4)$	$4,41 \pm 0,60$	23
10	$(9,4 \cdot 10^4)$	$4,90 \pm 0,29$	$(3,8 \cdot 10^3)$	$3,38 \pm 0,43$	30,90
15	$(9 \cdot 10^4)$	$4,75 \pm 0,52$	$(2,8 \cdot 10^3)$	$3,29 \pm 0,43$	30,87
20	$(5 \cdot 10^4)$	$4,66 \pm 0,17$	$(2,4 \cdot 10^3)$	$3,25 \pm 0,33$	30,18
25	$(3,5 \cdot 10^5)$	$5,14 \pm 0,64$	$(1,2 \cdot 10^3)$	$3,70 \pm 0,56$	26,74
30	$(1,7 \cdot 10^6)$	$6,20 \pm 0,13$	$(2,3 \cdot 10^3)$	$4,43 \pm 0,21$	28,60

Discussion

Dans cette étude une réduction significative de la population bactérienne endocanalaire a été obtenue après irrigation manuelle à la seringue avec soit 15 ml de sérum physiologique ou d'hypochlorite de sodium à 2,5 %, soit seulement 5ml d'une solution composée d'hypochlorite de sodium à 2,5 % et de Tween 80 qui est un agent tensioactif. Cet effet antibactérien n'a été que le résultat d'une action purement mécanique de l'irrigation puisqu'il n'y avait pas de différence entre l'action de l'hypochlorite de sodium, reconnu comme agent antiseptique puissant, et celle du sérum physiologique. Il y a donc eu un effet flot certain qui a entraîné l'élimination de 20 à 25 % des bactéries. Cet effet flot semble être dépendant du volume de liquide et peut-être également de la durée de l'irrigation puisqu'il a nécessité 15 millilitres de sérum physiologique ou d'hypochlorite de sodium injectés pendant 1 minute. Les résultats ont montré que ce seuil volumétrique critique pouvait être considérablement abaissé en modifiant la tension superficielle de l'irriguant par l'adjonction d'un agent tensioactif. Cependant cet effet flot a été limité car une fois le seuil efficace atteint, l'augmentation du volume et donc du temps d'irrigation sont sans effet, avec ou sans adjonction d'agent tensioactif. Il semble donc que le volume de solution d'irrigation utilisé joue un rôle non négligeable dans la désinfection canalaire mais qu'il ne permette pas l'expression de l'action chimique de l'antiseptique utilisé. Cela signifie que l'expression de l'action chimique de la solution antiseptique doit nécessiter un temps de contact minimal avec les bactéries.

Evaluation *in vitro* de l'Action Antibactérienne de l'Hypochlorite de Sodium à 2,5% en Fonction du Temps de Contact avec les Parois Canalaires

Introduction

Pour optimiser leur action antibactérienne les solutions d'irrigation antiseptiques ont besoin d'un accès à tous les sites susceptibles d'héberger des bactéries et d'un temps de contact suffisant pour les détruire (59). L'évaluation du temps de contact minimum nécessaire entre les solutions antiseptiques et les parois canalaires a fait l'objet de plusieurs études. En 2002, Abdullah et Coll (1) ont montré que 2mn étaient suffisantes pour permettre à une solution d'hypochlorite de sodium à 3% d'éliminer complètement l'*Enterococcus faecalis* dans un tube à essai. Heling et Chandler (1998) ont noté qu'une solution d'hypochlorite de sodium à 1% ne permettait pas l'élimination complète des bactéries situées dans les tubuli dentinaires (59) après un temps de contact de 10 minutes. Öncag et Coll (2003) en utilisant une solution de NaOCl à 5,25 % contre des entérocoques faecalis avec un temps de contact endocanalair de 5 minutes n'ont pas non plus obtenu l'élimination de toutes les bactéries (88). Il résulte de ces études que la réduction bactérienne n'est pas proportionnelle à la concentration de l'hypochlorite de sodium. Par contre aucune étude n'a quantitativement évalué l'efficacité antiseptique endodontique de ce dernier en faisant varier le temps de contact. En effet, s'il a été montré précédemment qu'une irrigation endocanalair continue pendant une minute réduisait significativement le nombre de bactéries et qu'au delà de ce temps il n'y avait plus de modification, l'action chimique de l'hypochlorite de sodium en fonction de son temps de présence statique dans le canal radiculaire n'est pas connue. C'est pourquoi cette étude a eu pour objectif d'évaluer quantitativement la réduction bactérienne obtenue en faisant varier le temps de

présence statique d'une solution d'hypochlorite de sodium à 2,5% dans des canaux radiculaires préalablement infectés avec *Enterococcus faecalis*.

Matériel et méthodes

110 incisives maxillaires humaines intactes conservées dans une solution composée de 2/3 d'alcool à 70° et 1/3 de glycérine ont été utilisées. Cinq dents de l'échantillon, préparées endodontiquement et stérilisées, n'ont pas été contaminées. Elles ont été utilisées pour doser la quantité de chlore actif dans la solution d'hypochlorite de sodium à 2,5 % après un temps de séjour de 5 minutes dans le canal. Le dosage du chlore total et du chlore libre a été effectué par la méthode au DPD. Pour les 105 autres dents, la préparation endodontique, la contamination canalaire, les méthodes d'ensemencement, de culture et de comptage des bactéries étaient identiques à celles de la première étude. Après incubation, l'échantillon était réparti au hasard en 10 groupes de 10 dents et un onzième de 5 dents. Chaque dent était irriguée manuellement, avec le même matériel et dans les mêmes conditions d'asepsie que dans l'étude précédente, avec un volume constant de 10 ml d'hypochlorite de sodium à 2,5 %. La solution de NaOCl était laissée en place une minute pour un premier groupe de dix dents, 2 minutes pour un deuxième groupe de 10 dents et ainsi de suite jusqu'à 10 minutes. A l'aide d'un Dual-Timer Clock (Merck Eurolab, Paris, France) le temps de contact était programmé, et à son terme l'action du chlore était neutralisée avec 2ml de thiosulfate de sodium à 5%. Pour le groupe de 5 dents, le temps de présence statique de NaOCl était de 5 minutes avec un renouvellement de la solution toutes les minutes. Un prélèvement bactérien était réalisé avant et après traitement mis en culture dans les mêmes conditions que dans l'étude précédente. Après incubation, le nombre d'unités de colonies formées par ml (ucf/ml) était déterminé et traduit en Log₁₀. Le pourcentage de réduction bactérienne était calculé à partir des valeurs en Log₁₀ obtenues avant et après irrigation.

Toutes les étapes de l'étude étaient réalisées par le même opérateur. Dans le même groupe les résultats avant irrigation et après irrigation étaient analysés statistiquement en utilisant le test t de Student sur séries appariées et entre les différents groupes les résultats étaient analysés en utilisant le test ANOVA et le test Tukey en fixant toujours le niveau de signification à 5 % ($p < 0,05$).

Résultats

L'analyse statistique des résultats a montré une réduction significative de la population bactérienne endocanalaire ($p < 0,05$) après contact avec l'hypochlorite de sodium à 2,5% pour tous les temps, de 1 à 10 minutes, de l'étude (tableau IV). En moyenne les pourcentages de réduction obtenus avec les différents temps de contact varient entre 30 à 50 %. La réduction bactérienne n'était pas significativement plus importante après 2 minutes qu'après 1 minute ($p > 0,05$), par contre après 3 minutes et plus, elle était significativement plus importante qu'après 1 ou 2 minutes ($p < 0,05$). Cependant le pourcentage de réduction obtenu après un temps de contact de 3 à 10 minutes n'était pas significativement différent ($p > 0,05$) entre ces différents groupes. Les résultats du dosage de chlore total et de chlore libre de l'hypochlorite de sodium à 2,5% avant et après un temps de séjour intracanalair de 5 minutes n'ont pas montré de différence, la quantité étant de 24 g/l avant et après.

Tableau IV. Hypochlorite de sodium à 2,5 % : Pourcentage de réduction bactérienne en fonction du temps de contact.

Durée minute	moyenne Avant		moyenne Après		Réduction % moyen
	(ucf/ml)	Log ₁₀ ± σ	(ucf/ml)	Log ₁₀ ± σ	
1	(1,7 10 ⁶)	6,23 ± 0,44	(1,2 10 ⁵)	5,07 ± 0,77	29,54
2	(1,8 10 ⁶)	6,26 ± 0,66	(1,2 10 ⁴)	4,08 ± 0,44	31,84
3	(3,4 10 ⁵)	5,54 ± 0,24	(9,6 10 ³)	3,98 ± 0,67	39,68
4	(8,1 10 ⁵)	5,90 ± 0,69	(5,4 10 ³)	3,73 ± 0,45	35,21
5	(5,9 10 ⁵)	5,77 ± 0,47	(2,3 10 ³)	3,36 ± 0,54	43,29
5*	(2,9 10 ⁵)	5,444 ± 0,13	(3,9 10 ³)	3,28 ± 0,73	39,77
6	(5,3 10 ⁶)	6,73 ± 0,59	(1,2 10 ⁴)	4,07 ± 0,68	42,03
7	(1,8 10 ⁶)	6,26 ± 0,33	(2,1 10 ³)	3,31 ± 0,41	49,28
8	(4,1 10 ⁵)	5,60 ± 0,07	(9,9 10 ²)	2,99 ± 0,20	47,09
9	(2,1 10 ⁵)	5,31 ± 0,14	(2,4 10 ³)	3,37 ± 0,60	42,82
10	(7,9 10 ⁵)	5,89 ± 0,22	(9,8 10 ³)	3,99 ± 0,68	37,27

* : 5 minutes de contact avec renouvellement toutes les minutes

Discussion

Le temps de la préparation et le renouvellement fréquent des solutions peuvent favoriser l'expression de l'action chimique des solutions d'irrigation antiseptiques en endodontie. Cependant plusieurs études ont montré que malgré une préparation instrumentale correcte et une irrigation abondante, il était pratiquement impossible d'obtenir une élimination bactérienne complète (23, 47, 82, 112, 113). Dans cette étude quantitative les résultats n'ont également pas montré d'éradication bactérienne totale, même après un temps de contact de dix minutes avec de l'hypochlorite de sodium à 2,5 % qui reste la solution d'irrigation la plus utilisée pour son efficacité antiseptique bien démontrée (1, 22, 63, 110).

Le fait qu'au-delà de trois minutes de temps de contact il n'y ait pas eu de réduction plus importante du nombre de bactéries pouvait avoir deux explications. D'une part, après 3 minutes de contact avec la dentine et les bactéries l'hypochlorite de sodium pouvait avoir perdu tout ou partie de son chlore libre et d'autre part, son accès limité voire impossible aux sites susceptibles d'héberger les micro-organismes pouvait expliquer son inhibition. Haapasalo et Coll (2000) (51) avaient montré une réduction de l'activité antibactérienne de NaOCl à 1% après un temps de contact d'une heure avec de la poudre de dentine. Cependant dans la présente étude, le dosage de la quantité de chlore total et de chlore libre, par la méthode au DPD, de l'hypochlorite de sodium à 2,5% avant et après un temps de séjour de 5 minutes dans un canal stérile n'avait pas montré de différence. Il ne semble donc pas que le contact dentinaire ait eu ici un effet inhibiteur de la solution antiseptique. Par ailleurs il n'y a pas eu de différence significative concernant la réduction bactérienne après un temps de contact de 5 minutes avec ou sans renouvellement de la solution de NaOCl, donc de chlore actif, toutes les minutes. Il est donc possible de conclure que cette limite à l'élimination bactérienne n'est pas imputable à la dentine ni à un manque de chlore actif. Par conséquent les causes de limitation de la désinfection canalaire pourraient être directement liées à l'accès des solutions antiseptiques à tous les sites endocanalaire pouvant être colonisés par les bactéries.

Evaluation *in vitro* de l'Action Antibactérienne du Mélange d'Hypochlorite de Sodium à 2,5 % et de Tween 80 à 1 % en Fonction du Temps de Contact avec les Parois Canalaires.

Introduction

Une des causes majeures des échecs endodontiques est la persistance de l'infection endodontique entretenue par la présence des bactéries dans les canaux radiculaires secondaires et les tubuli dentinaires (84). L'efficacité antibactérienne des solutions antiseptiques dans le système canalaire dépend évidemment de leur capacité à pénétrer les tubuli dentinaires infectés (17,50, 59). Cette capacité est d'une part altérée par la présence de boue dentinaire (75, 78) et d'autre part dépendante du pouvoir mouillant des solutions d'irrigation lié à leur tension superficielle (17). L'utilisation d'une solution acide est nécessaire pour éliminer cette boue dentinaire et préparer la surface canalaire à une action plus profonde de la solution d'irrigation antiseptique. Ainsi l'utilisation successive d'EDTA et de NaOCl a une action antibactérienne plus efficace que celle de NaOCl utilisé seul (23). La tension superficielle de la solution d'irrigation peut être abaissée par l'adjonction d'un agent tensioactif dans le but d'améliorer la pénétration intracanaire (3) et intratubulaire de l'antiseptique. Une étude publiée en 1997 par Berutti et Coll. (17) a cherché à évaluer l'effet d'un agent tensioactif (Triton), injecté juste avant l'hypochlorite de sodium, sur la profondeur de désinfection intratubulaire, la comparant à celle obtenue avec du NaOCl seul. Cependant ce travail, qui attribuait au Triton un rôle significatif dans l'amélioration de la désinfection, comportait un biais très important car il ne tenait pas compte de l'action de la solution d'EDTA qui était injectée avant l'agent tensioactif mais pas avant le NaOCl seul. Il est donc important de savoir si la diminution de la tension superficielle de l'hypochlorite de

sodium permet une désinfection endocanalaire significativement plus importante. C'est pourquoi le but de cette étude a été d'évaluer l'action antibactérienne intracanaulaire d'un mélange d'hypochlorite de sodium à 2,5 % et de polyoxyéthylène (Tween 80) à 1 % en fonction de son temps contact avec les parois canalaire.

Matériel et méthodes

50 incisives maxillaires humaines intactes conservées dans une solution composée de 2/3 d'alcool à 70° et 1/3 de glycérine ont été utilisées. La préparation endodontique, la contamination canalaire, les méthodes d'ensemencement, de culture et de comptage des bactéries étaient identiques à celles des études précédentes. Après incubation l'échantillon était divisé au hasard en 4 groupes de 10 et deux groupes de 5 dents. La solution d'irrigation, composée d'un mélange d'1 ml de Tween 80 à 1 % pour 10 ml d'hypochlorite de sodium à 2,5 % était préparée le jour de l'expérimentation dans les mêmes conditions d'asepsie que les autres solutions à la pharmacie centrale du CHU de Clermont-Ferrand. Le volume de solution utilisé pour chaque dent était de dix millilitres. Le temps de contact statique de la solution dans les 4 groupes de 10 dents était respectivement de 2, 3, 4 et 5 minutes programmées à l'aide d'un Dual-Timer Clock (Merck Eurolab, Paris, France). Le protocole et les solutions d'irrigation différaient pour les 2 groupes de cinq dents. Le premier groupe était irrigué avec 10ml de NaOCl à 2,5% suivi 2 minutes après de 10ml d'acide citrique à 5%, suivi 1 minute après de 1ml de Tween 80 à 1% suivi immédiatement de 10 ml de NaOCl laissé 2 minutes en place. Le deuxième groupe était irrigué selon le même protocole à l'exception du Tween 80 qui n'était pas utilisé. Pour les 50 dents, le nombre de bactéries était déterminé avant et après irrigation, après avoir neutralisé l'action du chlore avec 2 ml de thiosulfate de sodium à 5%. Les résultats du comptage bactérien obtenus en ucf/ml étaient ensuite rapportés en Log₁₀ et les pourcentages de réduction étaient ensuite

calculés. Ces résultats étaient ensuite comparés à ceux obtenus dans la deuxième étude avec l'hypochlorite de sodium seul. Toutes les étapes de l'étude étaient réalisées par le même opérateur. Dans le même groupe les résultats avant irrigation et après irrigation étaient analysés statistiquement en utilisant le test t de Student sur séries appariées et entre les différents groupes les résultats étaient analysés en utilisant le test ANOVA et le test Tukey en fixant toujours le niveau de signification à 5 % ($p < 0,05$).

Résultats

L'analyse statistique des résultats a montré une réduction significative de la population bactérienne endocanalaire ($p < 0,05$) après contact avec le mélange d'hypochlorite de sodium à 2,5% et de Tween 80 pour tous les temps de l'étude (tableau V). Le taux de réduction était croissant avec le temps de contact et l'élimination bactérienne était totale après 5 minutes de contact. La réduction bactérienne était significativement différente ($p < 0,05$) entre 2 et 3 puis entre 4 et 5 minutes de contact mais ne l'était pas entre 3 et 4 minutes ($p > 0,05$). La comparaison des taux de réduction bactérienne obtenus après irrigation à l'hypochlorite de sodium mélangé ou non avec du Tween 80 a montré que à 2, 3, 4 et 5 minutes de contact la réduction était significativement plus importante ($p < 0,05$) avec le mélange NaOCl-Tween 80. Par contre l'utilisation de Tween 80 seul et immédiatement avant l'irrigation avec de l'hypochlorite de sodium n'entraînait pas de réduction significativement différente ($p > 0,05$) de la population bactérienne (tableau VI).

Tableau V. Mélange Hypochlorite de sodium à 2,5% et Tween 80 à 1% : pourcentage de réduction bactérienne en fonction du temps de contact.

Durée minute	moyenne Avant		moyenne Après		Réduction % moyen
	(ucf/ml)	Log ₁₀ ± σ	(ucf/ml)	Log ₁₀ ± σ	
2	(2, 5 10 ⁵)	5, 39 ± 0, 55	(2, 5 10 ³)	3, 39 ± 0, 37	44, 17
3	(2, 4 10 ⁵)	5, 38 ± 0, 29	(6, 3 10 ²)	2,79 ± 0, 67	64, 14
4	(5, 4 10 ⁵)	5, 73 ± 0, 37	(4, 7 10 ¹)	1, 67 ± 0, 55	73, 10
5	(2, 3 10 ⁵)	5, 35 ± 0, 22	00	00	100

σ : écart-type

Tableau VI. Pourcentage de réduction bactérienne selon la présence ou non de Tween 80 dans le protocole d'irrigation

Protocole d'irrigation	moyenne Avant		moyenne Après		Réduction (% moyen)
	(ucf/ml)	Log ₁₀ ± σ	(ucf/ml)	Log ₁₀ ± σ	
H _S A _C T _w H _S	(4, 8 10 ⁵)	5, 55 ± 0, 41	(3,1 10 ³)	2, 97 ± 0, 93	47, 28
H _S A _C H _S	(4,3 10 ⁵)	5, 60 ± 0, 18	(3,1 10 ³)	3,29 ± 0, 51	41, 24

H_SA_CT_wH_S: NaOCl 2mn + acide citrique 1 mn + Tween + NaOCl 2mn

H_SA_CH_S: NaOCl 2mn + acide citrique 1 mn + NaOCl 2mn

Discussion

Dans cette étude l'irrigation de canaux radiculaires, infectés par une suspension d'*Enterococcus faecalis*, avec un mélange d'hypochlorite de sodium à 2,5 % et de Tween 80 à 1 % a permis d'enregistrer des cultures systématiquement négatives après 5 minutes de contact endocanalair. La précédente étude réalisée dans les mêmes conditions avait montré qu'après 10 minutes de contact avec uniquement de l'hypochlorite de sodium à 2,5 %, seulement 30 à 50 % des bactéries étaient éliminées. Cette troisième étude a donc montré que l'amélioration de la

mouillabilité de l'hypochlorite de sodium par l'adjonction d'un agent tensioactif compatible contribuait à l'augmentation de l'efficacité antiseptique de cette solution d'irrigation, vraisemblablement en lui permettant de pénétrer plus profondément dans les tubuli infectés. L'utilisation d'un agent tensioactif avec une solution d'irrigation endodontique a fait l'objet de très peu d'études (3, 17, 105, 106). En 1982, Abou-Rass et Coll. (3) ont montré que la pénétration intracanalair en direction apicale de différentes solutions d'irrigation était significativement améliorée après addition de polysorbate 80. En 1997, Berutti et Coll. (17) comparant la faible désinfection intratubulaire obtenue avec de l'hypochlorite de sodium seul avec celle obtenue après irrigations successives avec respectivement de l'EDTA, du Triton (agent tensioactif) et du NaOCl, concluaient à un rôle significatif du Triton sans tenir compte de l'action préalable de l'EDTA. Pourtant en 1985, Byström et Sundqvist (23) avaient déjà montré que l'EDTA éliminant la boue dentinaire, ouvrait les tubuli dentinaires et augmentait ainsi l'action désinfectante de l'hypochlorite de sodium. Il n'est donc pas possible dans l'étude de Berutti et Coll. (17) de distinguer l'action de l'EDTA de celle du Triton et d'évaluer l'effet réel de ce dernier. D'autant plus qu'il n'est pas certain que l'agent tensioactif utilisé seul immédiatement avant la solution d'irrigation modifie la tension superficielle de ce dernier. En effet, dans notre étude, nous n'avons pas observé de différence significative entre les désinfections obtenues avec ou sans Tween 80 quand ce dernier était utilisé seul préalablement à l'injection d'hypochlorite de sodium. Enfin une étude récente (105) a montré la supériorité d'une solution d'irrigation composée d'un acide, d'un antibiotique et d'un agent tensioactif sur l'irrigation classique avec EDTA puis NaOCl, mais comme les auteurs faisaient varier plusieurs facteurs, il n'est pas possible de discriminer le rôle exact de l'agent tensioactif. Ainsi il semblerait que seule cette troisième étude permettrait d'établir que l'adjonction d'un agent tensioactif à une solution d'hypochlorite de sodium augmenterait son action antiseptique endodontique.

DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSION

Les primo-infections endodontiques sont toujours caractérisées par la présence de plusieurs espèces bactériennes qui forment un écosystème très labile dans le temps et donc impossible à reproduire *in vitro* (83, 116, 127, 128). C'est pourquoi, plutôt que de réunir arbitrairement quelques espèces différentes qui ne représenteront jamais un milieu bactérien endocanalaire réel, la plupart des études expérimentales utilisent une seule espèce bactérienne (17, 25, 40, 41, 44, 53, 105, 106, 110).

Ce choix est également justifié par le fait que les infections endodontiques de dents ayant une obturation canalaire antérieure sont la plupart du temps monobactériennes. La bactérie utilisée dans ce travail, l'*Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), est une bactérie couramment rencontrée dans les échecs endodontiques (39, 54, 80, 81, 91, 129), bien connue pour sa résistance en milieu alcalin et sa capacité de survivre solitairement dans des conditions écologiques défavorables comme les tubuli dentinaires (53, 57, 89). C'est également une des bactéries réputées pour sa faculté à coloniser profondément les tubuli dentinaires (17, 50, 142). C'est pour ces raisons qu'elle a été très régulièrement utilisée dans les différentes études concernant la désinfection canalaire, d'autant plus que son caractère anaérobie facultatif favorise ses manipulations et sa culture.

La préparation mécanique des canaux radiculaires sous irrigation à l'hypochlorite de sodium à 2,5 % associée à l'utilisation de Glyde® File Prep (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suisse) a permis l'élimination de tous les débris pulpaire (12, 43, 45) et de la majeure partie de la boue dentinaire (72). Cette élimination de la boue dentinaire par le Glyde® a été confirmée dans ce travail par le fait que dans un temps d'irrigation de 4 minutes avec du NaOCl, l'interposition d'une irrigation d'une minute avec de l'acide citrique (troisième étude) n'a pas eu d'effet significatif sur la réduction bactérienne comparée à celle obtenue après 4 minutes de contact avec du NaOCl seul dans la deuxième étude.

Le fait que l'acide citrique n'ait pas eu l'effet escompté (23) signifie que la boue dentinaire était préalablement éliminée.

Le délai d'incubation inhabituellement court, puisqu'il était de 24 heures alors qu'il est de quelques jours à 3 semaines dans la plupart des publications, a été retenu car il est celui retrouvé dans toutes les études de Siqueira et Coll. (110, 112, 113).

Son principal intérêt est, que ne nécessitant pas de renouvellement de l'inoculum bactérien, il en permet la standardisation. Cette durée d'incubation est par ailleurs compatible avec une colonisation en profondeur des tubuli lorsqu'il n'y a pas de boue dentinaire sur les parois canalaires (142). L'utilisation de ce modèle expérimental avec un parage canalaire préalable à l'infection de l'endodonte est justifiée par le fait qu'ici, seule l'action désinfectante de l'irrigation est étudiée. Cette étude se situe en fait au stade final du traitement endodontique avant l'obturation canalaire, c'est à dire au stade la désinfection qui n'est possible que lorsque le canal est libre de toutes matières organiques donc de protéines susceptibles d'inhiber l'action antiseptique des solutions d'irrigation.

La technique de prélèvement utilisant des pointes de papier stériles est celle reconnue comme la plus efficace quand elle ne nécessite pas une anaérobiose stricte et quand elle concerne des canaux radiculaires préalablement préparés et nettoyés (24). Cependant le seuil de détection de la présence bactérienne par cette méthode n'a jamais été évalué quantitativement. Ainsi, quand le prélèvement donne lieu à une culture négative, le canal est-il réellement stérile ou bien subsiste-il quelques bactéries inaccessibles susceptibles de se multiplier? Peut-être aurait-il été préférable de réitérer les prélèvements négatifs une semaine après, afin de confirmer l'absence de germes ? Cela n'est pas certain, car ce contrôle a été réalisé dans une étude de Sjögren et Sundqvist publiée en 1987 (120) et a montré que 78% des cultures restaient négatives au deuxième prélèvement réalisé une semaine plus tard. Par ailleurs Sjögren et Coll. en 1997 (119) ont observé que des dents

nécrosées avec lésion péri apicale ayant donné lieu à des prélèvements bactériens négatifs avant obturation canalaire avaient guéri dans 94% des cas.

Les études expérimentales de cette thèse ont permis de discriminer l'action mécanique de l'action chimique de l'hypochlorite de sodium utilisé en tant que solution d'irrigation des canaux radiculaires infectés. Il ressort de ce travail que la nature de la solution d'irrigation a peu d'influence sur l'élimination mécanique des bactéries. En effet quelque soit la solution utilisée, ici du sérum physiologique, de l'hypochlorite de sodium seul ou mélangé avec un tensioactif, l'élimination bactérienne après injection de 15 ml ou plus de solution n'excède pas 20 à 25% de la population initiale. L'adjonction d'un tensioactif à l'hypochlorite de sodium a seulement permis, en diminuant sa tension superficielle, de réduire significativement le volume de solution nécessaire à cette élimination bactérienne mécanique. L'effet flot de l'irrigation a ainsi été amélioré par un meilleur contact du NaOCl avec les parois canalaire. Le fait que cet effet flot soit limité, en dépit de l'augmentation du volume de solution utilisée, signifie qu'il ne concerne que le canal principal instrumentalisé.

Les tubuli dentinaires, les canaux secondaires et accessoires ainsi que les anastomoses et ramifications canalaire apicales ne sont vraisemblablement pas atteints par le torrent d'irrigation. Leur désinfection fait donc appel à l'action chimique antiseptique de la solution d'irrigation. Cette action antiseptique ne peut avoir lieu que lorsque la solution a atteint les bactéries et après un temps de contact minimum avec ces dernières (59). Dans des tubes à essai 2 minutes sont suffisantes à une solution d'hypochlorite à 3% pour éliminer complètement l'*E. faecalis* (1). Dans les canaux radiculaires, notre étude a montré qu'après une présence statique de 10 minutes, l'hypochlorite de sodium à 2,5% n'avait pas détruit plus de 50% de la population d'*E. faecalis*. Cette action bactéricide qui s'était d'ailleurs arrêtée après 3 minutes, n'avait pas été inhibée par la dentine comme cela a été suggéré par quelques auteurs (51, 92-93) puisque la quantité de chlore actif doser avant et après

5 minutes de contact dentinaire n'avait pas changé. Il en résultait donc que l'hypochlorite de sodium à 2,5% n'avait pas eu accès à tous les sites infectés. Cet obstacle ne pouvait être, dans ce travail, la présence de boue dentinaire sur les parois canalaires (75, 76, 78) car comme il en a été discuté plus haut, cette dernière avait été éliminée (72). La raison de ce défaut d'accès aux bactéries pouvait en être la tension superficielle élevée de cet antiseptique qui lui conférait une mauvaise mouillabilité. Cette tension superficielle peut être significativement réduite par l'adjonction d'un détergent à une concentration n'altérant pas les propriétés antiseptiques de l'hypochlorite de sodium (3). Ainsi le mélange d'un millilitre d'agent tensioactif, le Tween 80 à 1% avec dix millilitres de NaOCl à 2,5% a permis l'élimination endocanalaire des *E. faecalis* qui a été progressive jusqu'à 5 minutes de contact et au terme desquelles a été complète. Il peut donc être conclu que dans des canaux radiculaires débarrassés de la boue dentinaire issue du parage canalaire, l'adjonction d'un agent tensioactif permet à l'hypochlorite de sodium de pénétrer profondément dans les tubuli dentinaires infectés pour exercer son action chimique antiseptique. Cependant, cette désinfection totale n'a été obtenue qu'à l'encontre d'une seule bactérie, l'*Enterococcus faecalis*. Ce cas de figure n'est pas pour autant très éloigné de la réalité car la plupart des échecs endodontiques sont caractérisés par la présence d'une seule ou deux bactéries dont fréquemment l'*E. faecalis*. Mais, dans les primo-infections des canaux radiculaires plusieurs espèces bactériennes sont rencontrées (6 à 8 en moyenne) avec des associations synergiques, des composés organiques et minéraux et un système biologique dynamique. Aussi une extrapolation directe des résultats de cette étude *in vitro* doit être faite avec beaucoup de précautions. Il est donc indispensable de valider cette solution d'irrigation associant détergent et NaOCl sur des primo-infections endodontiques *in vivo*.

L'importance et le rôle de l'irrigation dans le nettoyage et la désinfection de l'endodonte comptent parmi les sujets les plus discutés en endodontie. Elle permet

lors du traitement d'éradiquer les bactéries et d'améliorer l'herméticité de l'obturation canalaire par l'élimination complète des débris. La solution d'irrigation idéale doit avoir une action dissolvante des tissus organiques et minéraux, antiseptique à très large spectre et une toxicité très faible voire nulle. Bien que des tentatives soient actuellement faites dans ce sens (105, 106, 134, 135, 151), cette solution idéale n'existe pas encore et il est toujours indispensable d'utiliser deux solutions, l'une acide pour éliminer la boue dentinaire et l'autre alcaline pour son action dissolvante et désinfectante.

En conclusion, d'après les résultats obtenus dans cette étude, il serait possible de proposer le protocole d'irrigation suivant :

1. parage canalaire avec un lubrifiant contenant de l'EDTA et irrigation entre chaque instrument avec 3 ml d'hypochlorite de sodium à 2,5%.
2. à la fin du parage, irrigation avec 10 ml d'une solution d'EDTA à 17% ou d'acide citrique à 10% laissée en place une minute.
3. irrigation finale avec 10 ml d'une solution composée pour $1/10^{\text{ème}}$ d'un agent tensioactif à 1% (polysorbate 80) et pour $9/10^{\text{ème}}$ d'hypochlorite de sodium à 2,5% laissée en place cinq minutes.

Il est bien sûr évident que ce protocole doit être évalué *in vivo*.

BIBLIOGRAPHIE

1. Abdullah M, Gulabivala K, Spratt D. Antimicrobial efficacy of root canal irrigants and medicaments on different phenotypes of *Enterococcus faecalis* (abstract). Int Endod J 2002; 35: 494.
2. Abou-Rass M, Oglesby SW. The effects of temperature, concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. J Endod 1981; 7: 376-377.
3. Abou-Rass M, Patonai FJ. The effects of decreasing surface tension on the flow of irrigating solutions in narrow root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982; 53: 524-526.
4. Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982; 54: 323-328.
5. Aboudharam G, Lascola B, Raoult D, Drancourt M. Detection of *Coxiella burnetii* DNA in dental pulp during experimental bacteremia. Microb Pathog 2000; 28: 249-254.
6. Ahmad M, Pitt Ford TJ, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. J Endod 1987; 13: 490-499.
7. Akpata ES. Total viable count of microorganisms in the infected dental pulp. J Dent Res 1974; 53: 1330-1330.
8. Aktener BO, Bilkay U. Smear layer removal with different concentrations of EDTA-ethylenediamine mixtures. J Endod 1993; 19: 228-231.
9. Ayhan H, Sultan N, Cirak M, Ruhi MZ, Bodur H. Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. Int Endod J 1999; 32: 99-102.
10. Baker NA, Eleazer PD, Averbach RE, Seltzer S. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. J Endod 1975; 1: 127-135.
11. Bartholi, LH. Etude mécanographique des données bactériologiques radiculo-pulpaire en milieu pulpaire. 1969. These 3^{ème} Cycle Paris.
12. Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. J Endod 1992; 18: 605-612.

13. Berg J, Nord G. A method for isolation of anaerobic bacteria from endodontic specimens. *Scand J Dent Res* 1973; 81: 163-166.
14. Bergenholtz G. Microorganisms from necrotic pulps of traumatized teeth. *Odontol Revy* 1974; 25: 347-358.
15. Berkiten M, Berkiten R, Okar I. Comparative evaluation of antibacterial effects of Nd:yag laser irradiation in root canals and dentinal tubules. *J Endod* 2000; 26: 268-270.
16. Berkiten M, Okar I, Berkiten R. In vitro study of the penetration of *Streptococcus sanguis* and *Prevotella intermedia* strains into human dentinal tubules. *J Endod* 2000; 26: 236-239.
17. Berutti E, Marini R, Angeretti A. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *J Endod* 1997; 23: 725-727.
18. Brook IS. Bacteriology of acute periapical abscess in children. *J Endod* 1981; 7: 378-380.
19. Buck R, Eleazer PD, Staat RH. In vitro disinfection of dentinal tubules by various endodontics irrigants. *J Endod* 1999; 25: 786-788.
20. Buck RA, Eleazer PD, Staat RH, Scheetz JP. Effectiveness of three endodontic irrigants at various tubular depths in human dentin. *J Endod* 2001; 27: 206-208.
21. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* 1981; 89: 321-328.
22. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983; 55: 307-312.
23. Byström A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985; 18: 35-40.
24. Calas P. Détermination de l'activité des solutions antiseptiques sur les microorganismes anaérobies d'origine endocanalaire. 1984. These 3^{ième} Cycle Université Toulouse.
25. Calas P, Rochd T, Michel G. In vitro attachment of *Streptococcus sanguis* to the dentin of the root canal. *J Endod* 1994; 20: 71-74.

26. Calas P, Rochd T, Druilhet P, Azais JM. In vitro adhesion of two strains of *Prevotella nigrescens* to the dentin of the root canal: the part played by different irrigation solutions. J Endod 1998; 24: 112-115.
27. Cameron JA. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. J Endod 1987; 13: 541-545.
28. Cauro S. Les prélèvements bactériologiques dentaires: intérêt, technique, résultats. Odonto Revy 1974; 2: 117-121.
29. Cengiz T, Aktener BO, Piskin B. Effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. Int Endod J 1990; 23: 163-171.
30. Chen SY, Wang HL, Glickman GN. The influence of endodontic treatment upon periodontal wound healing. J Clin Periodontol 1997; 24: 449-456.
31. Collins MD, Hoyles L, Kalfas S, Sundqvist G, Monsen T, Nikolaitchouk N. Characterization of *Actinomyces* isolates from infected root canals of teeth: description of *Actinomyces radidentis* sp nov. J Clin Microbiol 2000; 38: 3399-3403.
32. Cunningham WT, Joseph SW. Effect of temperature on the bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1980; 50: 569-571.
33. Dahlen G, Fabricius L, Holm SE, Moller AJ. Circulating antibodies after experimental chronic infection in the root canal of teeth in monkeys. Scand J Dent Res 1982; 90: 338-344.
34. Delany GM, Patterson SS, Miller CH, Newton CW. The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982; 53: 518-523.
35. Dupeyron C, Fouret P, Vuillemin N, Leluan G. Prélèvements et identification des streptocoques des dents mortifiées et fermées après avulsion. Inf Dent 1982; 64: 2873-2877.
36. Dychdala GR. Chlorine and chlorines compounds.in block disinfection,sterilization and preservation., 1977. 2nd Ed Lea And Febiger Philadelphia USA.

37. Ehnevid H, Jansson LE, Lindskog SF Blomlof LB. Periodontal healing in relation to radiographic attachment and endodontic infection. J Periodontol. 1993; 64: 1199-1204.
38. Ehnevid H, Jansson L, Lindskog S, Weintraub A, Blomlof L. Endodontic pathogens: propagation of infection through patent dentinal tubules in traumatized monkey teeth. Endod Dent Traumatol 1995; 11: 229-234.
39. Engstrom B. The significance of enterococci in root canal treatment. Odontol Revy 1964; 15: 87-106.
40. Ferraz CC, Figueiredo DE Almeida Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. J Endod 2001; 27: 452-455.
41. Foley DB, Weine FS, Hagen JC, Deobarrio JJ. Effectiveness of selected irrigants in the elimination of *Bacteroides melaninogenicus* from the root canal system: an in vitro study. J Endod 1983; 9: 236-241.
42. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. Scanning electron microscope study of a new irrigation method in endodontic treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1979; 48: 79-83.
43. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1981; 52: 197-204.
44. Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. Int Endod J 2001; 34: 424-428.
45. Gordon T, Damato D, Christner P. Solvent effects of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. J Endod 1981; 10: 466-469.
46. Griffe M, Patterson SS. The relationship of *Bacteriodes melaninogenicus* of symptoms associated with pulp necrosis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1980; 50: 457-461.
47. Grossman LI. Irrigation of root canal. J Am Dent Assoc 1943; 30: 1915-1921

48. Gutierrez J, Garcia J. Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1968; 25: 108-116.
49. Haapasalo M: *Bacteroides buccae* and related taxa. In necrotic root canal infections. *J Clin Microbiol* 1986; 24: 940-944.
50. Haapasalo M, Orstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res* 1987; 66: 1375-1379.
51. Haapasalo HK, Siren EK, Waltimo TM, Orstavik D, Haapasalo MP. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *Int Endod J* 2000; 33: 126-131.
52. Hakan-Sen B. Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canal. *J Endod* 1999; 25: 235-238.
53. Han GY, Park SH, Yoon TC. Antimicrobial activity of Ca(OH)₂ containing pastes with *Enterococcus faecalis* in vitro. *J Endod* 2001; 27: 328-332.
54. Hancock HH, Sigurdsson A, Trope M, Moiseiwitsch J. Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a north american population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol. Oral Radiol Endod* 2001; 91: 579-586.
55. Hand RE, Smith ML, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod* 1978; 4: 60-64.
56. Haznedaroglu F, Ersev H. Tetracycline HCL solution as a root canal irrigant. *J Endod* 2001; 27: 738-740.
57. Heath C, Blackmore T, Gordon D. Emerging resistance in *Enterococcus*. *Med J Aust* 1996; 164: 116-120.
58. Heithersay GS. The incidence of *Staphylococcus albus* and *Streptococcus salivarius* in root canal cultures. *Odontol Revy* 1962; 13: 152-157.
59. Heling I, Chandler NP. Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *Int Endod J* 1998; 31: 8-14.

60. Horodniceanu T, Delbos F, Chabbert YA: Characteristics of "*Streptococcus mutans*" from endocarditis and susceptibility to antimicrobial agents. *Ann Microbiol* 1977; 128: 205-216.
61. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hoshino E: Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1998; 31: 242-250.
62. Ingle JJ, Zeldow B. An evaluation of mechanical instrumentation and the negative culture in endodontic therapy. *J Am Dent Assoc* 1958 ;57: 471.
63. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod* 1994; 20: 276-278.
64. Kakehashi S, Stanley H, Fitzgerald R. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1965; 20: 340-349.
65. Kalfas S, Figdor D, Sundqvist G. A new bacterial species associated with failed endodontic treatment/ identification and description of *Actinomyces radidentis* . *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral radiol Endod* 2001; 92: 208-214
66. Kanannagara D, Thadepalli H. Bacteriology and treatment of dental infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 50: 103-109.
67. Kantz WE, Henry CA. Isolation and classification of anaerobic bacteria from intact pulp chambers of non-vital teeth in man. *Arch Oral Biol* 1974; 19: 91-96.
68. Kuruvilla JR, Kamath MP. Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *J Endod* 1998; 24: 472-476.
69. Lancefield RC, Freimer EH. Type-specific polysaccharide antigens of group B streptococci. *J Hyg Lond* 1966; 64: 191-203.
70. Leonardo MR, Tanomaru FM, Silva LA, Nelson FP, Bonifacio KC, Ito IY. In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod* 1999; 25: 167-171.

71. Leonardo MR, Da Silva LA, Filho MT, Bonifacio KC, Ito IY. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of a castor oil-based irrigant. *J Endod* 2001; 27: 717-719.
72. Lim TS, Wee TY, Choi MY, Koh WC, Sae-lim V. Light and scanning electron microscopic evaluation of glyde™ file prep in smear layer removal. *Int Endod J* 2003; 36: 336-343.
73. Love RM. Bacterial penetration of the root canal of intact incisor teeth after a simulated traumatic injury. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 289-293.
74. Machtou P. Investigation sur l'irrigation en endodontie, une étude au MEB. 1980; Thèse 3^{ième} Cycle Paris VII.
75. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smear layer on root canal walls. *J Endod* 1984; 10: 477-483.
76. Mandel E, Machtou P, Friedman S. Scanning electron microscope observation of canal cleanliness. *J Endod* 1990; 16: 279-283.
77. Matusow RJ. Acute pulpar alveolar cellulitis syndrome in clinical study of bacterial isolates from pulps and exudates of intact teeth, with description of a specific culture technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1979; 48: 70-76.
78. McComb D, Smith DC, Beagrie GS. The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation—a scanning electron microscopic study. *J Br Endod Soc* 1976; 9: 11-18.
79. Melville TH, Birch RH. Root canal and periapical floras of infected teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1967; 23: 93-98.
80. Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvist T: Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* 1998; 31: 1-7.
81. Moller AJ: microbiological examination of root canals and periapical tissues of human teeth. Methodological studies. *Odontol Tidskr* 1966; 74: Suppl-380.
82. Moodnik R. Efficacy of biomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 1976; 9: 261-266.
83. Mouton C, Robert JC. Bacteriologie bucco-dentaire. Ed Masson Paris 1993.

84. Nair PSU, Krey G, Kahnberg K. Intraradicular bacteria and fungi in root filled asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions :a long lighth and electron microscopic follow-up study. J Endod 1990; 16: 580-588.
85. Newmanm G, Socransky SS. Predominant cultivable microbiota in periodontosis. J Periodontal Res 1977; 12: 120-128.
86. Nikolaus BE, Wayman BE, Encinas E. The bactericidal effect of citric acid and sodium hypochlorite on anaerobic bacteria. J Endod 1988; 14: 31-34.
87. O'connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of edta. J Endod 2000; 26: 739-743.
88. Onçag O, Hosgor M, Hilmioglu S, Zekioglu O, Eronat C, Burhhanoglu D. Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canals irrigants. Int Endod J 2003; 36: 423-432.
89. Orstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. Endod Dent Traumatol 1990; 6: 142-149.
90. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. J Dent 1997; 25: 355-372.
91. Pinheiro ET, Gomes BP, Ferraz CC, Teixeira FB, Zaia AA, Souza Filho FJ. Evaluation of root canal microorganisms isolated from teeth with endodontic failure and their antimicrobial susceptibility. Oral Microbiol Immunol 2003; 18: 100-103.
92. Portenier I, Haapasalo H, Rye A, Waltimo T, Orstavik D, Haapasalo M. Inactivation of root canal medicaments by dentine, hydroxylapatite and bovine serum albumin. Int Endod J 2001; 34: 184-188.
93. Portenier I, Haapasalo H, Orstavik D, Yamauchi M, Haapasalo M: Inactivation of the antibacterial activity of iodine potassium iodide and chlorhexidine digluconate against *Enterococcus faecalis* by dentin, dentin matrix, type-1 collagen, and heat-killed microbial whole cells. J Endod 2002; 28: 634-637.
94. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1977; 44: 306-312.

95. Raoult D, Aboudharam G, Crubezy E, Larrouy G, Ludes B, Drancourt M. Molecular identification by "suicide PCR" of yersinia pestis as the agent of medieval black death. Proc Natl Acad Sci 2000; 97: 12800-12803.
96. Roças I, Siqueira J, Andrade A, Uzeda M. Oral treponemes in primary root canal infections as detected by nested PCR. Int Endod J 2003; 36: 20-26.
97. Rosenfeld EF, James GA, Burch BS. Vital pulp tissue response to sodium hypochlorite. J Endod 1978; 4: 140-146.
98. Rotta J, Krause RM, Lancefield RC, Everly W, Lackland H. New approaches for the laboratory recognition of M types of group A streptococci. J Exp Med 1971; 134: 1298-1315.
99. Scelza MF, Antoniazzi JH, Scelza P. Efficacy of final irrigation a scanning electron microscopic evaluation. J Endo 2000; 26: 355-358.
100. Scelza MF, Teixeira AM, Scelza P. Decalcifying effect of EDTA-t, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003; 95: 234-236.
101. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. Dent Clin North Am 1974; 18: 269-296.
102. Schleifer KH, Kilpper-bälz R. transfer of *Streptococcus faecalis* and *Streptococcus faecium* to the genus *Enterococcus* nom.rev.as *Enterococcus faecalis* comb.nov.and *Enterococcus faecium* comb.nov.1984; 34: 31-34.
103. Seidberg BH, Schilder H. An evaluation of EDTA in endodontics. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1974; 37: 609-620.
104. Senia ES, Marshall FJ, Rosen S. The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1971; 31: 96-103.
105. Shabahang S, Torabinejad M. Effect of MTAD on *Enterococcus Faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth. J Endod 2003; 29: 576-579.

106. Shabahang S, Poursesmail M, Torabinejad M. *In vitro* antibacterial efficacy of MTAD and sodium hypochlorite. J Endod 2003; 29: 450-452.
107. Shah H, Collins M. Proposal for reclassification of *Bacteriodes gingivalis* and *Bacteriodes endodontalis* in a new genus, *Porphyromonas*. Int J Syst Bacteriol 1988; 38: 128-131.
108. Shiozawa A. Characterization of reactive oxygen species generated from the mixture of NaClO and H₂O₂ used as root canal irrigants. J Endod 2000; 26: 11-15.
109. Siqueira JF, De Uzeda M, Fonseca ME. A scanning electron microscopic evaluation of *in vitro* dentinal tubules penetration by selected anaerobic bacteria. J Endod 1996; 22: 308-310.
110. Siqueira Junior JF, Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, De Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, *in vitro*. Int Endod J 1997; 30: 279-282.
111. Siqueira JF, Batista MM, Fraga RC, De Uzeda M. Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. J Endod 1998; 24: 414-416.
112. Siqueira JF, Lima KC, Magalhaes FA, Lopes HP, De Uzeda M. Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. J Endod 1999; 25: 332-335.
113. Siqueira JF, Rocas IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. J Endod 2000; 26: 331-334.
114. Siqueira JF, Rocas IN, Souto R, De Uzeda M, Colombo AP. *Actinomyces* species, streptococci, and *Enterococcus faecalis* in primary root canal infections. J Endod 2002; 28: 168-172.

115. Siqueira JF, Rocas IN, Moraes SR, Santos KR. Direct amplification of rRNA gene sequences for identification of selected oral pathogens in root canal infections. *Int Endod J* 2002; 35: 345-351.
116. Siqueira JF. Taxonomic changes of bacteria associated with endodontic infections. *J Endod* 2003; 29: 619-623.113.
117. Siqueira JF, Rocas IN. Polymerase chain reaction detection of *Propionibacterium propionicus* and *Actinomyces radicidentis* in primary and persistent endodontic infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 96: 215-22.
118. Siren EK, Haapasalo MP, Ranta K, Salmi P, Kerosuo EN. Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. *Int Endod J* 1997; 30: 91-95.115.
119. Sjogren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filing on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* 1997; 30: 297-306.
120. Sjogren U, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987; 30: 366-370.
121. Slack G. The bacteriology of infected root canals and in vitro penicillin sensitivity. *Br Dent J* 1958; 95: 211.
122. Smith JJ, Wayman BE. An evaluation of the antimicrobial effectiveness of citric acid as a root canal irrigant. *J Endod* 1986; 12: 54-58.
123. Socransky SS, Gibbs RJ. Required role of *Bacteroides melaninogenicus* in mixed anaerobic infections. *J Infect Dis* 1965; 115: 247-253.
124. Spangberg L, Engstrom B, Langeland K. Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973; 36: 856-871.
125. Sundqvist G. Bacterial studies of necrotic dental pulps. 1976. Thèse University Of Umea Sweden.

126. Sundqvist G, Reuterwing CO. Isolation of *Actinomyces israrraelli* from periapical lesion. J Endod 1980; 6: 602-6.
127. Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. J Endod 1992; 18: 427-430.
128. Sundqvist G. Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1994; 78: 522-530.
129. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjogren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1998; 85: 86-93.
130. Sundqvist G, Eckerbom MI, Larsson AP, Sjogren UT. Capacity of anaerobic bacteria from necrotic dental pulps to induce purulent infections. Infect Immun 1979; 25: 685-693.
131. Sutter V, Finegold S. Antibiotic disc susceptibility tests for rapid presumption identification of gram negative anaerobic basilli. Appl Microbiol 1971; 21: 13-20.
132. Svec TA, Harrison JW. Chemomechanical removal of pulpal and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide vs normal saline solution. J Endod 1977; 3: 49-53.
133. Tai JY, Gotschlich EC, Lancefield RC. Isolation of type-specific polysaccharide antigen from group B type streptococci. J Exp Med 1979; 149: 58-66.
134. Torabinejad M, Cho Y, Khademi AA, Bakland LK, Shabahang S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. J Endod 2003; 29: 233-239.
135. Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio R, Kettering JD. The antimicrobial effect of MTAD: An in vitro investigation. J Endod 2003; 29: 400-403.
136. Torstenson B. Pulpal reaction to a dental adhesive in deep human cavities. Endod Dent Traumatol 1995; 11: 172-176.
137. Trepagnier CM, Madden RM, Lazzari EP. Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vitro endodontic irrigant. J Endod 1977; 3: 194-196.

138. Turkun M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int Endod J* 1997; 30: 335-342.
139. Tziafas D. Experimental bacterial anachoresis in dog dental pulps capped with calcium hydroxide. *J Endod* 1989; 15: 591-595.
140. Vahdaty A, Pitt Ford TR, Wilson RF. Efficacy of chlorhexidine in disinfecting dentinal tubules in vitro. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9: 243-248.
141. Walker A. Definite and dependable therapy for pulpless teeth. *J Am Dent Assoc* 1936; 23: 1418-1424.
142. Waltimo TM, Orstavik D, Siren Ek, Haapasalo MP. In vitro yeast infection of human dentin. *J Endod* 2000; 26: 207-209.
143. Wayman BE, Kopp WM, Pinero GJ, Lazzari EP. Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. *J Endod* 1979; 5: 258-265.
144. Weiger R, De Lucena J, Decker HH, Lost C. Vitality status of microorganisms in infected human root dentine. *Int Endod J* 2002; 35: 166-171.
145. White RR, Hays GL, Janer LR. Residual Antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *J Endod* 1997; 23: 229-231.
146. White RR, Janer LR, Hays GL. Residual antimicrobial activity associated with a chlorhexidine endodontic irrigant used with sodium hypochlorite. *Am J Dent* 1999; 12: 148-150.
147. Winkler W, Sabiston C. Bacteriologic results from 4000 root canals cultures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1959; 12: 857-875.
148. Wong R, Hirsch RS, Clarke NG. Endodontic effects of root planing in humans. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5: 193-196.
149. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: part 3. *J Endod* 1983; 9: 137-142.

150. Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. J Endod 1995; 21: 513-515.
151. Zhang W, Torabinejad M, Li Y. Evaluation of cytotoxicity of MTAD using the MTT-tetrazolium method. J Endod 2003 29: 654-657.

Vu
Le Président de jury

Vu
Le Doyen

Vu et permis d'imprimer
Le Recteur, Président de l'Université Cheikh Anta DIOP
De Dakar

TOURE (Babacar) : L'irrigation endodontique, évaluation de l'efficacité antibactérienne liée : au volume , au temps de contact et à la tension superficielle de la solution

N° 42.63.03.30

Par **TOURE (Babacar)** [S.l.] : [S.n], 2004 ; [v] 96 f. : 21 x 29,7 cm.

(Thèse : 3^{ème} cycle Sciences Odontologiques, Dakar : 2004 ; N° 03)

Rubrique de classement : ONDONTOLOGIE CONSERVATRICE ENDODONTIE

Mots-clés : - Irrigation endodontique
- Enterococcus faecalis
- Hypochlorite de sodium
- Tween₈₀

Résumé :

L'irrigation endodontique joue un rôle fondamental dans le nettoyage et la désinfection des canaux radiculaires. Elle constitue un des sujets les plus étudiés en endodontie, mais malgré tout il reste encore des zones d'ombres dans sa pratique en ce qui concerne le volume de solution, le temps de contact et le type de solution à utiliser. Après une première partie consacrée à la revue de la littérature sur l'endodonte, les bactéries endocanalaire, le prélèvement et l'irrigation endodontique nous avons réalisé une étude *in vitro* évaluant l'efficacité antibactérienne liée au volume, au temps de contact et à la tension superficielle de la solution d'irrigation endodontique. De cette étude il ressort que l'effet du volume est limité à 20 à 25% et il ne dépend pas du type de solution. Et en plus l'adjonction d'un agent tensioactif le tween 80 à 1% à la solution hypochlorite de sodium à 2,5% permet l'élimination complète des bactéries endocanalaire après un temps contact de 5 minutes.

Key words : - Endodontics irrigation
- Enterococcus faecalis
- Sodium hypochlorite
- Tween₈₀

JURY

PRÉSIDENT	M. Souleymane	MBOUP	: Professeur
MEMBRES	M ^{me} . Aïssatou Gaye	DIALLO	: Professeur
	M. Dominique	ROUX	: Maître de Conférences des Universités
	M. Malick	SEMBENE	: Maître de Conférences Agrégé
	M. Boubacar	DIALLO	: Maître de Conférences Agrégé
DIRECTEURS DE THÈSE :	M. Dominique	ROUX	: Maître de Conférences des Universités Clermont Ferrand (FRANCE)
	M. Souleymane	MBOUP	: Professeur

Adresse de l'auteur : TOURE Babacar
Département d'Odontologie / Université Cheikh Anta Diop
B.P. : 12465 Colobane Dakar / SENEGAL - Email : btoure99@yahoo.fr