

UNIVERSITE DE STRASBOURG
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2024

N° 34

THESE

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Le 13 juin 2024

par

FRUHAUF Axel

Né le 10 février 1998 à STRASBOURG

**CONFORMITÉ DE LA STÉRILISATION DES PORTE-INSTRUMENTS
DYNAMIQUES PAR RAPPORT À LEUR SÉCHAGE SELON DIFFÉRENTES
CONDITIONS**

Président : Professeur OFFNER Damien

Assesseurs : Docteur FIORETTI Florence

Docteur FERNANDEZ DE GRADO Gabriel

Docteur PEGE Prescilla



**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE ROBERT FRANK
DE L'UNIVERSITE DE STRASBOURG**

Doyen : **Professeur Florent MEYER**

Doyens honoraires : Professeurs Youssef HAIKEL, Corinne TADDEI-GROSS

Professeur émérite : Professeur Anne-Marie MUSSET

Responsable des services administratifs : Madame Marie-Renée MASSON

Professeur des Universités (PR) :

Vincent BALL Ingénierie chimique, énergétique, génie des
procédés

Professeurs des universités – Praticiens Hospitaliers (PU-PH) :

Agnès BLOCH ZUPAN	Sciences biologiques
François CLAUSS	Odontologie pédiatrique
Jean-Luc DAVIDEAU	Parodontologie
Youssef HAIKEL	Odontologie conservatrice – endodontie
Olivier HUCK	Parodontologie
Sophie JUNG	Sciences biologiques
Davide MANCINO	Odontologie conservatrice – endodontie
Florent MEYER	Sciences biologiques
Maryline MINOUX	Odontologie conservatrice – endodontie
Damien OFFNER	Santé publique
Corinne TADDEI-GROSS	Prothèses

Maître de conférences (MCF) :

Youri ARNTZ Biophysique moléculaire

Professeurs des universités – Praticiens Hospitaliers (PU-PH) :

Sophie BAHI-GROSS Chirurgie orale

Yves BOLENDER Orthopédie dento-faciale

Olivier ETIENNE Prothèse

Gabriel FERNANDEZ DE GRADO Santé publique

Florence FIORETTI Odontologie conservatrice

Catherine-Isabelle GROS Sciences anatomiques, physiologie, imagerie

Catherine PETIT Parodontologie

François REITZER Odontologie conservatrice – endodontie

Martine SOELL Parodontologie

Marion STRUB Odontologie pédiatrique

Xavier VAN BELLINGHEN Sciences anatomiques, physiologie, imagerie

Delphine WAGNER Orthopédie dento-faciale

Etienne WALTMANN Prothèses

Claire WILLMAN Prothèses

REMERCIEMENTS :

À Monsieur le Professeur Damien OFFNER

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Faculté de Chirurgie Dentaire, Université de Strasbourg
Hôpitaux Universitaires de Strasbourg

Merci d'avoir accepté d'être mon directeur de thèse et de m'avoir aidé et soutenu pour la réaliser.

Merci pour cet accompagnement que tu as pu m'offrir depuis mon année de P2, à tous ces cours d'hygiène auxquels j'ai évidemment participé de manière très attentive.

J'ai cependant préféré les moments où nous allions boire une bière pour discuter de la Fac, du métier de Dentiste ou tout simplement de nos vies.

Je suis fier de pouvoir clôturer mes années d'études avec toi comme directeur de thèse, nous allons maintenant pouvoir discuter entre Docteur.

Merci Damien.

À Madame le Docteur Florence FIORETTI

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier
Faculté de Chirurgie Dentaire, Université de Strasbourg
Hôpitaux Universitaires de Strasbourg

*Merci de m'avoir fait l'honneur de participer à ce jury de thèse, dont vous
ne faisiez pas partie initialement.*

*Merci d'avoir pris le temps de m'écouter et de vous être intéressée à
mon sujet malgré le fait que vous étiez déjà bien occupée par d'autres
thèses.*

*Je garde un très bon souvenir de mes débuts d'études à vos côtés lors
des premiers TP d'Odontologie Conservatrice, vous avez su nous
encadrer avec beaucoup de bienveillance et de gentillesse et je vous en
remercie.*

Veillez trouver ici l'expression de ma sincère gratitude.

À Monsieur le Docteur Gabriel FERNANDEZ DE GRADO

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier
Faculté de Chirurgie Dentaire, Université de Strasbourg
Hôpitaux Universitaires de Strasbourg

*Merci de m'avoir fait l'honneur de participer à ce jury de thèse.
Merci pour votre encadrement lors de mes vacations de CASU qui
pouvaient être tantôt très calmes ou très agitées.
Vous avez su nous enseigner les bons réflexes à adopter dans la prise
en charge d'un patient lors d'une urgence et je vous en remercie.
Veuillez trouver ici l'expression de ma sincère gratitude.*

À Madame le Docteur Prescilla PEGE

Cheffe de Clinique des Universités – Assistante Hospitalier
Faculté de Chirurgie Dentaire, Université de Strasbourg
Hôpitaux Universitaires de Strasbourg

*Merci de m'avoir fait l'honneur de participer à ce jury de thèse.
Nous n'avons partagé qu'une seule année ensemble en clinique lors de
ma D3 mais j'en garde un très bon souvenir.
Vous avez su nous enseigner les bons gestes à adopter et nous corriger
quand il le fallait tout en restant bienveillante.*

*Je vous ai cependant souvent rencontré lors de nos soirées étudiantes
où vous avez toujours participé avec beaucoup de ferveur et de bonne
humeur.*

*Une bonne entente entre le corps enseignant et les étudiants est
souvent le plus important et je vous en remercie.
Nous serons sûrement amenés à nous recroiser lors de formation ou
autres festivités, et j'en suis ravi.*

Veillez trouvez ici l'expression de ma sincère sympathie.

À mon frère, Loïc

*Voilà maintenant 26 ans que nous partageons nos vies, tu m'as vu grandir et évoluer d'année en année jusqu'à aujourd'hui le jour où je deviens Docteur. De nos débuts lors de ces heures innombrables à jouer ensemble à la Game Cube ou la Xbox, de tous ces jeux de société auxquels j'ai toujours été plus fort que toi, en passant par nos premières soirées du lycée à la maison réunissant nos groupes d'amis respectifs et une grande quantité d'alcool, pour enfin arriver à ces moments de partage entre deux adultes qui ont tous les deux trouvés leur voie. Je suis également très fier de ton parcours qui a certes été semé d'embûches, mais tu as réussi après de nombreux essais à enfin trouver une voie qui te plait et dans laquelle tu t'épanouis. Je ne te l'ai jamais dit en face mais je suis navré pour le décès de Couscous 2 qui restera un traumatisme gravé à jamais, tu m'en vois désolé. Il ne nous reste donc qu'à continuer à passer de bons moments ensemble, que ce soit à deux ou entourés de nos amis ou de notre petite famille.
Merci l'Artiste.*

À ma Maman,

Il y a désormais un Docteur dans la famille, tu m'as toujours soutenu depuis le jour où j'ai voulu être Chirurgien-Dentiste vers mes 12 ans et tu as toujours beaucoup cru en moi. Je sais que j'ai toujours pu compter sur toi et je n'en ai jamais douté. Tu n'as cessé de me dire que tu étais très fière de moi et de mon parcours, que je n'ai jamais baissé les bras même dans les moments où c'était plus compliqué. Merci pour ton amour inconditionnel depuis tout ce temps, nous avons désormais une jolie petite famille avec laquelle nous allons encore passer de nombreux bons moments.

À Jean-Mi,

Tu as intégré notre famille depuis maintenant 1 an et tu as su redonner de la couleur dans la vie de notre Maman et je t'en remercie. Nous avons déjà passé beaucoup de bons moments ensemble et cela ne fait que commencer.

À la famille et aux amis de la famille,

Qui nous accompagne encore actuellement, merci pour votre bienveillance et votre soutien sans faille malgré les années, je garde en souvenir de très bons moments passés lors des anniversaires ou fêtes en tout genre, en espérant que cela continue encore longtemps.

À Nathan et Auguste,

Mes deux acolytes depuis maintenant bien longtemps, merci pour tous ces très bons moments passés ensemble que ce soit dès la Maternelle avec toi Nathan et ta couverture ou à partir du collège avec toi Auguste. Merci au Buffet à volonté Chinois de la Meinau qui a fait naître notre trio, Oscar en serait très fier de nous voir toujours ensemble.

Malgré le fait que nous n'avons pas suivi le même parcours, en vivant dans des villes différentes et parfois des continents différents notre amitié ne s'est jamais détériorée, au contraire elle est désormais plus forte que jamais.

À mes amis d'enfances,

Que j'ai pu garder encore à mes côtés, certains depuis la maternelle et d'autres depuis le lycée, merci d'être toujours à mes côtés. Malgré le fait que nos chemins de vie et de carrière nous font parfois ne pas nous voir pendant plusieurs mois voire années, je sais que notre amitié n'en est pas moins affectée et qu'elle restera toujours chère à mes yeux.

À mes amis et anciens colocataires de la Clodoc' Ludo, Théo et Margaux,

Merci de m'avoir intégré à votre petit foyer dont je faisais finalement quasiment déjà partie, pour tous ces moments de joie et de rire ensemble. A ce nombre incalculable d'amis qui sont venus nous rendre visite et ont laissé la trace de leur passage sur nos murs. Nous avons fait de cet endroit un lieu incontournable de nos soirées étudiantes, de jour comme de nuit, à tous ces Anniversaires, Apéros de Pâques, Nouvel An, Halloween, Post-partiel, et parfois même de réunion bien entendu entourés de bières.

Je garderai à jamais en mémoire tous ces bons moments que nous avons passés dans cet appartement, comme les pires entourés de confettis...

À tous mes amis de l'Alcolonie,

Après avoir passée nos cinq années d'études en TP puis en Clinique, à faire la fête, à partir en vacances, en passant par tous ces Colocathons et ces nombreuses réunions aux Glacières, nous nous sommes finalement petit à petit rencontrés et apprivoisés pour au final former ce grand groupe d'amis avec lequel nous partageons tellement de choses, que ce soit pour faire la fête lors des fêtes de Bayonne, pour descendre des rivières lors de session Canyoning, pour grimper des Montagnes, ou pour tout simplement discuter et partager de bons moments tous ensemble. Je n'en reviens toujours pas d'avoir trouvé autant de personnes avec qui je partage cet esprit d'aventures, de complicité et de débauche. J'ai eu la chance de pouvoir tomber dans la même promo que vous, comme quoi redoubler la Paces n'était pas une si mauvaise chose.

À tous mes amis,

Que j'ai pu rencontrer dès la Paces, durant mes années d'études ou bien même lors d'évènements comme le Crit ou le GOD, merci pour tous ces moments partagés ensemble, j'ai le sentiment d'avoir pleinement profité de mes années d'études et ce essentiellement grâce à vous.

Au Docteur Marie BLAISON,

Merci de m'avoir partagé ton expérience lors de mon stage actif de 6^e année, tu m'as tout de suite fait confiance et confié des patients, tout en m'encadrant et en me corrigeant avec beaucoup de bienveillance. J'ai pu débiter ma carrière de chirurgien-dentiste en sortant de la Fac avec plus de confiance et d'aisance et ce grâce à toi.

Et enfin, à ma très chère amie Johanna,

Que dire la Jo ou ma Brigitte, une personne avec qui je peux faire la fête, partir à l'aventure mais également me confier et discuter de choses très profondes, tu as toujours été là pour m'écouter et je serai également toujours là pour toi. Tu m'as passé le flambeau pour intégrer la Clodoc', et je repense à tous ces bons moments que nous avons passés ensemble, que ce soit en date tous les deux ou même en face du Mont Blanc, et je n'ai aucun doute quant au fait que nous partagerons nos vies jusqu'au bout. Maintenant il ne nous reste plus qu'à continuer à passer de bons moments ensemble et....

« Imagine je passe ma thèse avant toi... »

UNIVERSITE DE STRASBOURG
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2024

N° 34

THESE

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Le 13 juin 2024

par

FRUHAUF Axel

Né le 10 février 1998 à STRASBOURG

**CONFORMITÉ DE LA STÉRILISATION DES PORTE-INSTRUMENTS
DYNAMIQUES PAR RAPPORT À LEUR SÉCHAGE SELON DIFFÉRENTES
CONDITIONS**

Président : Professeur OFFNER Damien

Assesseurs : Docteur FIORETTI Florence

Docteur FERNANDEZ DE GRADO Gabriel

Docteur PEGE Prescilla

TABLE DES MATIÈRES :

TABLE DES MATIÈRES :	13
LISTE DES FIGURES :	14
LISTE DES TABLEAUX :	14
LISTE DES ABRÉVIATIONS :	14
INTRODUCTION :	15
I/ Les Porte-instruments dynamiques	16
1) Historique	16
2). Architecture :	18
II/ Contamination de l'unit :	20
1) Contamination externe	22
1.1. Groupe 1 :	24
1.2. Groupe 2 :	24
2) Contamination interne	26
2.1. Aspiration :	27
2.2. Circuit d'eau :	29
2.3. Rétrocontamination :	32
III/ Traitement des porte-instruments dynamiques :	33
1) Traitement	34
2) PIDTests :	39
IV/ Étude :	41
V/ Conclusion	52
VI/ Bibliographie	53

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 : Tour dentaire à pédale (1).....	16
Figure 2 : Porte-instruments dynamiques(4).....	18
Figure 3 : Porte-instrument dynamique démonté (5)	18
Figure 4 : Architecture externe de la tête du PID (8)	19
Figure 5 : Les différents modes de contamination au sein du cabinet dentaire (10).....	20
Figure 6 : Circulation de l'eau d'un réservoir dans l'unit dentaire (11)	21
Figure 7 : Spray de refroidissement air-eau (15).....	23
Figure 8 : formation de biofilm sur la paroi interne de la conduite d'eau (6)	28
Figure 9 : Vue au microscopique d'une coupe de tubulure d'eau d'unit dentaire avec mise en évidence d'un biofilm (3).....	30
Figure 10 : Formation d'un biofilm (34).....	31
Figure 11 : PID démonté avec salissures internes et externes (39)	34
Figure 12 : Laveur-désinfecteur Teon+	36
Figure 13 : cycle du traitement complet des PIDs (47).....	38
Figure 14: PIDTest et sa représentation schématique	39

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1: Classification de Spaulding	17
--	----

LISTE DES ABRÉVIATIONS :

PID : Porte-instrument dynamique
MAB : Mycobacterium abscessus
ADA : American Dental Association
INVS : Institut national de veille sanitaire
ARS : Agence régional de santé
HUS : Hôpitaux universitaire de Strasbourg

INTRODUCTION :

Le cabinet dentaire constitue un environnement où la concentration de divers micro-organismes est significative, provenant à la fois de l'extérieur, des patients eux-mêmes ou bien du système d'eau de l'unité dentaire. Le chirurgien-dentiste utilise quotidiennement une gamme d'instruments dentaires, contribuant ainsi à la dispersion de ces micro-organismes dans la zone de traitement. Ces instruments entrent fréquemment en contact direct avec la cavité buccale du patient, un environnement septique propice à la prolifération des bactéries et des virus en raison de ses conditions favorables telles que la chaleur et l'humidité.

Le cabinet dentaire devient ainsi un lieu de contamination croisée entre le patient, le praticien et son équipe. Les micro-organismes se déplacent à travers le système d'air et d'eau mais peuvent également être présents en suspension dans l'air sous forme de microparticules ou simplement présents sur le mobilier ou le personnel soignant. Pendant leur formation, les chirurgiens-dentistes acquièrent des habitudes et des réflexes essentiels en matière d'hygiène et de stérilisation pour réduire au maximum les risques de transmission. Ces protocoles d'hygiène au sein du cabinet doivent être scrupuleusement maintenus tout au long de la pratique du praticien.

La vigilance constante du chirurgien-dentiste et de son équipe est primordiale pour maîtriser le risque de transmission de micro-organismes, garantissant ainsi la sécurité du patient. Actuellement, la stérilisation à la vapeur d'eau est largement adoptée par la majorité des chirurgiens-dentistes à travers le monde comme méthode la plus efficace pour éliminer les micro-organismes présents sur les instruments dentaires.

Il est communément reconnu que la vapeur d'eau doit se répandre sur des instruments propres et secs pour être pleinement efficace lors du processus de stérilisation. Malgré le strict respect des protocoles de lavage et de stérilisation, une étude récente a révélé la persistance d'eau à l'intérieur des instruments dentaires après le nettoyage dans un laveur-désinfecteur (1). Cela souligne l'importance d'une étude approfondie sur la qualité de la siccité des instruments après le cycle de stérilisation, garantissant ainsi des conditions optimales pour une stérilisation efficace et sécurisée.

I/ Les Porte-instruments dynamiques

1) Historique

Dans les premiers temps de la dentisterie, les instruments dentaires rotatifs étaient utilisés avec des fraises dentaires que l'on faisait fonctionner grâce à l'action mécanique du pied sur une manivelle qui permettait d'actionner et de faire tourner la fraise. (Figure 1)

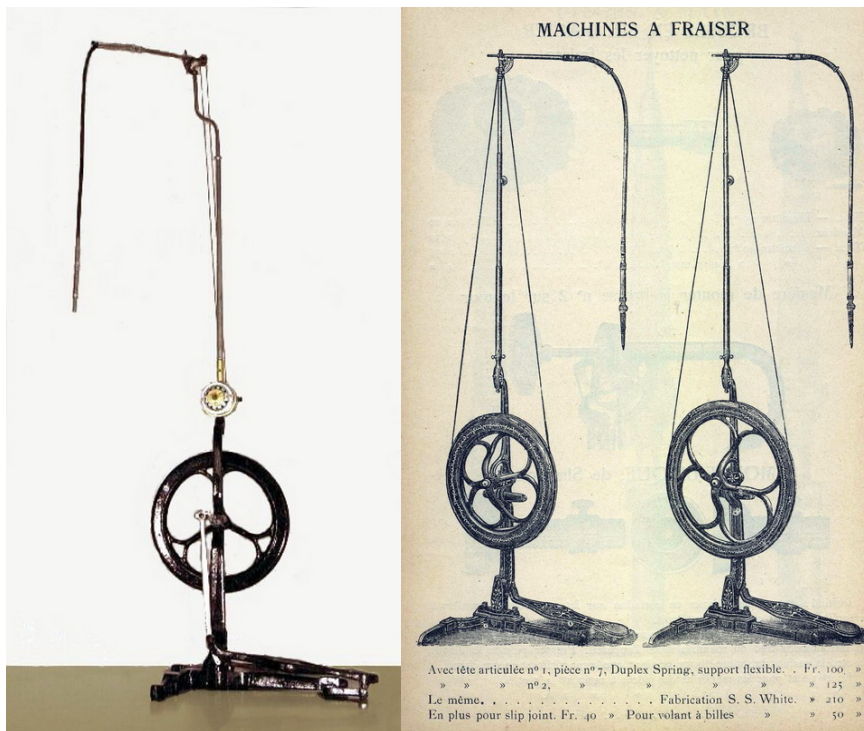


Figure 1 : Tour dentaire à pédale (1)

Mais de nos jours ces fraises sont insérées dans des porte-instruments dynamiques (PID) (Figure 2) et sont mises en mouvement à l'aide de moteurs électriques suite à la pression ou à l'excursion latérale du pied sur une pédale.(2)

Les portes-instruments dynamiques ou PIDs sont des dispositifs médicaux semi-critiques selon la classification de Spaulding et doivent donc suivre un protocole strict de stérilisation entre chaque utilisation.(3) (Table 1)

Ils font partie des instruments les plus utilisés par le chirurgien-dentiste pour réaliser des soins, des procédures pouvant être invasives ou non : une organisation minutieuse doit donc être mise en place afin de permettre un accès constant à des instruments stériles et fonctionnels.

Tableau 1: Classification de Spaulding

<u>Classification :</u>	<u>Définition :</u>	<u>Traitement requis :</u>
<i>Critique :</i>	Matériel qui pénètre des tissus stériles, y compris le système vasculaire.	Nettoyage suivi d'une stérilisation
<i>Semi-critique :</i>	Matériel qui entre en contact avec de la peau non intacte ou des muqueuses mais sans les pénétrer.	Nettoyage suivi d'une désinfection complète Stérilisation recommandée
<i>Non-critique :</i>	Matériel qui ne touche que la peau intacte et aucune muqueuse.	Nettoyage suivi d'une désinfection partielle

Lors de leur utilisation il est nécessaire qu'ils puissent atteindre des vitesses suffisamment élevées pour permettre aux fraises de travailler les tissus dentaires comme l'émail ou la dentine sans pour autant créer une surchauffe au point de travail pouvant engendrer dans ce cas-là une atteinte des tissus jusqu'à la nécrose.



Figure 2 : Porte-instruments dynamiques(4)

2). Architecture :

Ils présentent une architecture interne complexe composée d'engrenages, de fines tubulures ou encore parfois de fibre optique, tous organisés dans un espace très restreint créant ainsi des interstices et des surfaces difficiles d'accès notamment pour le nettoyage.

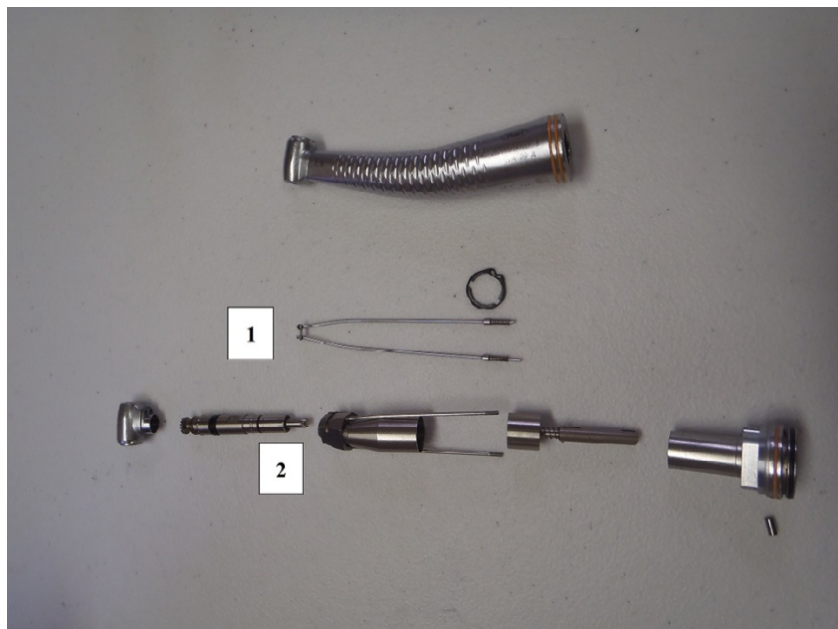


Figure 3 : Porte-instrument dynamique démonté (5)

1 : Conduites d'air et d'eau

2 : Engrenage interne

Il s'agit là notamment d'un réseau permettant d'acheminer un système d'air et d'eau jusqu'à la fraise et la zone de travail pour diminuer les phénomènes de surchauffe et ainsi permettre une utilisation moins iatrogène et plus durable des instruments.(6) Mais l'accès aux pièces internes des PIDs est une tâche difficile sans formation spécialisée et sans outils appropriés : ces instruments ne sont pas conçus pour être démontés du fait des petits éléments qui les composent les rendant très fragiles au démontage. (Figures 3 et 4) En effet, il serait courant de perdre de petits éléments ou de briser certaines pièces internes du PID, empêchant ainsi leur réutilisation.(7)



Figure 4 : Architecture externe de la tête du PID (8)

Les PIDs peuvent se contaminer lors des soins (voir partie II.2.3), et puisqu'ils sont reliés aux tubulures de l'unit dentaire qui permettent d'acheminer l'air et l'eau vers la tête du PID et la zone de travail, ils peuvent ainsi participer à la contamination de l'unit.

II/ Contamination de l'unit :

Durant l'exercice de leur métier, les chirurgiens-dentistes sont couramment exposés à des risques d'infections en raison de la courte distance qui les sépare de leurs patients, eux-mêmes pouvant transmettre des micro-organismes en éternuant, en toussant ou simplement en parlant.

Le cabinet dentaire est ainsi une zone à risque de contamination croisée importante et cela à différentes échelles pour le patient ou pour l'équipe soignante.(9) (Figure 5)



Figure 5 : Les différents modes de contamination au sein du cabinet dentaire (10)

Les agents peuvent être exposés à différents types de micro-organismes pathogènes qui peuvent infecter la cavité buccale ou encore les voies respiratoires, pouvant être transportés dans l'eau utilisée durant le soin puis transformés en aérosols lors des procédures en bouche. Des gestes de précaution ou de désinfection ainsi que le port d'une tenue et d'un équipement appropriés par les membres de l'équipe soignante sont donc nécessaires pour éviter tout risque de transmission de micro-organismes.

Même si l'art dentaire est une pratique ancestrale, ce n'est qu'à partir du XXe siècle que l'on parle d'«unité dentaire » ou « unit dentaire » comme l'équipement principal du cabinet dentaire. Il s'agit d'un assemblage de matériel dentaire et d'instruments connectés les uns aux autres et formant ainsi un système fonctionnel utilisable dans le traitement dentaire.(3) Pour réaliser correctement les soins nécessaires au patient, le chirurgien-dentiste a besoin de divers services essentiels comme un apport en énergie électrique, un système d'aspiration et un approvisionnement en air et en eau. Durant leur utilisation les PIDs ainsi que les détartreurs à ultrasons génèrent une chaleur importante lorsqu'ils entrent en contact avec le tissu dentaire ce qui peut fortement l'endommager ainsi que l'instrument en lui-même. Pour pallier ce problème et éviter une surchauffe de l'instrument, il existe un système de refroidissement par de l'eau, provenant d'un réservoir directement relié à l'unit dentaire ou bien par le réseau municipal d'eau. (Figure 6)



Figure 6 : Circulation de l'eau d'un réservoir dans l'unit dentaire (11)

Depuis les années 1960, il a été découvert la présence de micro-organismes à l'intérieur de l'eau des unités à des concentrations assez importantes faisant preuve de la contamination de cette eau par des bactéries, champignons ou virus.(6) Les différentes fonctions de l'unité ainsi que les divers éléments qui peuvent s'y connecter constituent autant de voies de contaminations de l'unité que le chirurgien-dentiste devra connaître et savoir gérer afin de préserver la sécurité des soins pour le patient.(3)

Dans l'Union Européenne à l'heure actuelle il n'existe aucune directive concernant la gestion de la qualité microbiologique de l'eau des unités dentaires, cependant dans certains pays la norme sur l'eau potable, ou encore les normes américaines, sont utilisées comme référence.

1) Contamination externe

En chirurgie dentaire, il y a un risque conséquent de contamination externe dite aéroportée notamment due aux caractéristiques physiques et fonctionnelles de l'équipement dentaire utilisé par le praticien. Cette contamination aéroportée provient en majeure partie de l'utilisation d'un spray de refroidissement à air et eau directement inclus dans les PIDs et permettant ainsi de refroidir la fraise ou tout type d'embout utilisé par le praticien lors de l'intervention.(12) Cette contamination externe s'effectue par projections, vaporisations ou nébulisations tout autour de la zone de soins et dans toutes les directions possibles jusqu'à 1.50m autour de la source.(13) En effet un nuage d'aérosol composé de particules et de fluides est souvent clairement visible lors de l'utilisation d'instruments rotatifs, de détartreurs à ultrasons, d'aéropolisateurs (Figure 7). Le détartreur à ultrasons produirait la plus grande quantité d'aérosols contaminés.(14)



Figure 7 : Spray de refroidissement air-eau (15)

Pendant la plus grande partie du siècle dernier, les chirurgiens-dentistes n'utilisaient aucune protection pour les yeux, le nez ou encore la bouche, mais un regard sur la prévalence des maladies infectieuses a marqué la nécessité d'instaurer des méthodes de protections et des principes de contrôle des infections.(16)

Pour remédier à cela les organismes de santé ont mis en place des lignes directrices pour prévenir ou réduire les risques de transmission de micro-organismes qui menacent la santé de l'équipe soignante. Parmi celles-ci on va retrouver l'utilisation de protections individuelles comme des lunettes et le port d'un masque de protection. A cela peut être combiné également le rinçage de la cavité buccale du patient par une solution à base de Chlorhexidine avant une intervention dentaire, l'utilisation de systèmes d'aspiration de haute performance lors de la production d'aérosols et d'une manière globale l'utilisation d'une bonne ventilation au sein du cabinet dentaire.

Les aérosols sont définis comme des suspensions de liquide ou de solide dans l'air. Lorsqu'un aérosol est créé avec un liquide, une large gamme de tailles de gouttelettes est produite entraînant ainsi une contamination externe et que l'on peut scinder en deux groupes :

1.1. Groupe 1 : projections sous la forme de suspension atmosphérique de particules liquides ou bien solides et qui en moyenne ont un diamètre supérieur à $5\mu\text{m}$.(17) Celles-ci sont trop volumineuses pour être inhalées par les individus présents autour de la zone de production mais elles peuvent contaminer les yeux, les cheveux, les vêtements ou encore la peau. Elles tombent alors rapidement au sol sous forme d'éclaboussures et se comportent de manière balistique, elles sont expulsées comme des balles selon une trajectoire initialement assez droite qui, dans un deuxième temps, devient courbe.(18) Cependant, si la gouttelette commence à s'évaporer, sa taille devient de plus en plus petite et acquiert le potentiel de rester en vol plus longtemps. Par conséquent, les éclaboussures de gouttelettes peuvent être considérées comme une source potentielle d'infection dans un environnement dentaire, impliquées dans la transmission de diverses maladies comme l'herpès.(18)

1.2. Groupe 2 : à l'inverse les particules d'aérosols ayant un diamètre inférieur à $5\mu\text{m}$ (appelées *droplet nuclei*) peuvent rester en suspension dans l'air pendant une longue période pouvant aller jusqu'à 30min post-opératoire.(12) Elles pourraient atteindre une distance allant jusqu'à plus d'un mètre autour de la zone de soins, leur propagation facilitée par les courants d'air à l'intérieur de la pièce. Elles ont un plus grand potentiel de transmission des infections car elles peuvent pénétrer et s'installer dans les petits interstices des tissus pulmonaires humains.(18) Elles représentent donc une plus grande menace d'infection aéroportée en dentisterie en raison de leur capacité à rester en suspension dans l'air et de leur potentiel de pénétration dans les voies respiratoires.

Mais selon certaines études les distances atteintes par les aérosols dentaires sont fortement sous-estimées.(12) Elles sont donc des vecteurs d'agents infectieux avec un potentiel de contamination important pouvant atteindre le personnel soignant comprenant le praticien et l'assistante, ainsi que le patient mais également toutes les surfaces exposées de l'unité dentaire et de l'environnement opératoire.(19)

La composition de ces particules d'aérosols est faite d'espèces microbiennes qui peuvent être issues de la flore buccale non pathogène mais également de bactéries pathogènes comme *Legionella pneumophila* ou de virus en tout genre.(12,20)

Récemment le problème de cette contamination aéroportée s'est fortement accentué dans l'environnement du cabinet dentaire depuis l'apparition de l'épidémie du Coronavirus. Le génome du virus de la COVID-19, le SARS-CoV-2, a été détecté dans la salive de la majorité des patients atteints de cette maladie, indiquant une infection potentielle des glandes salivaires et ce même chez des patients asymptomatiques. La présence du virus dans la salive signifie que même les procédures dentaires ne produisant pas d'aérosol peuvent être une source d'infection. (21) Le SARS-CoV-2, pouvant survivre dans les particules d'aérosols jusqu'à 3h, entraînerait un risque important de contamination.(22). Ce virus pourrait également se propager lorsque les patients touchent une surface contaminée par des gouttelettes infectées dans la salle de soin puis se touchent le nez, la bouche ou les yeux. Dans les cabinets dentaires, toute surface peut être contaminée par des virus suite à un contact avec des fluides corporels infectieux ou par sédimentation de particules virales en suspension dans l'air. Plusieurs facteurs peuvent influencer la survie d'un virus dans l'air notamment la taille des particules. La nature et la composition des aérosols vont influencer sa stabilité dans l'air. La température et l'humidité relative sont les deux facteurs les plus importants, qui agissent souvent en combinaison, pour déterminer la durée de survie d'un virus dans l'air.(18) Une température relativement élevée ainsi qu'une humidité importante que l'on retrouve dans la cavité buccale sont des facteurs propices à la survie des virus.

Pendant longtemps ce risque d'infection croisée par aérosols et éclaboussures a été considéré comme l'une des principales préoccupations des cabinets dentaires. Hélas peu de données sont disponibles sur la répartition topographique de la contamination induite par les dispositifs générateurs d'aérosols. Il a notamment été observé que la taille d'une particule est fonction de la taille du pathogène qu'elle transporte. En effet les particules d'aérosols transportant des bactéries sont beaucoup plus grosses que les particules d'aérosols transportant des particules virales.(12)

2) Contamination interne

Les conduites d'eau des unités dentaires sont des zones pouvant être fortement contaminées par un nombre important de micro-organismes pouvant provenir de l'eau du réseau acheminée vers l'unité dentaire, de la contamination des systèmes d'eau en réservoirs ou encore par le phénomène de rétrocontamination. Certaines études y ont révélé la présence de différentes espèces de bactéries comme par exemple *Porphyromonas gingivalis*, une des bactéries impliquées dans la formation de la plaque bactérienne.(23)

Cette présence de micro-organismes à l'intérieur du système peut être à l'origine d'infections croisées en milieu dentaire, et peut menacer la santé du personnel de l'équipe dentaire et des patients si l'eau n'est pas contrôlée de manière appropriée. Il est toutefois possible d'empêcher que cela se produise en mettant en œuvre des interventions combinées pour prévenir la contamination de l'unité. Ces contaminations peuvent aller jusqu'à des issues graves :

- en Italie durant l'année 2012, une patiente de 81 ans est décédée des suites d'une légionellose après une contamination des circuits internes d'eau d'une unité dentaire.(3,24) Celle-ci a été admise en soins intensifs avec une détresse respiratoire peu de temps après s'être rendue à deux rendez-vous dans un cabinet dentaire. Les échantillons prélevés sur le robinet du cabinet dentaire ont révélé la présence de la bactérie *L.pneumophila*.
- durant l'été 2016 en Californie, 3 patients ont été atteints d'une combinaison de cellulite faciale et abcès dentaire résistants aux antibiotiques standards. Une recherche épidémiologique a mis en lumière une infection au *Mycobacterium abscessus* (MAB) pour ces 3 patients suite à leur venue pour des soins courants dans cette clinique, mettant donc en cause la présence de cette bactérie dans les circuits d'eau des unités de la clinique due à un mauvais entretien ou à une contamination du circuit d'eau interne.(25)

- en 2012, un homme âgé et en état d'immunodépression est décédé d'une légionellose dans un hôpital d'Uppsala en Suède. Le patient s'était rendu dans un service dentaire auparavant dans lequel des échantillons de *Legionella spp* ont été isolés de la sortie d'eau pour le gobelet de rinçage. Les bactéries isolées du patient et de l'unité dentaire étaient de la famille des *Legionella pneumophila* séro-groupe 1. (26)

La contamination interne de l'unit dentaire peut donc provenir de son système d'aspiration, de l'eau qui y circule (eau du réseau ou réservoir indépendant), ou des PIDs par un phénomène de rétro-contamination.

2.1. Aspiration :

Les tubulures et le système d'aspiration de l'unit dentaire présentent des caractéristiques propices à la formation et au développement d'un biofilm bactérien notamment par leur faible espace de lumière canalaire. (Figure 8) Ces tubulures présentent un rapport surface/volume élevée. Le débit d'eau qui traverse les tubulures est de faible intensité et de type laminaire et par conséquent le flux à la surface de la lumière est quasiment stoppé, c'est un endroit où l'eau va stagner pendant un temps important en dehors des heures de travail.(17) Ce système d'aspiration est notamment traversé par les fluides biologiques présents dans la bouche comme la salive, du sang ou encore du pus en cas d'infection qui sont tous les trois des vecteurs de micro-organismes. En théorie ce système d'aspiration n'est censé qu'aspirer mais de nombreuses études démontrent que dans certaines conditions il existe pendant un court instant un phénomène de reflux du contenu du tuyau dans la cavité buccale. Notamment lorsque le patient ferme la bouche sur la canule d'aspiration, il crée une dépression dans sa cavité orale qui est supérieur à celle engendrée par la pompe à salive, à l'origine donc de ce phénomène de reflux.(3)



Figure 8 : formation de biofilm sur la paroi interne de la conduite d'eau (6)

Une utilisation intermittente du fauteuil et un entretien négligé sont des facteurs additionnels en faveur du potentiel développement d'un biofilm.(3)

Pour arrêter les effluents des bactéries des tubulures d'aspirations, des filtres situés à l'extrémité de ces tubulures ont été recommandés, mais ils s'encrassent souvent rapidement et peuvent devoir être changés quotidiennement ou le plus souvent possible.

Le praticien doit veiller au bon entretien et au maintien de l'efficacité des tuyaux d'aspiration ainsi qu'en informer le personnel assistant. L'aspiration des particules dès leur libération en bouche prévient en grande partie la diffusion dans l'atmosphère des aérosols et débris chargés d'agents contaminants, il s'agit là du principal moyen de prévention de l'aérobiocontamination.

2.2. Circuit d'eau :

Une grande proportion des unités dentaires sont reliées à l'eau du réseau bien que le fait de relier les unités à un réservoir d'eau indépendant pourrait faire penser à un meilleur contrôle de qualité microbiologique de l'eau d'entrée. Toutefois, cela ne permet pas de garantir une eau exempte de micro-organismes car cette contamination peut aussi avoir lieu au niveau des PIDs, par la rétrocontamination (voir 2.3). Le risque d'infections croisées en milieu dentaire peut être combattu en mettant en œuvre des systèmes appropriés dont l'efficacité a été prouvée. Certains organismes se sont déjà penchés sur la question, notamment l'American Dental Association (ADA) qui a appelé les chercheurs et les fabricants de produits dentaires à concevoir des équipements et des mesures pour réduire la contamination des conduites d'eau.(27)(28) Il a notamment été développé un système de traitement de l'eau qui purifie l'eau qui entre dans l'unité dentaire sans ajout de produit chimique, comprenant également un adoucisseur d'eau et des filtres à particules. (29) Afin de limiter la survenue d'infections liées à la contamination des unités dentaires, des désinfectants types Calbénium, Oxygénal ou encore Sterispray sont proposés par les fabricants des unités.(30)

Ces conditions environnementales à l'intérieur des conduits de l'unité dentaire facilitent donc la prolifération de micro-organismes ainsi que la formation consécutive de ce biofilm solide englué sur la surface interne des tuyaux. En effet, dans cette zone les bactéries peuvent se déplacer par écoulement de fluide, mouvement brownien, sédimentation et flagelles.(27) Le mouvement brownien est un mouvement désordonné de très petites particules dans les systèmes liquides ou gazeux.(31) Les bactéries sont donc soit en sédimentation le long de la paroi des canalicules soit en mouvement par le biais du fluide qui traverse la canalicule ou à l'aide de leur flagelle qui par leur mouvement permet la mobilité d'une cellule.(32)

La croissance de micro-colonies au sein de la matrice et la coagrégation d'autres bactéries augmentent la profondeur du biofilm, allant jusqu'à le rendre résistant aux traitements désinfectants, les couches superficielles protégeant les couches profondes. (Figure 9)

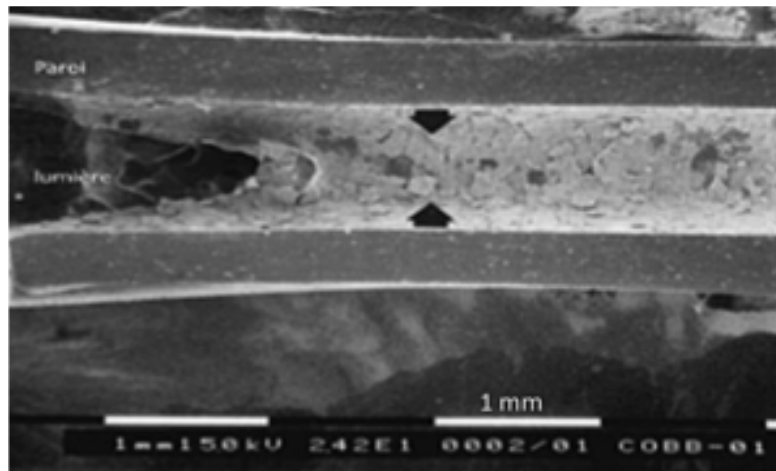


Figure 9 : Vue au microscopique d'une coupe de tubulure d'eau d'unit dentaire avec mise en évidence d'un biofilm (3)

La présence de bactéries à Gram négatif dans les conduites d'eau peut entraîner la production d'endotoxines dans l'eau et l'air du cabinet dentaire et peut être associée à des maladies chez des hôtes sensibles (par exemple, sujet atteint de mucoviscidose).(6)(33) D'autres bactéries à Gram négatif sont fréquemment rencontrées dans les tubulures, il s'agit des Légionelles. Ce micro-organisme se développe à des températures de 25 à 50°, notamment dans les eaux stagnantes et riches en sédiments, et provoque diverses manifestations cliniques, dont la forme de pneumonie communément appelée maladie du légionnaire. Dans la lumière interne des tubulures, le débit est minime et l'eau stagne lorsque les unités ne sont pas utilisées : au niveau de la paroi interne vont adhérer des micro-organismes planctoniques présents dans l'eau, et une fois sessiles ces micro-organismes vont changer de phénotype.(27)

Les conditions sont donc favorables à la formation de biofilms : leur formation dans les tubulures est un problème universel, il est en effet le principal réservoir de contamination continue des systèmes d'approvisionnement en eau. Ce sont des bactéries qui vont adhérer à la surface d'un substrat. Les micro-organismes du biofilm peuvent maintenir une synergie stable entre différentes espèces, orchestrant ainsi la dégradation de substrats complexes. (Figure 10)

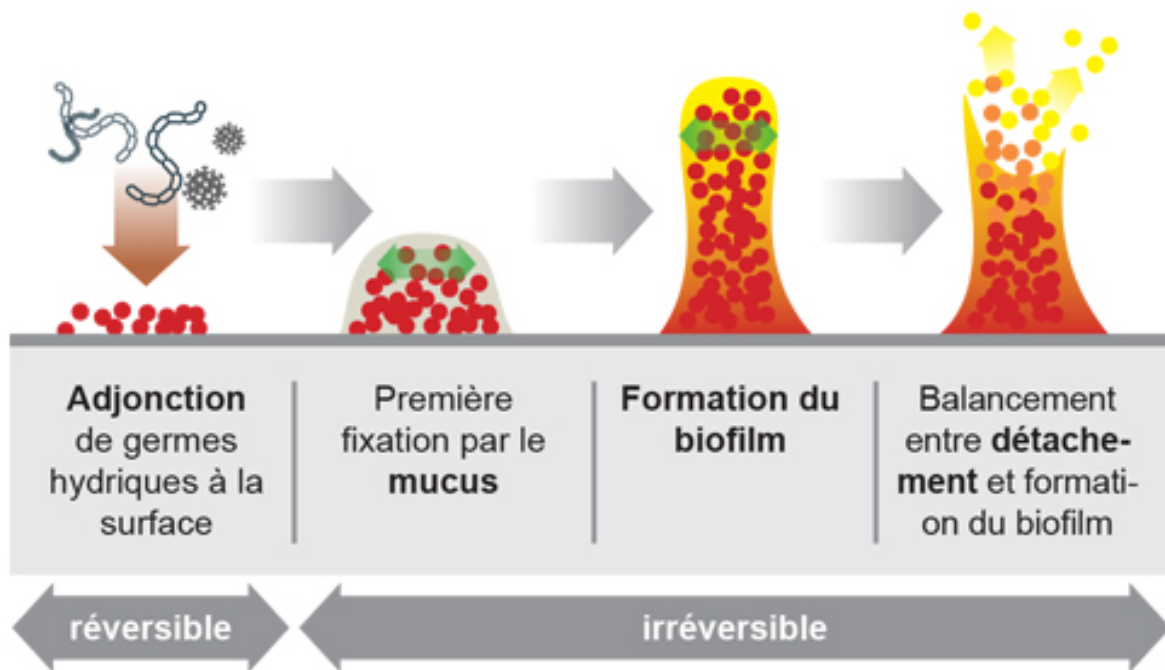


Figure 10 : Formation d'un biofilm (34)

Au sein d'un biofilm les micro-organismes peuvent se signaler, transférer des nutriments et échanger du matériel génétique. On pense notamment que ces signaux permettent des échanges croisés entre les espèces, les amenant à augmenter leur production d'exopolysaccharide et les facteurs qui augmentent leur virulence. Les micro-organismes contenus dans le biofilm présentent une résistance aux agents biocides de 2 à 3 ordres de grandeur supérieure à celles des cellules microbiennes non adhérentes. Les biofilms se forment à la suite d'un processus d'attachement microbien au substrat suivi d'une prolifération cellulaire et production de matrice, qui peuvent se terminer par un détachement. En effet, lors de l'utilisation quotidienne de l'unit dentaire, des portions de biofilms peuvent se détacher du substrat et être véhiculées vers le milieu extérieur par les pulvérisations des pièces à mains.(6) A noter que les micro-organismes présents dans un biofilm sont bien plus résistants à la désinfection que dans leur phase planctonique.

Il existe donc un risque réel qu'un grand nombre de micro-organismes pathogènes soient avalés, inhalés ou inoculés dans les plaies buccales lors d'un traitement dentaire, donnant potentiellement lieu à une colonisation ou une infection.

2.3. *Rétrocontamination :*

Lorsque le chirurgien-dentiste réalise un soin dentaire, la tête du PID travaille en bouche au plus près des dents, de la gencive ou des muqueuses en contact direct avec la salive ou d'autres fluides biologiques comme le sang ou du pus. La bouche est un milieu septique, chaud et humide où prolifèrent une multitude de bactéries dont certaines sont pathogènes. Lors de l'utilisation du PID il y a un phénomène de friction entre la fraise et le tissu dentaire complété par un système d'air et d'eau permettant d'éviter tout risque de surchauffe et de nécrose des tissus. Lorsque le PID s'arrête, le mécanisme de refroidissement s'arrête également et l'eau présente à l'extérieur ou au bout du canal dans le PID va revenir à l'intérieur du PID, entraînant avec elle tous les micro-organismes qu'elle a pu rencontrer dans la bouche. C'est un phénomène physique de « backflow », ou reflux. Il y a ainsi un mouvement de ces micro-organismes à l'intérieur du corps du PID, entraînant une contamination interne de celui-ci.(35) Cette rétro-contamination peut se répandre jusqu'au moteur qui met le PID en action, puis rejoindre les tubulures air-eau de l'unit dentaire et ainsi être à l'origine d'une contamination de l'intégralité des circuits d'eau de l'unit.(3) La tête du PID n'est pas isolée de son corps, ni de manière étanche à l'eau ou à l'air.(2) Le mouvement de l'eau et des micro-organismes peut donc se faire librement.

Cette rétro-contamination par le biais des PID est donc un facteur de contamination de l'unit, pouvant être à l'origine de la formation de biofilms puis d'un risque infectieux pour le patient et l'équipe soignante. Les PID sont donc eux aussi contaminés, extérieurement par les projections septiques, et intérieurement via ce phénomène. Sans traitement adéquat avant une réutilisation pour un autre patient, ils constituent un risque de transmission croisée.

III/ Traitement des porte-instruments dynamiques :

En 2009, l'Institut nationale de veille sanitaire (INVS) s'est penché sur la question de la transmission de virus par le biais d'instruments dentaires. Selon une modélisation mathématique, il semblerait que chaque année en France le mauvais traitement des PIDs pourrait être responsable de 200 contaminations par le virus de l'hépatite B, 2 par le virus de l'hépatite C et 1 par le VIH.(3)(Figure 11)

En 2008 une autre étude menée par l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé montrait que 50% de la population française craignait de contracter une maladie infectieuse chronique au cours de sa vie. (36)

Ce problème de traitement et de stérilisation des PIDs a encore récemment été retrouvé dans l'actualité. Au cours du mois d'octobre 2023, environ 5000 patients des centres hospitaliers des Hautes-Pyrénées sont vivement invités par l'ARS de leur région à réaliser un dépistage des hépatites B, C et du VIH. A l'origine de cette enquête, un défaut de stérilisation de matériel utilisé pour des soins dentaires depuis plus de 10 ans dans le passé. Selon les dires du praticien mis en cause, les PIDs qui devaient normalement suivre le protocole de stérilisation strict n'en sont pas allés jusqu'au bout par crainte du risque d'abîmer l'appareil d'après les recommandations du constructeur.(37)

Il est important de déterminer la contamination microbienne typique des PIDs utilisés avant les processus de nettoyage et de stérilisation afin de quantifier le défi biologique de la décontamination et de garantir une marge de sécurité suffisante.(7)

Dans les années 1990, notamment à la suite du cas très médiatisé de transmission du VIH dans un cabinet dentaire de Floride, l'attention a été attirée sur le potentiel d'infection croisée par les pièces à main dentaires (ou PIDs).(38) Avant cette importante couverture médiatique, un grand nombre de chirurgiens-dentistes désinfectaient uniquement leurs instruments superficiellement sans un passage obligatoire par la stérilisation.(38)

Autrefois, un problème majeur pour les services dentaires des hôpitaux et pour les cabinets libéraux était le nombre et le coût des instruments nécessaires pour répondre aux demandes d'un service très occupé si le nettoyage et la stérilisation, avec leur délai d'exécution plus longs, devaient être régulièrement pratiqués.



Figure 11 : PID démonté avec salissures internes et externes (39)

1) Traitement

Après leur utilisation en bouche, les PIDs présentent de nombreuses salissures externes et internes. Ils doivent suivre un protocole strict de nettoyage, désinfection et stérilisation. Concernant la pré-désinfection des PIDs, il n'est pas recommandé de les placer dans un bac de trempage contenant une solution désinfectante après leur utilisation comme pour les autres instruments en raison des risques de corrosion, mais également par la présence de bulles d'air dans les lumières internes qui réduiraient de fait l'activité du désinfectant sur toutes les surfaces internes.

Le traitement initial consiste en la purge des PID laissés en place pendant 20 à 30 secondes puis en leur déconnexion. Ceci permet d'évacuer dans un premier temps les éléments qui auraient pu directement entrer dans les circuits du PID via le *backflow*.

1.1 Si le temps le permet ils doivent être nettoyés/désinfectés extérieurement à l'aide d'une lingette détergente/désinfectante et ensuite placés dans un laveur-désinfecteur (ou un automate de traitement dédié) pour être traités.(Figure 12) Si cela n'est pas possible dans l'immédiat, il doivent être nettoyés/désinfectés extérieurement à l'aide d'une lingette détergente/désinfectante, puis emballés dans une lingette détergente/désinfectante et déposés dans une boîte fermée hermétiquement, le temps de pouvoir bénéficier du traitement pour éviter que les souillures présentes sur l'instrument ne sèchent et soient donc plus difficile à éliminer.(4)

1.2 Les surfaces externes des PIDs sont contaminées par des liquides buccaux et des fragments de tissus qui abritent tous des micro-organismes buccaux, lors de leur utilisation en bouche. Mais pour que la stérilisation des PIDs et de tout autre instrument soit complète et efficace et que la vapeur d'eau puisse atteindre l'intégralité des surfaces à stériliser, il faut d'abord que les instruments soient propres et secs. En effet de nombreuses recherches insistent sur ce point : il est essentiel que les PIDs aient pu bénéficier d'un nettoyage optimal afin de garantir l'efficacité de leur stérilisation. Pour ce qui est de la prise en charge, un thermolaveur n'assurera que les fonctions de nettoyage, voire de séchage, mais n'aura pas d'action désinfectante et ne permettra donc pas de se soustraire à l'étape de pré-désinfection en cas de traitement immédiat des instruments dès la fin du soin, sans manipulation supplémentaire, contrairement à un laveur-désinfecteur. Ce dernier assurera le nettoyage, la désinfection et le séchage grâce à des cycles spécifiques alliant une température élevée à un temps de traitement suffisant. Pour garantir ses performances, le laveur-désinfecteur doit respecter la norme NF EN ISO 15883 et être accompagné d'un contrat de maintenance. Si les étapes de rinçage et de séchage ne sont pas assurées par le traitement automatisé, elles devront impérativement être réalisées manuellement. Ainsi le traitement des PIDs est recommandé sans délai dans des automates assurant nettoyage externe et interne, tout en étant mis en rotation interne lors de leur traitement afin de fournir un nettoyage complet et efficace.

C'est actuellement à ce niveau que des difficultés sont encore rencontrées. Le nettoyage interne reste sujet à de nombreuses difficultés pour que celui-ci soit réalisé efficacement, notamment à cause de l'architecture interne complexe des PIDs et des dimensions très réduites des tubulures air-eau qu'ils présentent.(3) De plus il est difficile d'évaluer l'efficacité de notre nettoyage du PID, surtout le nettoyage interne, étant donné qu'ils sont pour la majeure partie d'entre eux « non démontables », ils sont fragiles et ne sont pas conçus pour être démontés de façon régulière autrement que de manière fastidieuse et minutieuse. La norme NF EN ISO 15883 relative aux exigences générales des performances des laveurs-désinfecteurs préconise une validation visuelle du bon nettoyage des instruments.(40) Si le PID contaminé ne suit pas une procédure adéquate de traitement, il peut alors devenir une source d'infection croisée. La norme NF EN ISO 15883 stipule qu'ils devraient subir une rotation interne pendant le cycle de nettoyage pour qu'ils soient correctement nettoyés sur toutes leurs surfaces internes. Un manque de rotation interne produirait un nettoyage incomplet car les liquides ne pourraient pas atteindre toutes les surfaces.(2)



Figure 12 : Laveur-désinfecteur Teon+

- 1.3 Un programme d'entretien quotidien qui suit les instructions du fabricant réduit également considérablement les dommages causés aux PIDs. Mais l'un des principaux défis concernant le nettoyage des PIDs est de mesurer et de prouver l'efficacité du nettoyage sur les surfaces internes et externes.(41). Le but du processus de nettoyage est d'assurer une surface exempte de débris de tissus pour permettre à la stérilisation d'être efficace. Si la surface n'est pas propre, la stérilisation ne sera pas efficace. La présence de débris tissulaires et de fluides corporels empêchera la vapeur d'accéder à la surface qui doit être stérilisée, et empêchera donc le transfert d'énergie de cette vapeur vers les micro-organismes pour les détruire.(42)
- 1.4 Dans les rare cas où la lubrification n'est pas réalisée automatiquement après le nettoyage dans l'appareil automatisé, il faudra la réaliser manuellement en injectant dans la conduite d'air au niveau du connecteur un court jet d'huile provenant d'un bidon sous pression. Il est généralement admis qu'il est nécessaire d'expulser l'excès de lubrifiant en faisant fonctionner la turbine pendant une courte période avant utilisation.(43) On pense que la lubrification avant le traitement en autoclave évite le colmatage et prolonge la durée de vie des PIDs. (44)
- 1.5 Avant la stérilisation les PIDs doivent être parfaitement secs pour être placés dans des conditionnements fermés grâce à la thermosoudeuse, on pourra alors utiliser une soufflette à air comprimé pour en dégager les dernières gouttelettes d'eau ou d'huile.
- 1.6 Les PIDs étant des dispositifs médicaux semi-critiques selon la classification de Spaulding, il est donc nécessaire de les stériliser entre chaque patient. La stérilisation peut être réalisée avec un ou plusieurs des éléments suivants : chaleur, produits chimiques, irradiation, haute pression et filtration. Dans le cas des instruments dentaire ce sera à la vapeur d'eau, sous vide, en utilisant un autoclave mis en service de manière appropriée et ses différents cycles validés indépendamment.(2)(45)

La vapeur d'eau ainsi produite (cycle à 134°C pendant 18 minutes) est hautement bactéricide et microbicide, elle détruit les micro-organismes par contact direct, entraînant la coagulation des structures cellulaires au point précis de condensation de l'eau de sa forme vapeur à sa forme liquide.(46)

1.7 L'efficacité de la stérilisation peut être évaluée avec un indicateur chimique ou bien biologique ; le détail de ces indicateurs est décrit dans la norme ISO 11140. (44) Suite à la vérification de la stérilisation des instruments, on va pouvoir y accoler un autocollant pour pouvoir les tracer avec la date de réalisation du cycle et la date limite d'utilisation. Ils pourront ensuite être stockés.

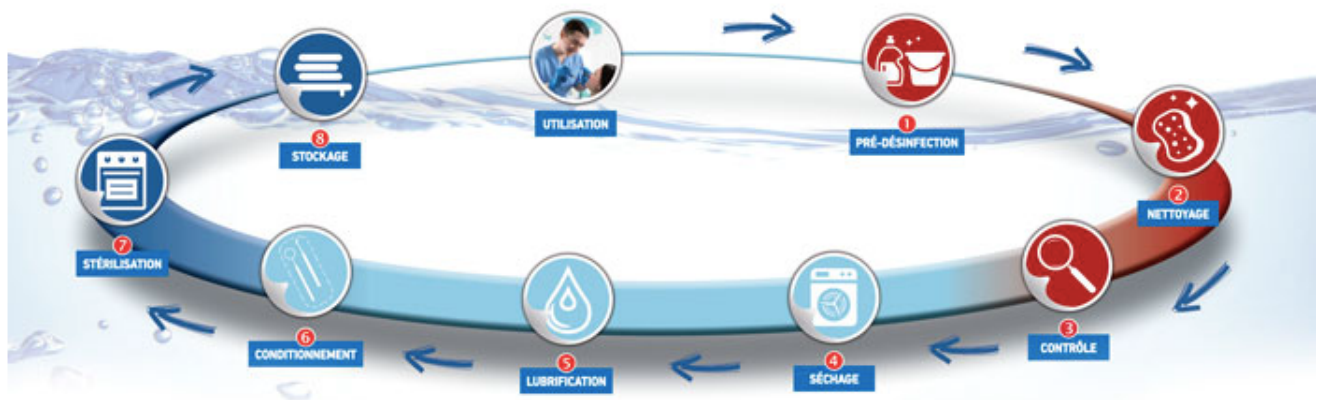


Figure 13 : cycle du traitement complet des PIDs (47)

- 1.1 : Pré-désinfection (1)
- 1.2 : Nettoyage (2)
- 1.3 : Contrôle + séchage (3 + 4)
- 1.4 : Lubrification (5)
- 1.5 : Conditionnement (6)
- 1.6 : Stérilisation (7)
- 1.7 : Vérification et stockage (8)

2) PIDTests :

A l'heure actuelle il persiste toujours une lacune méthodologique quant à la validation du nettoyage des PIDs, due à leur architecture interne complexe. Un nouvel outil a vu le jour pour essayer d'améliorer l'évaluation de ce nettoyage des PIDs : le PIDTest. C'est un dispositif de substitution breveté sous la forme d'un tube transparent aux dimensions normalisées et ayant pour but de remplacer les PIDs dans les laveurs dédiés et permettant ainsi une évaluation visuelle. A l'heure actuelle il n'y a pas de rapport public disponible de la part du fabricant qui décrit la validation des PIDTests. En effet ils ne contiennent pas la même architecture interne que les originaux et leur surface est lisse et droite. Ils restent néanmoins les seuls outils qui donnent des indications sur le nettoyage interne sans avoir à détruire ou à démonter le PID. Une machine qui ne parviendra pas à nettoyer un PIDtest préparé avec une architecture simple ne sera donc a priori pas apte à présenter de meilleurs résultats avec un vrai PID.(41) Les PIDTests fournissent actuellement une indication utile sur le niveau de propreté des PIDs, sans constituer un test opposable pour le moment.

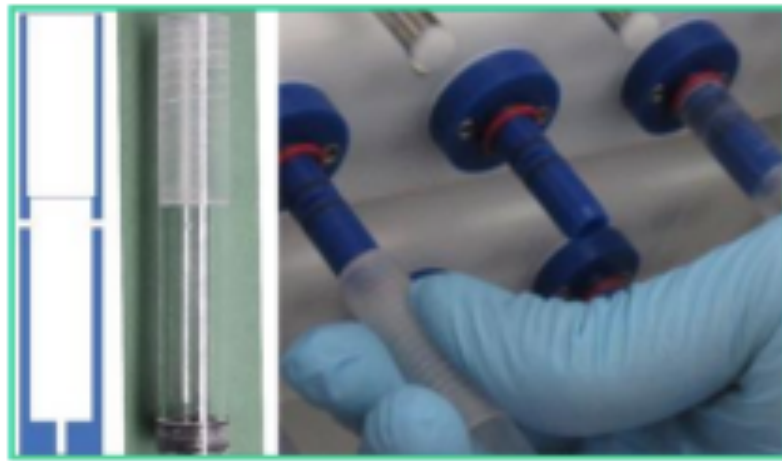


Figure 14: PIDTest et sa représentation schématique

Au vu des difficultés rencontrées lors de l'étape de nettoyage des PIDs, une récente étude de 2021 (2) s'est penchée sur la question et a tenté d'évaluer l'efficacité de ce nettoyage en question par le biais d'analyses menées entre l'étape de lavage et avant l'étape de la stérilisation. En procédant ainsi, il a été remarqué que de nombreux PIDs n'étaient pas totalement secs à l'intérieur après le nettoyage en laveur-désinfecteur incluant pourtant une phase de séchage. Il nous est donc apparu pertinent d'investiguer sur le séchage des PIDs, et ainsi mener une étude qui est décrite ci-dessous sous la forme d'un article scientifique.

Ce travail a donné lieu à l'écriture d'un article en anglais qui est soumis à une revue professionnelle internationale :

IV/ Étude :

Compliance of the dryness of dental handpieces for their sterilization under various treatment conditions

Axel FRUHAUF^{1,2}, Gabriel FERNANDEZ DE GRADO^{1,2,3}, Julie SCHOLLER², Damien OFFNER^{1,2,3}

1. Université de Strasbourg, Faculté de Chirurgie Dentaire Robert Frank, 8 rue Ste Elisabeth, F-67000 Strasbourg
2. Hôpitaux Universitaires de Strasbourg, 1 Place de l'Hôpital, F-67000 Strasbourg
3. INSERM (French National Institute of Health and Medical Research), UMR 1260, Regenerative Nanomedicine (RNM), FMTS, www.regmed.fr

Corresponding author : D. Offner, doffner@unistra.fr

Running head: Dryness of dental handpieces and sterilization

Key-words: Dentistry; Sterilization; Infection control; Hygiene; Public Health

Compliance of the dryness of dental handpieces for their sterilization under various treatment conditions

Abstract:

Objective: In the protocol for cleaning and sterilizing dental handpieces (DHs), water retention within the instrument poses a challenge and may compromise the sterilization process. This study aims to assess the reliability and reproducibility of the sterilization protocol regarding the dryness of DHs. It evaluates the presence of residual water in these instruments after various conditions of treatment through multiple dryness tests.

Methods: This comparative study examines the dryness of seven different DHs following five washing-disinfection and/or sterilization protocols. Dabbing tests, shaking, or compressed air tests are employed to ascertain the thorough dryness of DHs after treatment.

Results: Upon completion of the washing-disinfection protocol without sterilization, five out of seven DHs were deemed dry using the dabbing test, yet none were fully dry when subjected to shaking or compressed air. However, in the four protocols incorporating final sterilization, all DHs were dry according to the three drying tests.

Conclusion: This study underscores the essential role of the sterilization step in eliminating residual water from DHs, thereby ensuring optimal conditions for effective sterilization in terms of dryness. The presence of water or oil prior to sterilization does not impede instrument drying and still yields compliant results for DHs use in dental practices. Furthermore, the study recommends against relying solely on the dabbing drying test, emphasizing the importance of shaking or using compressed air to confirm instrument dryness.

Key-words: Dentistry; Sterilization; Infection control; Hygiene; Public Health

Introduction

The dental office presents an environment rich in various microorganisms, originating from external surroundings, patients themselves, or directly from the dental unit's water system [1, 2]. Daily usage of dental instruments contributes significantly to microorganism dissemination, particularly through the aerosolization of potentially microorganism-laden particles in the patient's vicinity [3]. Working within a patient's oral cavity, a septic environment, dental handpieces (DHs) serve as prime entry points for contamination. This contamination can occur externally through fluids projected onto the DH and its surrounding treatment area up to 1.5 meters [4], as well as internally through a retrocontamination phenomenon within DHs. This reflux introduces microorganisms directly into the instrument, posing a risk of biofilm proliferation within the DH or even throughout the dental unit's tubing [5]. Such contaminations and biofilms can lead to cross-infections and transmissions, including viruses such as hepatitis B virus or HIV [6]. Hence, it's imperative for dentists to adhere strictly to a protocol for managing DHs, from washing to sterilization.

Regularly, sterilization defects in dental practice are brought to public attention [7, 8]. In October 2023, approximately 5000 patients from hospitals in the "Hautes-Pyrenees" region in France were advised to undergo screening for hepatitis B, C, and HIV due to a sterilization equipment failure used for dental care, some dating back over a decade [8]. While the likelihood of transmission is low, the risk is real for both patients and healthcare teams [7]. DHs, classified as semi-critical reusable medical devices according to the Spaulding classification, possess complex internal architectures and are not designed for disassembly due to fragility, making their cleaning even more challenging. The canals allowing the passage of water and air within these instruments are conducive to the development of microbial biofilms, narrow, humid spaces traversed by a laminar flow that can be contaminated by the retrocontamination phenomenon from the patient's mouth or by contamination from the water circulating in the dental unit [9].

After dental treatment, used DHs should not be placed in a soaking tray to avoid corrosion or deactivation of the disinfectant product due to bubbles inside the canals [10]. Instead, they should be stored in a moist cloth inside a sealed box until further processing or placed directly in a washer-disinfector-lubricator-dryer for a determined time specified by the machine [11].

Washing-disinfection and lubrication steps can be separate or performed in the same device if the automation is capable of handling both. Subsequently, DHs are packaged for final sterilization. Steam sterilization using an autoclave involves a process with multiple stages, including an initial vacuum phase followed by a temperature increase to reach a plateau of 134°C for 18 minutes [12, 13]. To ensure the effectiveness of sterilization, steam must reach the cavities and external/internal surfaces of DHs. A class B steam sterilizer conforming to EN 13060 is required for this sterilization process. The oil resulting from DHs lubrication may pose a challenge in allowing steam to contact surfaces, but the heat transfer from steam to oil is sufficient to eliminate microorganisms not directly accessible to steam [14]. The presence of residual water in DHs could also impede optimal sterilization.

It is recognized that steam must spread over dry instruments during sterilization to be effective. Despite adhering to this protocol, a recent study demonstrated the persistence of water in DHs after the cleaning phase in the washer-disinfector [15]. Therefore, it seemed crucial to conduct a study on the quality of DHs dryness after a sterilization cycle to ensure that sterilization occurs under optimal conditions.

Materials and methods

For this study, we selected seven distinct DHs from various brands and subjected them to five different maintenance protocols. Each protocol involved using the same seven DHs after routine dental care, initially processed in the same washer-disinfector utilized in the 2021 study [15]. Subsequently, following each protocol, the seven DHs underwent dryness tests using dabbing, shaking, and compressed air over absorbent paper. The dryness state was assessed as either dry or not dry.

The protocols were as follows:

Figure 1: Study outline

<u>Protocol 1:</u>	Washer - Disinfector	⇒	⇒	⇒	Test
<u>Protocol 2:</u>	Washer - Disinfector	⇒	⇒	Sterilization	Test
<u>Protocol 3:</u>	Washer - Disinfector	Compressed air	⇒	Sterilization	Test
<u>Protocol 4:</u>	Washer - Disinfector	⇒	Lubrication	Sterilization	Test
<u>Protocol 5:</u>	Washer - Disinfector	Compressed air	Lubrication	Sterilization	Test

Protocol 1: DHs were treated in a Washer-Disinfector (Teon+, W&H, Eckbolsheim, France) with bases for DHs (fig. 2), without subsequent lubrication or sterilization.

Protocol 2: DHs were treated in a Washer-Disinfector (Teon+) with bases for DHs, followed by a cycle of sterilization in an autoclave.

Protocol 3: DHs were treated in a Washer-Disinfector (Teon+) with bases for DHs, followed by compressed air passing through each DH for 3 seconds, followed by a sterilization cycle in an autoclave.

Protocol 4: DHs were treated in a Washer-Disinfector (Teon+) with bases for DHs, with lubrication of each instrument using Assistina Twin (W&H, Eckbolsheim, France), followed by a sterilization cycle in an autoclave.

Protocol 5: DHs were treated in a Washer-Disinfector (Teon+) with bases for DHs, followed by compressed air passing through each DH for 3 seconds, followed by lubrication using Assistina Twin, followed by a sterilization cycle in an autoclave.

A Chi-square statistical test was performed to ascertain whether there existed a significant difference in the results among the various tests and protocols.

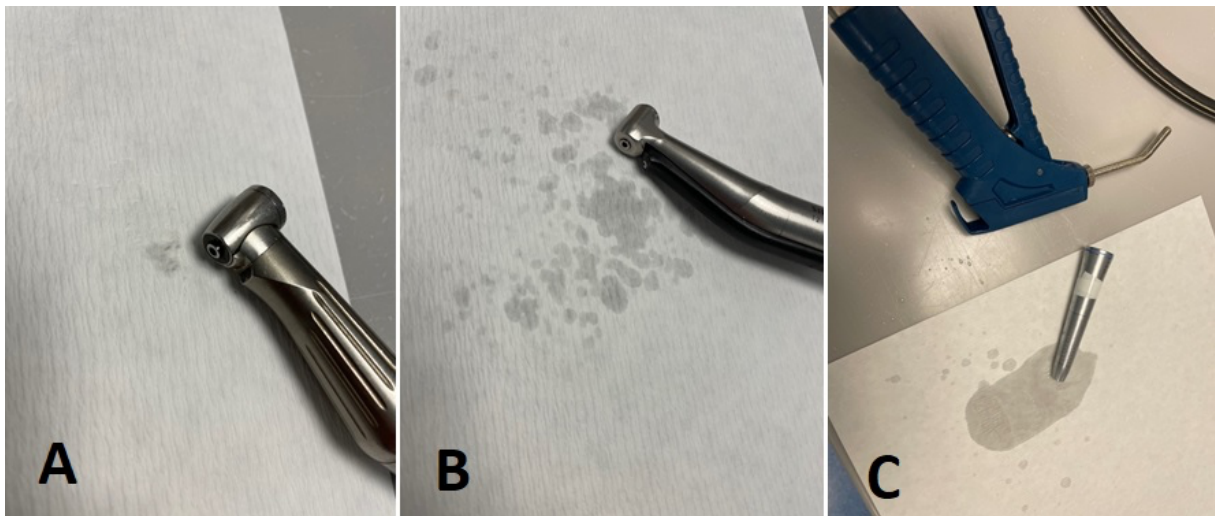
Figure 2 : Washer-Disinfector Teon+ (W&H, Eckbolsheim, France) with bases for dental handpieces



Results

Upon completion of protocol 1, 5 out of the 7 DHs were considered dry according to the dabbing test, and 2 were not dry (fig. 3). However, none were entirely dry when subjected to shaking or compressed air, indicating residual water within the internal channels. Notably, the dabbing test failed to detect this water in five DHs.

Figure 3: dryness tests : A – dabbing test (here, « not dry » result) ; B – shaking test (here, « not dry » result) ; C – compressed air test (here, « not dry » result)



In contrast, following protocol 2 and subsequent completion of all three drying tests, we observed that all DHs were completely dry, regardless of the test performed. This trend persisted in protocols 3, 4, and 5 (Table 1).

Statistical analysis revealed a highly significant difference in results between protocol 1 and the others for shaking and compressed air tests (p -value < 0.001). However, no significant difference was found with the dabbing test (p -value > 0.5). Moreover, when comparing only the test results, a significant difference was noted between the dabbing test and shaking or compressed air (p -value < 0.01).

Table 1: results of the dryness tests following various DHs treatment protocols

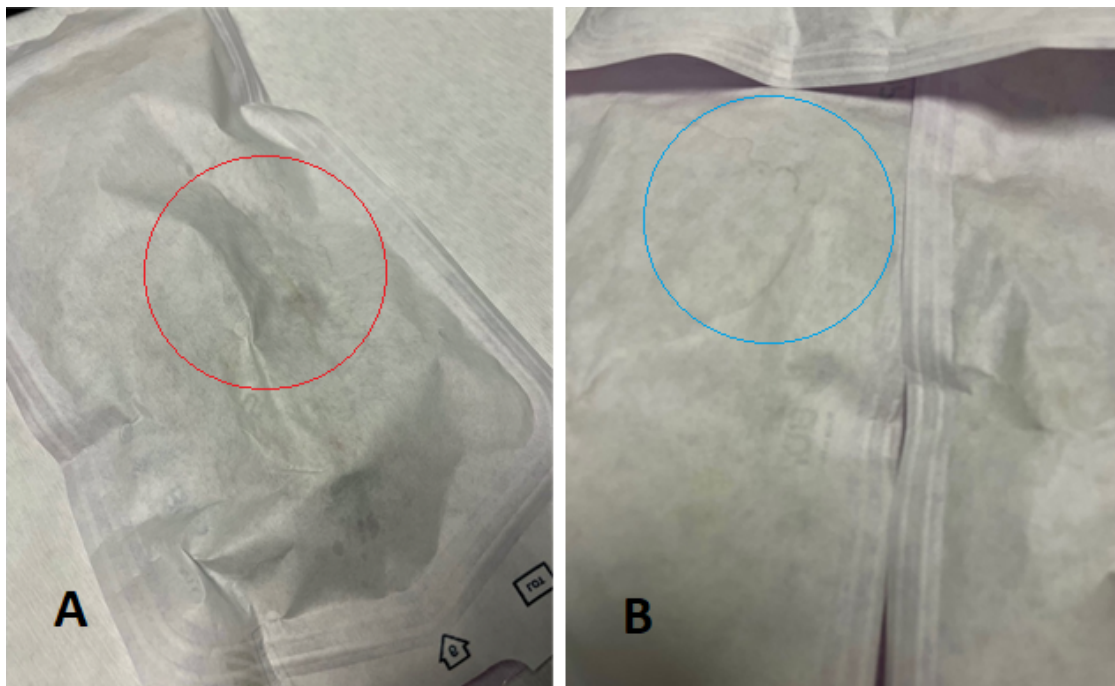
	<i>Dabbing</i>	<i>Shaking</i>	<i>Compressed air</i>
Protocol 1	5/7*	0/7	0/7
Protocol 2	7/7	7/7	7/7
Protocol 3	7/7	7/7	7/7
Protocol 4	7/7	7/7	7/7
Protocol 5	7/7	7/7	7/7

* : Number of dry DHs out of a total of 7

While the four protocols differ, they all include the final sterilization step, unlike protocol 1. This suggests that the final sterilization stage aids in removing residual water post-cleaning and disinfection.

Additionally, in the last two series involving lubrication, a minor trace of oil was detected in one out of the fourteen sterilization pouches (fig. 4).

Figure 4: A – oil stain on the sterilization pouch ; B – water stain on the sterilization pouch



Discussion

Regarding the dabbing test, during protocol 1, it was noted that it failed to detect residual water in 5 out of the 7 DHs utilized in the study. This observation could have skewed the results had the dabbing test been the sole dryness assessment method. However, by shaking the DHs or applying compressed air internally, we were able to extract the water trapped inside. Additionally, upon comparing the images from the dryness tests, it became evident that the dabbing method yielded considerably less water compared to the other two tests. Therefore, for dryness assessments on DHs, it is advisable to exclude the dabbing test and instead utilize the compressed air test, which provides a more accurate indication of water presence.

Another hypothesis that emerges is that residual water inside the DHs after the cleaning phase may be expelled during the vacuum phase of the autoclave. This is supported by the observation that only protocol 1, lacking a sterilization cycle, exhibited humidity within several DHs. Through this water expulsion during the vacuum phase, the DHs become dry and primed for effective sterilization.

However, questions persist regarding lubrication and its place in the decontamination protocol. If lubrication occurs before sterilization with residual water present, its efficacy may be compromised due to the immiscibility of water and oil. One potential solution could be post-sterilization lubrication with sterile oil [16] or advocating for manufacturers to enhance their drying procedures. Lubricating DHs does not impede their sterilization compliance [14]; rather, it is essential for extending their lifespan and ensuring optimal functionality. It is imperative to ensure that lubrication is performed in a compliant manner.

Regarding the detection of oil traces on the packaging, it may be challenging to distinguish them from water stains (fig. 4). Determining a threshold size beyond which the cycle should be repeated remains unclear. Presently, various devices on the market offer washing, disinfecting, and lubricating capabilities simultaneously, streamlining the process. While the time-saving aspect of these automated systems is noteworthy, ensuring the accurate execution of all three steps takes precedence over operational efficiency.

Nevertheless, our study has limitations. The results were derived from a sample of only 7 DHs per condition, which may restrict the statistical power of our study. Additionally, all DHs were sterilized in the same autoclave, which may not guarantee consistent results across different autoclaves. Nonetheless, given that autoclaves adhere to standardized procedures and undergo regular checks and qualifications, it is reasonable to assume uniformity in operation across brands.

Conclusion

The dentist must strictly adhere to a rigorous protocol for cleaning and sterilizing dental handpieces (DHs) after each use to mitigate the risk of microorganism transmission between equipment and patients. While sterilizing DHs between patients is standard practice, concerns may arise regarding the adequacy of their drying process pre-sterilization. Our study illustrates that autoclave treatment effectively eliminates residual water from within DHs, ensuring the necessary conditions for proper sterilization in terms of dryness. Consequently, the presence of residual water or oil inside the instrument does not impede sterilization in terms of dryness conditions. However, the efficacy of lubrication in humid conditions, when conducted before sterilization, remains a question for manufacturers to address.

In response to a secondary objective of our study, we recommend conducting a drying test of DHs using compressed air or shaking rather than dabbing, as these methods have proven to be more reliable.

Funding: This research received no external funding.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request from the corresponding author.

Acknowledgments: none

Conflicts of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Author Contributions: Investigation, DO, AF and JS; Methodology, DO, JS and GFG; Statistical analysis, GFG; Supervision, DO; Writing—original draft, AF; Writing—review and editing, DO. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Disclosure: all authors have approved the final article.

References

1. Cicciù M. Water Contamination Risks at the Dental Clinic. *Biology*. 2020, 9(3):43
2. Saccucci M, Ierardo G, Protano C, Vitali M, Polimeni A. How to manage the biological risk in a dental clinic: current and future perspectives. *Minerva Stomatol*. 2017, 66(5):232-239

3. Innes N, Johnson IG, Al-Yaseen W, Harris R, Jones R, Kc S, et al. A systematic review of droplet and aerosol generation in dentistry. *J Dent.* 2021, 105:103556
4. Ionescu AC, Cagetti MG, Ferracane JL, Garcia-Godoy F, Brambilla E. Topographic aspects of airborne contamination caused by the use of dental handpieces in the operative environment. *J Am Dent Assoc.* 2020, 151(9):660-7
5. Petti S, Moroni C, Messano GA, Polimeni A. Detection of oral streptococci in dental unit water lines after therapy with air turbine handpiece: Biological fluid retraction more frequent than expected. *Future Microbiol.* 2013, 8:413-421
6. Schalli M, Kogler B, Miorini T, Gehrler M, Reinthaler FF. High-Speed Dental Instruments: An Investigation of Protein-Contaminated Dental Handpieces with the Bicinchoninic Acid Assay in Dental Offices in Styria, Austria. *Int J Environ Res Public Health.* 2023, 20(3):1670
7. Chanchareonsook N, Ling ML, Sim QX, Teoh KH, Tan K, Tan BH, Fong KY, Poon CY. Failure of sterilization in a dental outpatient facility: Investigation, risk assessment, and management. *Medicine (Baltimore).* 2022, 5;101(31):e29815
8. France 3 Occitanie. 5000 patients potentiellement contaminés par le VIH ou l'hépatite suite à un problème de stérilisation de matériel. Available at: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/occitanie/hautes-pyrenees/tarbes/suite-a-un-defaut-de-sterilisation-de-materiel-5-000-patients-invites-a-se-faire-depister-pour-des-hepatites-et-pour-le-vih-2852714.html> - Accessed February 12th 2024
9. Wirthlin MR, Marshall GW, Rowland RW. Formation and Decontamination of Biofilms in Dental Unit Waterlines. *Journal of Periodontology.* nov 2003;74(11):1595-609.
10. Offner D, Brisset L, Musset AM. Evaluation of the mechanical cleaning efficacy of dental handpieces. *J Hosp Infect.* 2019, 103(1):e73-80
11. Offner D, Fernandez de Grado G, Wurtz A, Musset AM. Pré-désinfection et nettoyage des dispositifs médicaux : outils et normes. *Le Fil Dentaire.* 2019, 153:28-32
12. Panta G, Richardson AK, Shaw IC. Effectiveness of autoclaving in sterilizing reusable medical devices in healthcare facilities. *J Infect Dev Ctries.* 2019, 13(10):858-64
13. Laneve E, Raddato B, Dioguardi M, Di Gioia G, Troiano G, Lo Muzio L. Sterilisation in Dentistry: A Review of the Literature. *Int J Dent.* 2019, 15;2019:6507286
14. Kudhail R. Can oil lubricated dental handpieces be sterilized?: Part 2. Literature review. *Dent Update.* 2013, 40(8):630-2, 634-6
15. Offner D, Scholler J, Musset AM. Cleaning of dental handpieces and associated parameters: Internal and external cleaning, drying and rotation. *Am J Dent.* 2021, 34(3):137-42
16. Bhandary N, Desai A, Shetty YB. High speed handpieces. *J Int Oral Health.* 2014, 6(1):130-2

V/ Conclusion

Au cours des dernières années nous avons vu que de multiples cas de non-respect des recommandations de traitement des porte-instruments dynamiques (PIDs) ont été médiatisés. Aucune donnée de contamination auprès de patients n'a été recensée suite aux contrôles et analyses biologiques effectuées, mais la littérature fait bien état du risque de contamination croisée existant et lié au mauvais traitement des PIDs. Par extension, la contamination des PIDs peut engendrer celle des tubulures d'un unit dentaire. A ce stade, de récents articles font mention de contaminations clairement identifiées.

Durant sa pratique professionnelle, le chirurgien-dentiste doit donc faire en sorte de respecter un protocole strict de nettoyage et de stérilisation des PIDs après leur utilisation afin d'éviter tout risque de transmission de micro-organisme. La stérilisation des PIDs, avec toutes ses étapes afférentes, est recommandée entre chaque patient, toutefois une inquiétude pouvait survenir quant à la conformité de leur état de siccité, prérequis à la stérilisation, pour appréhender l'étape de stérilisation.

Nous avons mené une étude en lien avec la stérilisation centrale des HUS concernant cette siccité. Cette étude, qui a été rédigée sous la forme d'un article scientifique, a montré que le traitement en autoclave permettrait de chasser l'eau résiduelle à l'intérieur des PIDs, et permettrait donc d'accéder aux conditions requises pour une stérilisation conforme en termes de siccité. En l'absence de stérilisation, de l'eau pourrait stagner à l'intérieur du PID et pourrait ne pas permettre à la vapeur d'eau saturée, agent stérilisant, d'atteindre toutes les surfaces des instruments. L'étape de stérilisation aurait donc pu être compromise. Si les résultats de l'étude sont rassurants sur l'état de siccité des instruments lors de la stérilisation, il peut tout de même en résulter des altérations des conditionnements (taches d'eau et/ou taches d'huile) qu'il est difficile d'identifier et pour lesquelles il est difficile d'évaluer si oui ou non elles compromettent le conditionnement. Pour ces raisons, il faut encore encourager les fabricants à concevoir des laveurs-désinfecteurs ou des automates de traitement à même de proposer un séchage complètement efficace.

VI/ Bibliographie

1. Musée Virtuel de l'Art Dentaire (MVAD) - Instruments : Instruments rotatifs [Internet]. [cité 11 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.biusante.parisdescartes.fr/mvad/002-14.php>
2. Offner D, Scholler J, Musset AM. Cleaning of dental handpieces and associated parameters: Internal and external cleaning, drying and rotation. *Am J Dent.* juin 2021;34(3):137-42.
3. Offner D, Musset AM. L'hygiène des unités dentaires : la sécurité des patients à proprement parler. *Revue d'Odonto-Stomatologie.* mai 2018;47:158-71.
4. Offner D, Musset AM, Wurtz A, Fernandez De Grado G. Pré-désinfection et nettoyage des dispositifs médicaux : outils et normes [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2019 [cité 21 nov 2023]. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/pre-desinfection-et-nettoyage-des-dispositifs-medicaux-outils-et-normes/>
5. Offner D, Brisset L, Musset AM. Cleaning of Dental Handpieces: A Method to Test its Efficiency, and its Evaluation With a Washer-DisinfectorLubricator-Dryer. *Dent Open J.* 29 nov 2016;3(1):10-6.
6. Spagnolo AM, Sartini M, Cristina ML. Microbial Contamination of Dental Unit Waterlines and Potential Risk of Infection: A Narrative Review. *Pathogens.* 13 août 2020;9(8):651.
7. Smith G, Smith A. Microbial contamination of used dental handpieces. *American Journal of Infection Control.* 1 sept 2014;42(9):1019-21.
8. Weightman NC, Lines LD. Problems with the decontamination of dental handpieces and other intra-oral dental equipment in hospitals. *Journal of Hospital Infection.* janv 2004;56(1):1-5.
9. Pasquarella C, Veronesi L, Castiglia P, Liguori G, Montagna MT, Napoli C, et al. Italian multicentre study on microbial environmental contamination in dental clinics: a pilot study. *Science of The Total Environment.* 1 sept 2010;408(19):4045-51.
10. Lors d'un soin dentaire | elearning-dentaire.com [Internet]. [cité 20 févr 2024]. Disponible sur: <https://www.elearning-dentaire.com/courses/covid-19/lessons/transmission-du-sars-cov-2/topic/lors-dun-soin-dentaire/>
11. Baudet A, Clément C. L'Information Dentaire. 2021 [cité 20 févr 2024]. La qualité microbiologique de l'eau des unités dentaires. Disponible sur: <https://www.information-dentaire.fr/formations/la-qualite-microbiologique-de-l-eau-des-units-dentaires/>
12. Ionescu AC, Cagetti MG, Ferracane JL, Garcia-Godoy F, Brambilla E. Topographic aspects of airborne contamination caused by the use of dental handpieces in the operative environment. *The Journal of the American Dental Association.* sept 2020;151(9):660-7.

13. Rautemaa R, Nordberg A, Wuolijoki-Saaristo K, Meurman JH. Bacterial aerosols in dental practice – a potential hospital infection problem? *Journal of Hospital Infection*. sept 2006;64(1):76-81.
14. Clementini M, Raspini M, Barbato L, Bernardelli F, Braga G, Di Gioia C, et al. Aerosol transmission for SARS-CoV-2 in the dental practice. A review by SIdP Covid-19 task-force. *Oral Diseases*. avr 2022;28(S1):852-7.
15. Rompen E, Salem S. L'Information Dentaire. 2020 [cité 10 janv 2024]. Covid-19 et gestion des aérosols dans les cabinets dentaires. Disponible sur: <https://www.information-dentaire.fr/actualites/covid-19-et-gestion-des-rosols-dans-les-cabinets-dentaires/>
16. Nejatidanesh F, Khosravi Z, Goroochi H, Badrian H, Savabi O. Risk of Contamination of Different Areas of Dentist's Face During Dental Practices. *Int J Prev Med*. mai 2013;4(5):611-5.
17. Innes N, Johnson IG, Al-Yaseen W, Harris R, Jones R, Kc S, et al. A systematic review of droplet and aerosol generation in dentistry. *J Dent*. févr 2021;105:103556.
18. Cumbo E, Gallina G, Messina P, Scardina GA. Alternative Methods of Sterilization in Dental Practices Against COVID-19. *Int J Environ Res Public Health*. 8 août 2020;17(16):5736.
19. Zemouri C, Volgenant CMC, Buijs MJ, Crielaard W, Rosema NAM, Brandt BW, et al. Dental aerosols: microbial composition and spatial distribution. *Journal of Oral Microbiology*. 1 janv 2020;12(1):1762040.
20. Tuvo B, Totaro M, Cristina ML, Spagnolo AM, Di Cave D, Profeti S, et al. Prevention and Control of Legionella and Pseudomonas spp. Colonization in Dental Units. *Pathogens*. 21 avr 2020;9(4):305.
21. Dar-Odeh N, Babkair H, Abu-Hammad S, Borzangy S, Abu-Hammad A, Abu-Hammad O. COVID-19: Present and Future Challenges for Dental Practice. *IJERPH*. 30 avr 2020;17(9):3151.
22. Jayaweera M, Perera H, Gunawardana B, Manatunge J. Transmission of COVID-19 virus by droplets and aerosols: A critical review on the unresolved dichotomy. *Environmental Research*. 1 sept 2020;188:109819.
23. Szymańska J, Sitkowska J. Opportunistic bacteria in dental unit waterlines: assessment and characteristics. *Future Microbiology*. mai 2013;8(5):681-9.
24. Ricci ML, Fontana S, Pinci F, Fiumana E, Pedna MF, Farolfi P, et al. Pneumonia associated with a dental unit waterline. *The Lancet*. févr 2012;379(9816):684.
25. Singh J, O'Donnell K, Nieves DJ, Adler-Shohet FC, Arrieta AC, Ashouri N, et al. Invasive Mycobacterium abscessus Outbreak at a Pediatric Dental Clinic. *Open Forum Infect Dis*. juin 2021;8(6):ofab165.

26. Schönning C, Jernberg C, Klingenberg D, Andersson S, Pääjärvi A, Alm E, et al. Legionellosis acquired through a dental unit: a case study. *Journal of Hospital Infection*. 1 mai 2017;96(1):89-92.
27. Wirthlin MR, Marshall GW, Rowland RW. Formation and Decontamination of Biofilms in Dental Unit Waterlines. *Journal of Periodontology*. nov 2003;74(11):1595-609.
28. ADA STATEMENT ON DENTAL UNIT WATERLINES. *The Journal of the American Dental Association*. 1 févr 1996;127(2):185-6.
29. Planmeca présente un système de traitement de l'eau intégré à l'unité dentaire sans ajout de produit chimique [Internet]. [cité 11 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.planmeca.com/fr/info-presse/salle-de-presse/2019/planmeca-presente-un-systeme-de-traitement-de-leau-integre-a-lunit-dentaire-sans-ajout-de-produit-chimique/>
30. Costa D, Bossard V, Brunet K, Fradin B, Imbert C. Planktonic free-living amoebae susceptibility to dental unit waterlines disinfectants. *Pathogens and Disease* [Internet]. 30 nov 2017 [cité 18 mars 2024];75(8). Disponible sur: <http://academic.oup.com/femspd/article/doi/10.1093/femspd/ftx099/4082732/Planktonic-freeliving-amoebae-susceptibility-to>
31. brownien - Définitions, synonymes, prononciation, exemples | Dico en ligne Le Robert [Internet]. [cité 20 févr 2024]. Disponible sur: <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/brownien>
32. Larousse É. Définitions : flagelle - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 20 févr 2024]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/flagelle/33950>
33. Pankhurst CL, Coulter WA. Do contaminated dental unit waterlines pose a risk of infection? *Journal of Dentistry*. sept 2007;35(9):712-20.
34. Qu'est-ce qu'un biofilm ? [Internet]. 2019 [cité 11 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.aqua-free.com/fr/journal/qu-est-ce-qu-un-biofilm>
35. Herd S, Chin J, Palenik CJ, Ofner S. The in vivo contamination of air-driven low-speed handpieces with prophylaxis angles. *The Journal of the American Dental Association*. 1 oct 2007;138(10):1360-5.
36. Offner D, Strub M, Rebert C, Musset AM. Evaluation of an ethical method aimed at improving hygiene rules compliance in dental practice. *American Journal of Infection Control*. 1 juin 2016;44(6):666-70.
37. France 3 Occitanie [Internet]. 2023 [cité 21 nov 2023]. 5000 patients potentiellement contaminés par le VIH ou l'hépatite suite à un problème de stérilisation de matériel. Disponible sur: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/occitanie/hautes-pyrenees/tarbes/suite-a-un-defaut-de-sterilisation-de-materiel-5-000-patients-invites-a-se-faire-depister-pour-des-hepatites-et-pour-le-vih-2852714.html>

38. Smith GWG, Smith AJ, Creanor S, Hurrell D, Bagg J, Lappin DF. Survey of the decontamination and maintenance of dental handpieces in general dental practice. *Br Dent J.* août 2009;207(4):E7-E7.
39. Offner D, Musset AM. Le nettoyage des porte-instruments dynamiques dentaires : une méthode pour tester son efficacité, et son évaluation avec un laveur-désinfecteur-lubrificateur-sécheur. 2016.
40. Société Française des Sciences de la Stérilisation | [Internet]. [cité 21 févr 2024]. Disponible sur: <https://www.sf2s-sterilisation.fr/textes-officiels/normes/laveurs-desinfecteurs/>
41. Offner D, Brisset L, Musset AM. Evaluation of the mechanical cleaning efficacy of dental handpieces. *J Hosp Infect.* sept 2019;103(1):e73-80.
42. Kudhail R. Can oil lubricated dental handpieces be sterilized?: part 1. The problem. *Dent Update.* sept 2013;40(7):543-4, 547-8.
43. Pong ASM, Dyson JE, Darvell BW. Discharge of lubricant from air turbine handpieces. *Br Dent J.* mai 2005;198(10):637-40.
44. Sasaki JI, Imazato S. Autoclave sterilization of dental handpieces: A literature review. *J Prosthodont Res.* juill 2020;64(3):239-42.
45. Sterilization Protocols in Dentistry - A Review - ProQuest [Internet]. [cité 13 mars 2024]. Disponible sur: <https://www.proquest.com/openview/9cf7f1ff907efe2bc28d950e7520b6c4/1?pq-origsite=gscholar&cbl=54977>
46. Kudhail R. Can oil lubricated dental handpieces be sterilized?: Part 2. Literature review. *Dent Update.* oct 2013;40(8):630-2, 634-6.
47. Stérilisation et désinfection [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2017 [cité 4 avr 2024]. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/pratique/ergonomie-materiel/sterilisation-et-desinfection/>

FRUHAUF (Axel) – Conformité de la stérilisation des porte-instruments dynamique par rapport à leur séchage selon différentes conditions.

(Thèse : 3^{ème} cycle Sci. odontol. : Strasbourg : 2024 ; N° 34)

N°43.22.24.34

Résumé : Les porte-instruments dynamique (PID) font parti du matériel indispensable au chirurgien-dentiste pour la pratique de sa profession. Évoluant dans un milieu septique qu'est la cavité buccale et directement en contact avec l'organe dentaire et les tissus mou, ils constituent une voie de contamination à la fois interne et externe par la présence de salive ou d'autres fluides biologiques. Ils sont donc considérés comme des dispositifs médicaux réutilisables semi-critiques et doivent donc suivre un protocole de stérilisation stricte avant leur réutilisation.

En plus de la contamination et des salissures externes, il se produit un phénomène de rétrocontamination interne du PID faisant de cette instrument un passage pour de très nombreuses bactéries d'un patient à l'autre. Ce PID doit donc suivre un protocole rigoureux débutant par sa purge suivi d'un nettoyage et séchage, d'une lubrification puis d'un conditionnement pour finir par la stérilisation. Chacune de ces étapes devant être correctement réalisées, de nombreux tests sont effectués régulièrement afin d'évaluer l'efficacité de ce protocole. L'une des failles pourrait être par exemple la persistance d'eau dans l'instrument dû à un séchage insuffisant pouvant compromettre l'étape suivante de lubrification.

En nous appuyant sur différents tests et contrôles réalisés, ce projet de thèse aura comme objectif de synthétiser les connaissances actuelles et de proposer un article décrivant les différentes techniques de séchage des PID afin d'en dégager les principaux avantages et inconvénients de chacune et d'en conclure à un protocole de stérilisation le plus fiable possible.

Mots clés : Porte-instrument dynamique ; Stérilisation ; Contamination

Me SH : Dental Handpieces ; Sterilization ; Contamination

Jury :

Président : Professeur OFFNER Damien

Assesseurs : Docteur FIORETTI Florence
Docteur FERNANDEZ DE GRADO Gabriel
Docteur PEGE Prescilla

Coordonnées de l'auteur :

Adresse postale :

A. FRUHAUF

33 rue Louis-Pasteur

67400 ILLKIRCH-GRAFFENSTADEN

Adresse de messagerie : axel.fruhauf@free.fr