

L'hygiène des unités dentaires : la sécurité des patients à proprement parler

Risque infectieux
Infection associée aux soins
Contamination croisée
Qualité microbiologique de l'eau
Système d'aspiration
Porte-instruments dynamiques

*Infectious risk
Infection related to care
Cross contamination
Microbial quality of water
Suction system
Dynamic handpieces*

D. OFFNER, A.-M. MUSSET

*Hygiene management of dental units:
speaking about patients' safety*

DAMIEN OFFNER, Inserm, UMR1260, Nanomédecine régénérative (RNM), Université de Strasbourg, Faculté de chirurgie dentaire, Hôpitaux universitaires de Strasbourg (HUS), pôle de médecine et chirurgie bucco-dentaires. **ANNE-MARIE MUSSET**, Inserm, UMR1260, Nanomédecine régénérative (RNM), Université de Strasbourg, Faculté de chirurgie dentaire, Hôpitaux universitaires de Strasbourg (HUS), pôle de médecine et chirurgie bucco-dentaires.

RÉSUMÉ

L'unité dentaire est un élément essentiel à la pratique de la chirurgie dentaire. Son utilisation présente toutefois un risque infectieux lié à de possibles contaminations externes, mais aussi internes par l'eau qui y circule, le système d'aspiration, ou encore *via* des dispositifs médicaux qui y sont connectés (notamment les porte-instruments dynamiques). Afin de garantir la sécurité des soins, tant pour les patients que pour les professionnels de santé, le chirurgien-dentiste doit disposer de méthodes d'entretien de l'unité, contrôlées et validées, et doit pouvoir les appliquer.

Nous nous proposons dans cet article d'exposer un protocole d'entretien des unités dentaires répondant aux risques de contamination de ces équipements, ainsi que d'exposer des méthodes de validation éprouvées (qualité microbiologique de l'eau circulant dans l'unité, hygiène du système d'aspiration, nettoyage des porte-instruments dynamiques). Ces méthodes permettront aux praticiens libéraux ou hospitaliers, chirurgiens-dentistes ou autres utilisateurs d'unités, de contrôler le risque infectieux lié à l'utilisation de l'unité, afin de garantir une sécurité des soins à leurs patients.

ABSTRACT

Dental units are an essential element in the practice of dental surgery. However, their use presents a risk of infection due to possible external contamination, but also internal contamination through flowing water, through the suction system, and also via medical devices that are connected to it (particularly dynamic handpieces). To guarantee the safety of care, both for patients and healthcare professionals, the dental surgeon must rely on checked and validated methods of maintenance of dental units and must be able to apply them.

In this article, we will present maintenance guidelines for dental units addressing the contamination risks of this equipment and we will describe proven validation methods (microbial quality of water flowing in dental unit waterlines, hygiene of the suction system, cleaning of dynamic handpieces). These methods will allow practitioners in hospitals or private practices, dental surgeons or other people using dental units to check the infectious risk inherent to this equipment in order to provide safe care to their patients.

INTRODUCTION

Si l'art dentaire est une pratique ancestrale, il faut cependant attendre le xx^e siècle pour que la notion d'« unité dentaire » ou « unit dentaire » fasse son apparition comme équipement principal du cabinet dentaire. Il se définit comme la réunion de matériel dentaire et d'instruments dentaires interconnectés, constituant un ensemble fonctionnel utilisable dans le traitement dentaire (ISO, 2011). L'unit permet notamment la mise en fonction des instruments dynamiques, du système d'aspiration, ainsi que l'apport d'air et d'eau dans la zone du soin *via* des cordons souples multicanalaires (fouets), afin de permettre l'utilisation de matériel rotatif provoquant des échauffements locaux, ainsi que dans un but de rinçage (Offner et coll., 2013). Les différentes fonctions de l'unit ainsi que les divers éléments qui peuvent s'y connecter constituent autant de voies de contamination de l'unit que le chirurgien-dentiste devra connaître et savoir gérer afin de préserver la sécurité des soins pour le patient.

LA CONTAMINATION DE L'UNIT

CONTAMINATION EXTERNE

La contamination externe s'effectue par projections, vaporisation ou nébulisation autour de la zone de soins. Le spray de refroidissement des fraises ne se dirige pas que dans un seul sens (**fig. 1**), mais des gouttelettes se répandent jusqu'à 1,5 mètre autour de la source, potentiellement chargées de micro-organismes. L'aérobiocontamination et les gouttelettes chargées atteignent alors les différents éléments de l'unit et du fauteuil qui sont à proximité du soin et qui seront ensuite des sources de contaminations croisées manipulées.



1

INTRODUCTION

If "dental art" is an ancestral practice, it is not until the 20th century that the notion of "dental unit" appears and becomes the main equipment in the dental office. It can be described as the combination of dental equipment and interconnected dental instruments, providing a functional unit which can be used for dental treatment (ISO, 2011). Units allow the functioning of dynamic handpieces, of the suction system, as well as the air and water supply into the care area via multichannel flexible tubes (whips), in order to allow the use of rotary material generating local heating as well as the rinsing process (Offner et al., 2013). The various functions of dental units, as well as the multiple elements which can be connected to it, are all contamination paths for units which the dental surgeon must be aware of and must know how to manage in order to preserve the patient and care safety.

CONTAMINATION OF DENTAL UNIT

EXTERNAL CONTAMINATION

*External contamination may be due to projections, spray or nebulization around the care area. The bur cooling spray does not go in one single direction (**fig. 1**): droplets can spread up to 1.5 meters around the source, potentially filled with microorganisms. Airborne microbial contamination and filled droplets thus reach the various elements of the dental unit and chair close to the care area which will then be a source of cross-contamination through hands.*

Fig. 1. Vaporisation du spray d'eau d'un contre-angle dans différentes directions autour de la source.

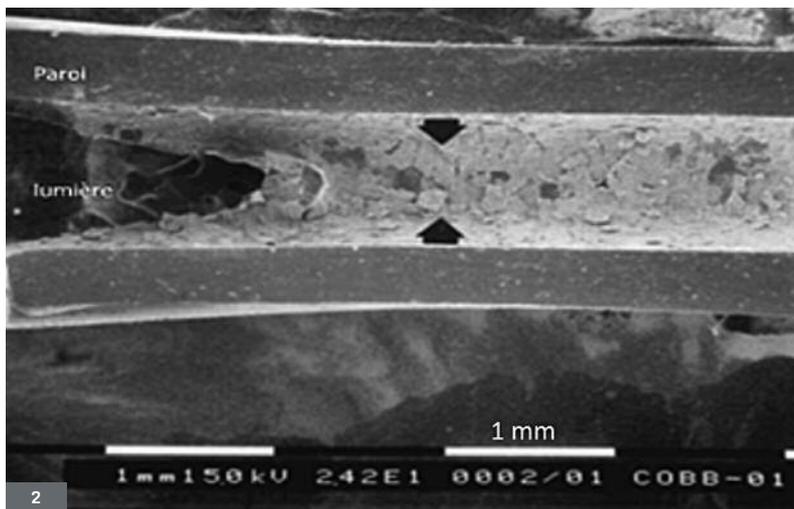
Fig. 1. Vaporization of the water spray of a contra-angle in various directions around the source.

CONTAMINATION INTERNE

La contamination interne des unités peut avoir lieu de différentes manières. Dans un premier temps, il est question de la contamination de l'eau circulant dans les tubulures de l'unité, prenant son origine soit dans la qualité microbiologique de l'eau du réseau ou lors du phénomène de rétro-contamination des porte-instruments dynamiques ou PID (contre-angles, turbines). Dans un second temps, il faut noter la contamination du système d'aspiration.

CONTAMINATION DE L'EAU DE L'UNITÉ PAR L'EAU DU RÉSEAU

Une grande proportion des unités dentaires sont reliés à l'eau du réseau. En France, la qualité microbiologique de l'eau à la sortie des fouets des unités ne fait pas l'objet d'une norme. Cependant, aux Hôpitaux universitaires de Strasbourg (HUS), des critères de qualité ont été mis en place. Cette eau de sortie des unités est considérée comme devant au moins répondre aux critères de qualité de l'eau d'entrée, ce qui correspond aux normes données par l'American Dental Association (ADA) en 2004. Le contrôle de la qualité microbiologique de l'eau peut être réalisé par des prélèvements au niveau de l'unité. Ceux-ci peuvent mettre en évidence la présence d'une flore bactérienne planctonique ou sessile. Une contamination pouvant atteindre 105 UFC/ml a déjà été rapportée dans la littérature (Barbeau et Gauthier, 1998), et le rapport surface/volume élevé des circuits d'eau de l'unité (longs tuyaux fins) ainsi que la présence d'un flux d'eau laminaire peuvent favoriser la formation d'un biofilm (Shearer 1996 ; Wirthlin et coll., 2003 ; Nikaen et coll., 2009) (fig. 2).



INTERNAL CONTAMINATION

The internal contamination of dental units may occur in several ways. There is first the contamination of the water flowing in the dental unit hoses, due to the microbial quality of the public water system or to retro-contamination of dynamic handpieces (contra-angles, turbines). It is also necessary to take into account the contamination of the suction system.

CONTAMINATION OF DENTAL UNIT WATERLINES BY THE PUBLIC WATER SYSTEM

A great number of dental units are connected to the public water system. In France, the microbial quality of water at the exit of the unit whips is not subject to a specific standard. However, quality criteria were set up in Strasbourg university hospitals. Water going out of the tubing must at least meet the same criteria as the water entering the dental unit waterlines, in compliance with the standards set by the American Dental Association (Ada) in 2004. The microbial quality of water can be controlled by samples taken in the dental unit. Some of them may highlight the presence of planktonic or sessile bacteria. Contamination up to to 105 CFU/milliliter has already been reported in the literature (Barbeau and Gauthier, 1998), and the high surface-to-volume ratio of the unit waterlines (long and thin hoses) as well as the laminar flow of water can favor the formation of a biofilm (Shearer, 1996 ; Wirthlin et al., 2003 ; Nikaen et al., 2009) (fig. 2).

Fig. 2. Vue au microscope d'une coupe de tubulure d'eau d'unité dentaire, avec mise en évidence d'un biofilm. Avec l'aimable autorisation du Pr L. Brisset.

Fig. 2. View under a microscope of a cross section of a dental unit water pipe highlighting biofilm. "Courtesy of Pr L. Brisset".

Ce biofilm agit alors comme un réservoir secondaire pour une contamination continue du circuit d'eau de l'unité : en effet, le débit minimal d'eau en périphérie des tubulures n'est pas suffisant pour le décrocher en totalité, mais seulement pour en détacher des fragments contaminés. Pour le patient et l'équipe médicale au contact direct d'une eau contaminée, le risque infectieux est alors bien réel. En Italie, le décès d'une patiente de

This biofilm acts as a secondary tank for continuous contamination of the dental unit waterlines: indeed, the minimal water flow on the piping periphery is not strong enough to remove it totally, but can only remove contaminated fragments. For the patient and the medical team in direct contact with this contaminated water, the infectious risk is then very genuine. In Italy,

81 ans victime d'une légionellose a été documenté suite à une contamination des circuits internes d'eau d'un unit dentaire (Ricci et coll., 2012). Si les units reliés à un réservoir d'eau indépendant permettent un meilleur contrôle de la qualité microbiologique de l'eau d'entrée, ils ne suffisent pas néanmoins à garantir une eau exempte de micro-organismes, car la contamination peut aussi avoir lieu au niveau des PID.

CONTAMINATION DE L'EAU DE L'UNIT PAR RÉTROCONTAMINATION AU NIVEAU DES PID

Lors des soins dentaires, la tête du PID est amenée à travailler en bouche, au plus près de l'organe dentaire et des tissus mous, au contact direct de la salive ou d'autres fluides biologiques (sang, pus), dans un milieu profondément septique. Ceci explique que les PID sont classés comme des dispositifs médicaux réutilisables semi-critiques selon la classification de Spaulding (DGS, 2006). Lors de l'arrêt du PID en bouche, il se produit un phénomène physique de reflux (*backflow*) (Petti et coll., 2013 ; Checchi et coll., 1998).

La tête du PID fonctionnant dans le milieu septique qu'est la cavité buccale, il se produit donc, outre la contamination et la salissure externes du PID (fig. 3), une rétrocontamination et une salissure internes du PID tant au niveau de sa tête et de son corps (Smith et coll., 2014 ; Herd et coll., 2007) qu'au niveau des fines tubulures dédiées à amener l'air et l'eau au niveau de l'instrument dynamique (Dreyer et Hauman 2001 ; Smith 2014). Cette souillure est objectivable en passant un fil de Nylon dans ces tubulures, une fois le PID démonté après utilisation, et en observant les dépôts délogés (fig. 4a) comparés à l'absence de dépôt quand le PID vient d'être nettoyé (fig. 4b) (Offner et coll., 2016).

the death of a 81-year-old patient, victim of Legionnaires' disease, was documented after a contamination of the internal dental unit waterlines (Ricci et al., 2012). If dental units connected to self-contained water bottles allow a better control of the microbial quality of the water at the entrance of the unit, they still cannot supply a water entirely free of microorganisms, because contamination can also occur with dynamic instrument holders.

CONTAMINATION OF DENTAL UNIT WATER BY RETRO-CONTAMINATION THROUGH HANDPIECES

During dental treatment, the head of the handpieces is put in the mouth, as close as possible to tooth and soft tissues, in direct contact with saliva or other biological fluids (blood, pus), in a considerably septic environment. This is the reason why dynamic handpieces are classified as reusable semi-critical medical devices according to Spaulding classification (DGS 2006). When the instrument stops working in mouth, a physical reaction called backflow occurs (Petti et al., 2013; Checchi et al., 1998). Since the head of the instrument works in the septic environment of the oral cavity, there are not only external contamination and staining of the instrument (fig. 3), but also internal retro-contamination and staining both on the head and the body of the handpiece (Smith et al., 2014; Herd et al., 2007) as well as in the thin pipes bringing air and water to the instrument (Dreyer and Hauman, 2001; Smith, 2014). Staining can be visible by inserting a nylon thread in these pipes once the instrument has been removed after use and deposits can be seen (fig. 4a) compared with the absence of deposits after the instrument has been cleaned (fig. 4b) (Offner et al., 2016).

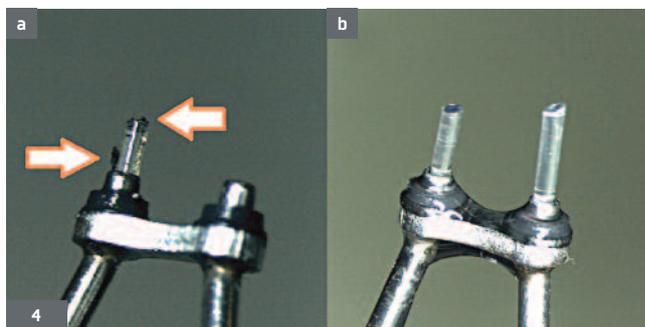


Fig. 3. Salissure d'un PID après utilisation en soins.

Fig. 3. Staining of dynamic instrument after use.

Fig. 4. a. Salissures internes de tubulures eau-air d'un PID délogées par le passage d'un fil de Nylon. b. Passage d'un fil de Nylon dans des tubulures propres.

Fig. 4. a. internal staining of water/air pipes of a dynamic instrument removed by a nylon thread. b. Insertion of a nylon thread into clean pipes.

S'il ne bénéficie pas d'un traitement adéquat, le PID contaminé peut alors devenir une source d'infection croisée mettant en danger la santé des patients suivants, ainsi que la santé de l'équipe soignante en les exposant à un risque infectieux accru (Smith, 2014). La contamination des PID peut être de nature diverse : on a ainsi retrouvé de nombreux pathogènes à l'intérieur de ceux-ci, tels que le virus de l'hépatite B (Deng et coll., 2005), des *Pseudomonas spp* ou encore *Staphylococcus aureus* (Smith, 2014). Une modélisation mathématique réalisée par l'Institut de veille sanitaire (INVS) en 2009 montre que chaque année, en France, le mauvais traitement des PID serait responsable de 200 contaminations par le virus de l'hépatite B, 2 par le virus de l'hépatite C, et 1 par le VIH (INVS, 2009). La contamination interne du PID peut se répandre jusqu'au moteur qui met le PID en action et rejoindre les tubulures air-eau, pouvant ainsi être à l'origine d'une contamination de l'intégralité des circuits d'eau de l'unité (Chin et coll., 2006; Saccheti et coll., 2006).

CONTAMINATION DU SYSTÈME D'ASPIRATION DE L'UNIT

Le système d'aspiration est l'un des éléments liés à l'unité dentaire. Les fluides biologiques (salive, sang, pus...) vecteurs de micro-organismes le traversent, et le système d'aspiration offre des conditions idéales à leur développement (ADF, 2016). En effet, la formation d'un biofilm est favorisée par l'humidité et la chaleur, et un rapport surface/volume élevé. Une utilisation intermittente du fauteuil et un entretien négligent sont des facteurs additionnels en faveur du potentiel développement d'un biofilm (Payment et coll., 1998). La coupe d'un tuyau d'aspiration peut d'ailleurs couramment montrer l'existence d'un dépôt sur les surfaces internes de celui-ci (fig. 5).

If the contaminated handpiece is not properly cleaned, it may become a source of cross infection threatening the following patients' health and the medical team's health by exposing them to a greater infectious risk (Smith, 2014). Contamination of these instruments may vary in nature: numerous pathogens have been found in them such as hepatitis B virus (Deng et al., 2005), pseudomonas spp and staphylococcus aureus (Smith, 2014). A mathematical modelling developed by the French Institute of Health Watch (INVS) in 2009 showed that every year, in France, inadequate management of dynamic dental handpieces would cause 200 contaminations with hepatitis B virus, 2 with hepatitis C virus, and one by HIV (INVS,2009). The internal contamination of these instruments can spread up to the engine and reach the air / water piping, which may provoke a contamination of all the dental unit waterlines (Chin et al., 2006; Saccheti et al., 2006).

CONTAMINATION OF THE DENTAL UNIT SUCTION SYSTEM

The suction system is one of the elements connected to dental unit waterlines. Biological fluids (saliva, blood, pus), vectors of microorganisms, go through it and the suction system provides ideal conditions to their development (ADF, 2016). Indeed, the formation of biofilm is favored by humidity and heat, and a high surface-to-volume ratio. An occasional use of the chair and poor maintenance are additional factors favoring the potential formation of biofilm (Payment et al., 1998). Cutting a suction hose can generally show the presence of deposit on the internal surfaces of the hose (fig. 5).

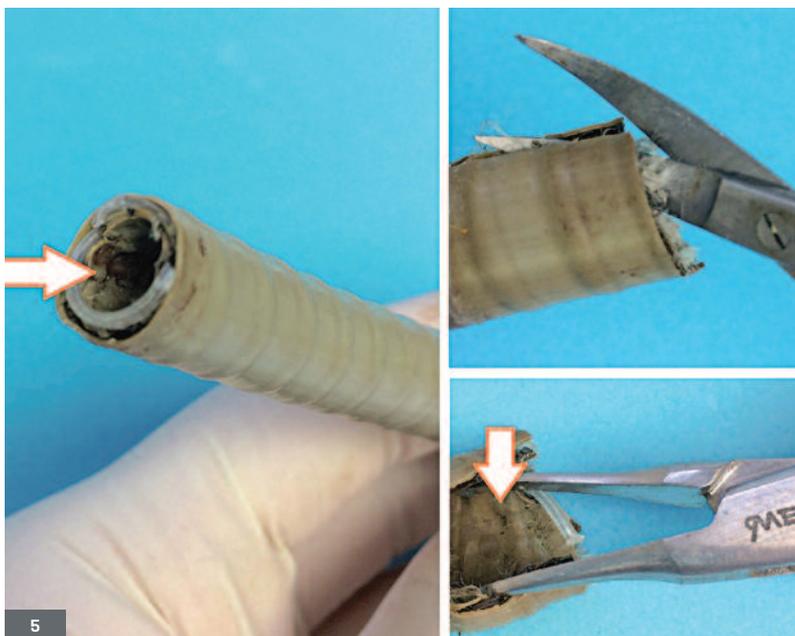


Fig. 5. Coupe d'un tuyau d'aspiration en place depuis deux ans, avec mise en évidence de salissures internes.

Fig. 5. Cross section of a suction pipe placed for two years; visible internal staining.

On imagine mal comment le système d'aspiration peut être la cause de contaminations croisées, puisqu'il n'est censé qu'aspirer. En pratique, pourtant, de nombreuses études relatent que, dans certaines conditions, il existe un phénomène de reflux du contenu du tuyau dans la cavité buccale. En effet, lorsque le patient ferme la bouche sur la canule d'aspiration, il crée une dépression dans sa cavité orale supérieure à la dépression engendrée par la pompe à salive, à l'origine alors du phénomène de reflux. Ces mêmes études suggèrent qu'un mauvais entretien des systèmes d'aspiration associé à un reflux de leur contenu dans la cavité buccale présenterait un risque de contamination croisée (Barbeau et coll., 1998 ; Watson et Whitehouse, 1993).

Le bon entretien et le maintien de l'efficacité des tuyaux d'aspiration sont primordiaux. En sus du risque de reflux, ces systèmes constituent la première barrière contre l'aérosolisation d'agents potentiellement pathogènes. 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 : c'est le principal moyen de prévention de l'aéro-biocontamination (Reybrouck et coll., 1999).

L'ENTRETIEN DE L'UNIT

Afin de pallier ces risques de contamination et de garantir la sécurité des soins pour le patient ainsi que pour le personnel soignant, des recommandations ont été édictées (DGS, 2006 ; ADF, 2016). Nous les avons synthétisées en un guide d'entretien des unités et fauteuils dentaires (Offner et coll., 2013) à destination de tout professionnel se servant de ces dispositifs médicaux, hospitalier ou libéral, chirurgien-dentiste ou autre acteur de soins. Ce guide, validé et adopté par le Comité de lutte contre les infections nosocomiales (CLIN) des HUS, est accessible sur la plateforme internet du CLIN et sur celle du Collège national des chirurgiens-dentistes universitaires en santé publique (www.dentairesantepublique.fr).

Des contrôles réguliers de l'efficacité de ces actions ont été entrepris, et seront poursuivis, afin de garantir la bonne gestion du risque infectieux.

GUIDE D'ENTRETIEN

Le guide d'entretien s'articule autour d'un protocole décliné en différents points :

CHAQUE MATIN

- Purge du robinet d'eau chaude de la salle de soins pendant 2 minutes minimum.
- Mise en place du réservoir d'eau indépendant le cas échéant. Le remplir en diluant le produit adéquat (biocide) avec l'eau du réseau (fig. 6a-b).
- Mise en place du filtre du système d'aspiration nettoyé et désinfecté ou à usage unique (fig. 6c). Mise en place des embouts d'aspiration nettoyés et désinfectés.
- Rinçage de l'aspiration avec 1 litre d'eau, à l'aide de l'OroCup®.
- Purge du crachoir, des fouets et des sprays de l'unité pendant 5 minutes.
- Nettoyage-désinfection des surfaces en un temps.

It is hard to believe that the suction system can generate cross-contamination since it is only supposed to suck up. In practice however, a lot of studies report that in certain conditions, the contents of the pipe can flow back into the oral cavity. Indeed, when the patient closes his/her mouth on the suction cannula, he/she creates in his/her oral cavity a greater vacuum than the one created by the saliva ejector, thus generating backflow. The same studies suggest that poor maintenance of the suction lines associated with a backflow of their content into the oral cavity would cause a risk of cross-contamination (Barbeau et al., 1998; Watson and Whitehouse, 1993).

A proper maintenance and the preservation of effective suction pipes are thus essential. In addition to the risk of backflow, these pipes are the first barrier against the aerosolization of potentially pathogenic agents. The suction of particles as soon as they are released in mouth considerably prevents the scattering of aerosols and debris filled with contaminant agents in the atmosphere: it is the first technique to prevent airborne contamination (Reybrouck et al., 1999).

MAINTENANCE OF DENTAL UNIT

In order to reduce these contamination risks and provide safe care to the patient and to the nursing staff, recommendations were made (DGS, 2006; ADF, 2016). We summarized them in a guide for maintenance of dental units and chairs (Offner et al., 2013) aimed at every professional using this type of medical devices, working in hospitals or private practice, whether dental surgeon or any other caregiver. These guidelines, validated and adopted by the French nosocomial infections control committee (CLIN) of the university hospitals of Strasbourg, can be found on the CLIN website and on the website of the Collège National des Chirurgiens-Dentistes Universitaires en Santé Publique (National College of Academic Dental surgeons in Public health) (www.dentairesantepublique.fr).

The efficiency of these actions were regularly checked and controls will be pursued in order to manage properly the infectious risk.

GUIDE OF MAINTENANCE

The guide of maintenance presents a protocol made of several items:

EVERY MORNING

- *Purge of the hot water tap of the treatment room during at least 2 minutes.*
- *Setting up of self-contained water tank when there is one. Filling it by diluting the adequate product (biocides) with the public water system (fig. 6a and 6b).*
- *Setting up of the filter in the cleaned and disinfected or single-use suction system (fig. 6c). Setting up of cleaned and disinfected suction tips.*
- *Rinsing of suction lines with 1 liter of water, with OroCup®.*
- *Purge of the bowl, whips and sprays of dental unit for 5 minutes.*
- *Cleaning/disinfection of surfaces in one single step.*



Fig. 6. Protocole d'entretien des unités. a. Remplissage du réservoir d'eau indépendant. b. Mise en place du réservoir d'eau indépendant. c. Mise en place du filtre du système d'aspiration.

Fig. 6. Maintenance protocol for dental units. a. Filling of the self-contained water tank. b. Placement of the self-contained water tank. c. Placement of the filter of suction system.

ENTRE CHAQUE PATIENT

- Rinçage de l'aspiration à l'eau (1 litre avec l'OroCup®) ou désinfection à l'Orotol® (2 bouchons pour 2 litres d'eau) en cas d'acte sanglant.
- Purge du crachoir, des sprays et des fouets de l'unité 20 à 30 secondes avant de déconnecter et traiter les porte-instrument dynamiques (pièces à mains, turbines...) (fig. 7).
- Nettoyage/désinfection des surfaces en un temps.

BETWEEN EVERY PATIENT

- Rinsing of the suction system with water (1 liter with OroCup®), or disinfection in Orotol® (2 measuring caps for 2 liters of water) in case of blood spillage.
- Purge of the bowl, sprays and whips of dental unit during 20 to 30 seconds before unplugging and cleaning the dynamic instruments (handpieces, turbines, etc...) (fig. 7).
- Cleaning/disinfection of surfaces in one single step



Fig. 7. Protocole d'entretien des unités : purge des fouets de l'unité, avant déconnexion des PID.

Fig. 7. Maintenance protocol for dental units - purge of whips of dental unit, before unplugging the dynamic handpieces.

CHAQUE SOIR

- Nettoyage et désinfection de l'aspiration à l'Orotol[®], avec l'OroCup[®].
- Purge du crachoir, des sprays et des fouets de l'unité après le dernier patient 20 à 30 secondes avant de déconnecter et traiter les porte-instruments dynamiques (fig. 7).
- Prédésinfection et nettoyage du filtre et des embouts du système d'aspiration, ou changement du filtre à usage unique.
- Nettoyage et désinfection des surfaces en trois temps.
- Rinçage et désinfection du réservoir d'eau indépendant et des embouts du système d'aspiration en laveur-désinfecteur à 55 °C. Placer un réservoir propre et vide sur l'unité.

CHAQUE SEMAINE

- Nettoyage des tubulures d'aspiration au MD555[®] (50mL de MD555[®] dans 950 millilitres d'eau, aspirer et laisser agir 30 minutes minimum, sans dépasser 2 heures).

ÉVALUATION ET CONTRÔLES

EAU DES UNITS

Avant d'avoir proposé la dernière version de ce guide, qui se veut évolutif en fonction des données acquises de la science, de l'évolution des équipements, nous avons régulièrement évalué son efficacité, et poursuivons le contrôle de celle-ci. Pour ce faire, des prélèvements d'eau par échantillonnage sont régulièrement effectués. Les conditions de culture des échantillons d'eau ainsi que les normes utilisées sont décrites dans le **tableau 1**. En référence à des guides techniques nationaux, des niveaux de qualité microbiologique de l'eau et des seuils d'interprétation des résultats des prélèvements sont définis (*Guide technique de l'eau dans les établissements de santé*, 2005) et présentés dans le **tableau 2**.

EVERY EVENING

Cleaning and disinfection of suction system with Orotol[®], using OroCup[®].

- *Purge of the bowl, sprays and whips of dental unit after the last patient during 20 to 30 seconds before unplugging and cleaning the dynamic handpieces (fig. 7).*
- *Pre-disinfection and cleaning of the filter and tips of the suction system, or replacement of single-use filter.*
- *Cleaning and disinfection of surfaces in three steps.*
- *Rinsing and disinfection of self-contained water tank and tips of the suction system in washer-disinfector at 55° C. Place an empty and clean tank on dental unit.*

EVERY WEEK

- *Cleaning of suction tubes with MD555[®] (50 mL of MD555[®] in 950 mL of water, suck up and leave on for 30 minutes minimum, 2 hours maximum).*

EVALUATION AND CONTROLS

WATER IN DENTAL UNITS

*Before releasing the last version of this guide which will evolve according to the acquired science data and to the evolution of equipment, we have regularly assessed its effectiveness and keep on controlling it. For that purpose, water samples are regularly collected. The culture conditions of water samples as well as the standards we used are described in **table 1**. In reference to national technical guides, levels of microbial quality of water and interpretation thresholds of samples results are defined (technical guide of water in health institutions, 2005) and presented in **table 2**.*

TABLEAU 1 – TABLE 1

Conditions de culture des échantillons d'eau prélevés au niveau des fouets de l'unité et normes utilisées (*Guide technique de l'eau dans les établissements de santé*, 2005).
Culture conditions of water samples taken in the whips of dental unit and applied standards (Technical guide of water in health institutions, 2005).

Micro-organismes recherchés <i>Sought microorganisms</i>	Volume analysé (en millilitres) <i>Analyzed Volume (millilitres)</i>	Durée maximale de conservation avant analyse (en heures) <i>Maximum storage period before analysis (hours)</i>	Température (°C) de conservation avant analyse <i>Storage temperature (°C) before analysis</i>	Conditions d'ensemencement des échantillons <i>Streiking conditions of samples</i>	Norme Standard
FAR ¹ à 22 °C VAB ¹ at 22°C	1	12	5 ± 3	72 heures à 22 °C sur gélose PCA ² par inclusion ou filtration 72 h at 22°C on PCA ² by inclusion or filtration	ISO 6222
FAR ¹ à 36 °C VAB ¹ at 36°C	1	12	5 ± 3	48 heures à 36 °C sur gélose PCA par inclusion ou filtration 48 h at 36°C on PCA by inclusion or filtration	ISO 6222
Coliformes et <i>E. coli</i> <i>Coliforms and E. coli</i>	100	6	Ambiante (≤ 25 °C) <i>Ambient temperature (≤ 25 °C)</i>	24 heures à 36 °C sur gélose TTC ³ par filtration sur membrane 2 ^e lecture à 48 heures 24 h at 36°C on agar TTC ³ by membrane filtration 2 nd reading 48 h later	ISO 9308-1
	100	24	5 ± 3		

Entérocoques <i>Enterococci</i>	100	6	Ambiante (≤ 25 °C) <i>Ambient temperature (≤ 25°C)</i>	48 heures à 36 °C sur géluse Slanetz par filtration sur membrane <i>48 h at 36°C on Slanetz agar by membrane filtration</i>	ISO 7899-2
	100	24	5 ± 3		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	100	NC – NR	NC – NR	48 heures à 36 °C sur gélose au cétrimide par filtration sur membrane <i>48 h at 36° C on cetrimide agar by membrane filtration</i>	ISO 16266

1. FAR : flore aérobie revivable. – 2. PCA : Plate Count Agar = gélose pour le dénombrement des micro-organismes aérobies revivifiables. –
3. TTC : Tergitol = milieu de recherche et de dénombrement des coliformes.

1 VAB: viable aerobic bacteria – 2 PCA: Plate Count Agar = agar for the enumeration of viable aerobic bacteria –
3 TTC: Tergitol = detection and enumeration of coliforms

TABLEAU 2 – TABLE 2

Niveaux de qualité microbiologique de l'eau et interprétation des résultats des prélèvements d'eau au niveau des fouets de l'unité (*Guide technique de l'eau dans les établissements de santé, 2005*).

Level of microbial quality of water and interpretation of the results of water samples taken in dental unit whips (Technical guide of water in health institutions, 2005).

RÉSULTATS – RESULTS	INTERPRÉTATION – INTERPRETATION
<ul style="list-style-type: none"> • Flore aérobie à 22 °C ≤ 100 UFC/ml • Flore aérobie à 37 °C ≤ 10 UFC/ml • et absence de germes pathogènes <ul style="list-style-type: none"> • <i>Aerobic flora at 22°C ≤ 100 UFC/mL</i> • <i>Aerobic flora at 37°C ≤ 10 UFC/mL</i> • <i>and absence of pathogenic germs</i> 	<p>> Résultats CONFORMES aux valeurs attendues > <i>Results IN COMPLIANCE with the expected values</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Flore aérobie à 22 °C > 100 UFC/ml et < 200 UFC/ml • Flore aérobie à 27 °C > 10 UFC/ml et < 30 UFC/ml • et absence de germes pathogènes <ul style="list-style-type: none"> • <i>Aerobic flora at 22°C > 100 UFC/mL and < 200 UFC/mL</i> • <i>Aerobic flora at 27°C > 10 UFC/mL and < 30 UFC/mL</i> • <i>and absence of pathogenic germs</i> 	<p>> Résultats ACCEPTABLES L'unité peut être utilisée. Un nouveau prélèvement est programmé à D+3</p> <p>> ACCEPTABLE results <i>Dental unit can be used.</i> <i>A new sampling is scheduled on D+3</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Flore aérobie à 22 °C ≥ 200 UFC/ml • Flore aérobie à 37 °C ≥ 30 UFC/ml ou • Présence de germes pathogènes : <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Entérocoques <i>Escherichia coli</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Aerobic flora at 22°C ≥ 200 UFC/mL</i> • <i>Aerobic flora at 37°C ≥ 30 UFC/mL</i> or • <i>Presence of pathogenic germs:</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Enterococci <i>Escherichia coli</i> 	<p>> Résultats NON CONFORMES SUSPENDRE L'USAGE de l'unité et procéder à un traitement au Dialox®. Un nouveau prélèvement est programmé à D+15 après traitement au Dialox®, jusqu'à conformité des résultats</p> <p>> NON-COMPLIANT results SUSPEND THE USE of the unit and perform treatment with Dialox®. <i>A new sampling is scheduled on D+15 after treatment with Dialox®, until results are compliant.</i></p>

L'analyse continue des résultats de ces prélèvements a montré que le protocole ainsi établi est efficace dans la gestion du risque infectieux lié à l'eau des unités (fig. 8). Toutefois, malgré l'application de ce protocole, il arrive que de rares prélèvements apparaissent non conformes. Les mesures correctives mises en œuvre pour ces fauteuils consistent alors en un traitement interne des conduites d'eau de l'unité au Dialox® réalisé par un technicien. Le taux d'efficacité de ce traitement pour l'année 2013 a été de 75 % aux HUS, ce qui a été considéré comme insuffisant.

The ongoing analysis of the samples results showed us that these guidelines are effective in the management of the water-related infectious risk of dental units (fig. 8). However, in spite of the compliance with this protocol, it may happen that rare samples turn out to be non-compliant. Corrective actions for these chairs involve an internal treatment of the dental unit waterlines with Dialox® 1 performed by a technician. In 2013, the effectiveness rate of this treatment was 75% in the university hospitals of Strasbourg and this result was considered insufficient.

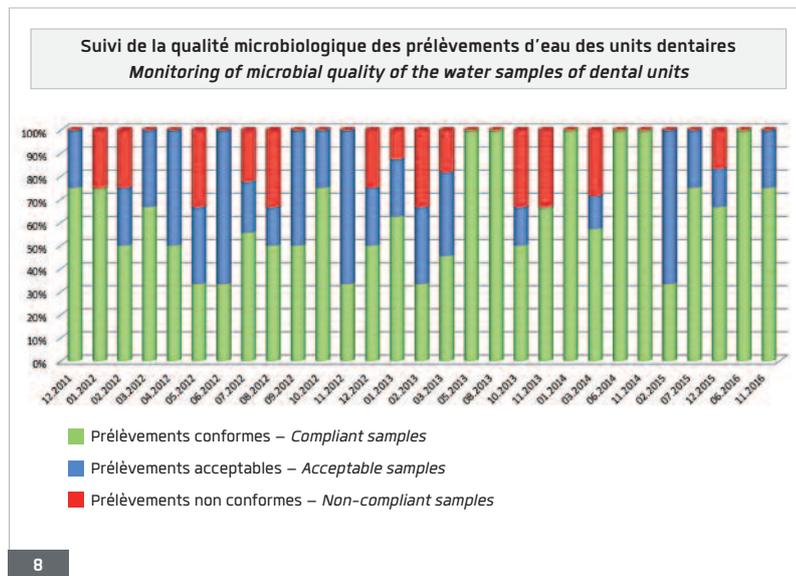


Fig. 8. Suivi de la qualité microbiologique des prélèvements d'eau des unités dentaires du pôle de médecine et chirurgie bucco-dentaires des Hôpitaux universitaires de Strasbourg (HUS).

Fig. 8. Monitoring of microbial quality of the water samples of dental units at the Center of Oral Medicine and Surgery in Strasbourg University Hospitals.

Le pôle de médecine et chirurgie bucco-dentaires a alors décidé de mettre en place des solutions permettant d'augmenter ce taux d'efficacité. Ainsi, des systèmes de traitement d'eau en continu (IGN EVO-Calbénium Cartouche®) ont été installés sur les unités contaminées résistant à la méthode de désinfection au Dialox®. Dès l'installation de ce système, les contrôles effectués ont montré des résultats tout à fait conformes, avec moins de 1 UFC/ml de flore aérobie revivifiable à 22 °C et à 37 °C (fig. 9) (Offner et coll., 2016).

The Center of Oral Medicine and Surgery decided to find some solutions in order to increase this effectiveness rate. Continuous water treatment systems (IGN EVO - CALBÉNIUM - Cartouche IGN®) were placed on the contaminated dental units resisting the disinfection method with Dialox®. As soon as this system was placed, controls showed fully satisfactory results, with less than 1 UFC/mL of viable aerobic flora at 22° C and 37° C (fig. 9) (Offner et al., 2016).

SYSTÈME D'ASPIRATION

Le contrôle de l'efficacité du protocole au niveau du système d'aspiration peut être effectué de deux manières : par des frottis de surfaces et par des analyses microbiologiques de l'eau en sortie de tuyaux. Les analyses que nous avons effectuées sur des tuyaux d'aspiration en place depuis 5 semaines et jusqu'à 2 ans ont montré des résultats bien en deçà des niveaux cibles, et ont donc conforté l'efficacité de notre protocole dans la gestion du risque infectieux et la sécurité des soins liés au système d'aspiration (Offner et coll., 2015).

UCTION SYSTEM

The efficiency of the guidelines concerning the suction system can be controlled with two methods: with surface wipe sampling and with microbiological water testing at the outlet pipe system. The analyses we did on suction lines placed for 5 weeks and up to 2 years showed results well below the target levels, and thus strengthened the efficiency of our protocol in the management of the infectious risk and the safety of care related to the suction system (Offner et al., 2015).

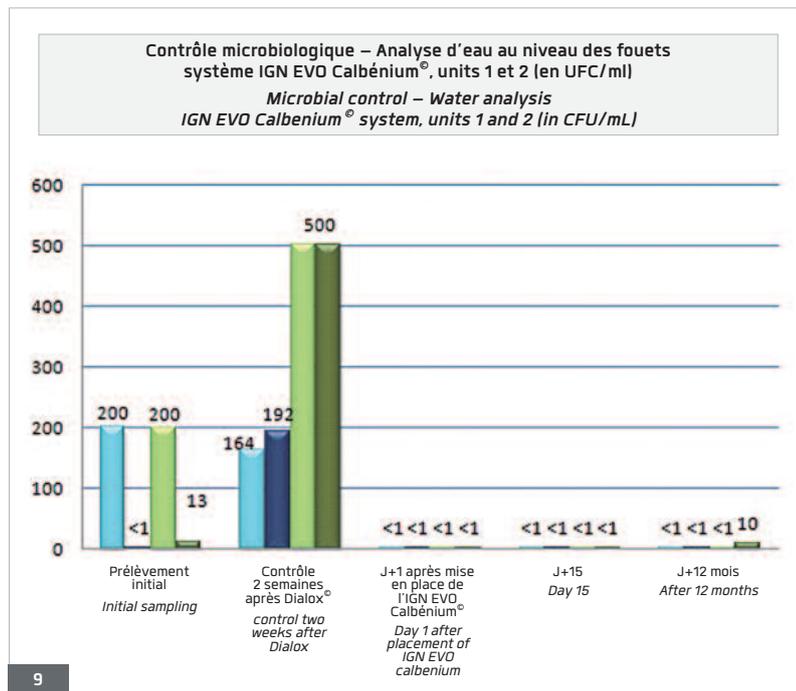


Fig. 9. Suivi de la qualité microbiologique des prélèvements d'eau pour 2 unités, avant et après la mise en place du système IGN EVO Calbenium[®].

Fig. 9. Monitoring of microbial quality of water samples for two units, before and after implementation of IGN EVO CALBENIUM[®] system.

- Quantité de flore aérobie revivable à 37°C – unité 1
Quantity of viable aerobic bacteria at 37°C - unit 1
- Quantité de flore aérobie revivable à 22°C – unité 1
Quantity of viable aerobic bacteria at 22°C - unit 1
- Quantité de flore aérobie revivable à 37°C – unité 2
Quantity of viable aerobic bacteria at 37°C - unit 2
- Quantité de flore aérobie revivable à 22°C – unité 2
Quantity of viable aerobic bacteria at 22°C - unit 2

PORTE-INSTRUMENTS DYNAMIQUES (PID)

Afin de prévenir le risque de contamination croisée liée à l'utilisation des PID, il faut pouvoir traiter correctement ces dispositifs médicaux. D'après la classification de Spaulding, ils font partie de la catégorie des dispositifs médicaux semi-critiques. À ce titre, il est donc nécessaire, indispensable et obligatoire de stériliser les PID entre chaque patient (Weightman et Lines, 2004 ; Young, 1997). Or, pour que la stérilisation des PID 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 (Perrin, 1999 ; Thiveaud, 1997). De nombreuses études insistent d'ailleurs sur ce point : il est essentiel que les PID aient pu bénéficier d'un nettoyage optimal afin de garantir l'efficacité de leur stérilisation (Smith et coll., 2009 ; Bagg, 2007). C'est à ce niveau que des difficultés apparaissent. D'un côté, le nettoyage externe des PID ne pose pas de problème. D'un autre côté, le nettoyage interne reste empreint de grandes difficultés pour qu'il soit réalisé efficacement (Shearer, 1996), principalement à cause de l'architecture interne complexe des PID et des dimensions très réduites des tubulures air-eau qu'ils présentent (Weightman et Lines, 2004 ; Bagg et coll., 2007). De plus, il est difficile d'évaluer ce nettoyage interne des PID, car ils sont pour la plupart « non démontables », c'est-à-dire qu'ils sont fragiles et qu'ils ne sont pas conçus pour être démontés de façon régulière autrement que de manière fastidieuse et minutieuse. La littérature pose d'ailleurs la question d'une méthode éprouvée pour contrôler le bon nettoyage interne des PID qui pose problème concernant les PID « non démontables » (Perrin, 1999 ; Musso, 2007). En effet, la norme NF EN ISO 15883 relative aux exigences générales des performances des laveurs-désinfecteurs (Kudhail, 2013) préconise une validation visuelle du bon nettoyage des instruments. Si ceci ne pose pas de problème pour les

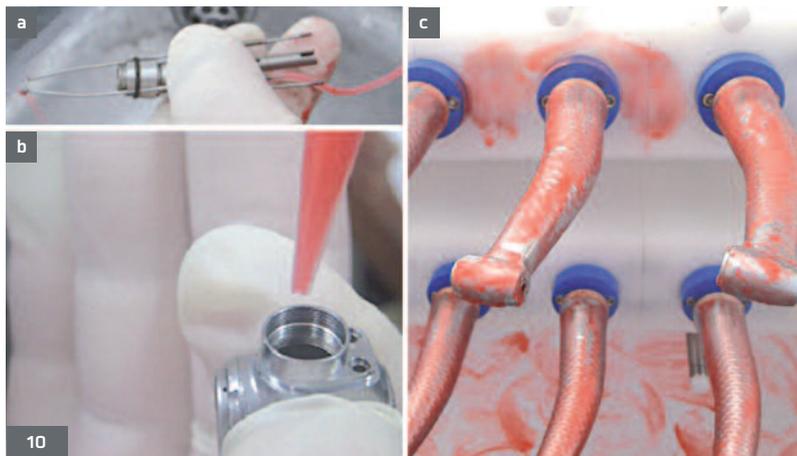
DYNAMIC DENTAL HANDPIECES

To prevent the risk of cross-contamination due to the use of these handpieces, it is necessary to properly handle these medical devices. According to Spaulding classification, they belong to the category of semi-critical medical devices. As such, it is necessary, essential and compulsory to sterilize the handpieces between every patient (Weightman and Lines, 2004; Young, 1997). Yet, in order that the sterilization of dynamic handpieces and any other instrument is thorough and effective and that steam can reach the entire surfaces to be sterilized, the instruments must first be clean (Perrin, 1999; Thiveaud, 1997). Numerous studies insist on this point: dynamic handpieces must be extremely clean to ensure the effectiveness of sterilization (Smith et al., 2009; Bagg, 2007). Difficulties might appear here. On one hand, the external cleaning of these handpieces is not a problem. On the other hand, the internal cleaning remains very difficult (Shearer 1996) mainly because of the complex internal architecture of those instruments and the very small size of the air/water tubing (Weightman and Lines, 2004; Bagg et al., 2007). Moreover, it is difficult to assess the internal cleaning since most of these instruments cannot be "disassembled": indeed, they are fragile and are not designed to be frequently disassembled since the process is cumbersome and meticulous. The literature raises the question of a well-validated method to check the proper internal cleaning of dynamic instruments which is problematic for "non dismountable" handpieces (Perrin, 1999; Musso, 2007). Indeed, the NF EN ISO 15883 standard concerning the general requirements of the performances for washers-disinfectors (Kudhail, 2013) recommends visual validation of the proper cleaning of

instruments pleins, il en va autrement pour les instruments à corps creux, de surcroît « non démontables ».

Nous avons alors mis au point une méthode de validation du nettoyage interne des PID, en plusieurs points (Offner et coll., 2016) :

1. Démontez les PID.
2. Souillez l'extérieur (corps du PID) et l'intérieur (tubulures air-eau, engrenages) à l'aide de Soil Test[®]. Souillez également le support de charge (bloc support de PID, parois de la cuve). Le Soil Test[®] a été choisi en raison de la bonne adaptabilité de la forme sous laquelle il est présenté au protocole ici décrit et de son adéquation avec des souillures biologiques (ISO 2009).
Les tubulures air-eau seront souillées à l'aide d'une seringue remplie de Soil Test[®] dont l'embout est adapté à leur diamètre. La pression sur le piston de la seringue sera effectuée jusqu'à ce que le Soil Test[®] ressorte par la lumière opposée de la tubulure (fig. 10a). La tête du PID sera souillée à l'aide d'une seringue remplie de Soil Test[®] (fig. 10b).
3. Remontez les PID.
4. Les mettre en place dans l'automate (fig. 10c), lancer un cycle avec désactivation de la phase de désinfection (comme spécifié dans la norme NF EN ISO 15883 – 1 pour les tests de lavage – Kudhail, 2013).



instruments. If this is not a problem for full instruments, it is different for hollow instruments that are moreover "non demountable".

This is the reason why we developed a method of validation for the internal cleaning of dynamic handpieces, described below (Offner et al., 2016):

1. Disassemble the handpiece.
2. Soil the external part (body of the instrument) and the internal part (air/water hoses, gears) with Soil Test[®]. Soil load support too (instrument holder, tank walls). Soil Test[®] was chosen for its adaptability to the protocol described here and for its adequacy with biological stains (ISO, 2009).
Air/water pipes will be soiled with a syringe filled with Soil Test[®] and a tip adapted to their diameter. The pressure on the syringe plunger will be exerted until Soil Test[®] goes out by the opposite light of the pipe (fig. 10a). The handpiece head will be soiled with a syringe filled with Soil Test[®] (fig. 10b).
3. Reassemble the instruments.
4. Place them in the autoclave (fig. 10c), run a cycle after deactivating the disinfection stage (as specified in the NF EN ISO 15883 – 1 standard for washing tests-Kudhail, 2013).

Fig. 10. Méthode de contrôle du nettoyage des PID. a. Salissure des tubulures air-eau. b. Salissure de la tête du PID. c. Connexion des PID avec salissures dans l'automate.

Fig. 10. Control method of dynamic instruments cleaning procedure. a. Staining of air/water pipes. b. Staining of the handpiece head. c. Connection of stained dynamic instruments in the autoclave.

5. Observer visuellement la présence/l'absence de résidus de souillure sur l'extérieur du PID. Réaliser un test à la ninhydrine en cas d'absence (CleanTrace[®]).

6. Démontez les PID.
7. Observer visuellement la présence/l'absence de résidus de souillure. Passer un fil de nylon de diamètre 0,7 mm dans les tubulures air-eau au-dessus d'une plaque propre. Le fil est ajusté au diamètre des tubulures et emmènera avec lui les éventuelles souillures résiduelles qui seront alors observables à sa sortie. Observer la présence de souillure sur l'extrémité et/ou le corps du fil au microscope. Observer la présence de dépôts sur la plaque. Réaliser un test à la ninhydrine sur le fil en cas d'absence (CleanTrace[®]).
8. Remontez les PID/ou reprendre au point 2 pour un nouveau cycle.

5. Visually observe the presence/the absence of staining residues on the outside of the instrument. Perform a test in ninhydrin if no residues (CleanTrace[®]).

6. Disassemble the instruments.
7. Visually observe the presence/the absence of staining residues. Insert a 0.7 mm diameter nylon thread in air/water pipes over a clean slab. Fitting the pipes diameter, the thread will remove the possible residual debris which can be seen when it goes out. Observe the presence of staining on the extremity of the thread and/or the thread itself under a microscope. Observe the presence of deposit on the slab. Proceed to a test with ninhydrin on the thread if no deposit is found (CleanTrace[®]).
8. Reassemble the handpieces/or start again point 2. for a new cycle.

Cette méthode permet d'apprécier le nettoyage interne des PID. Elle est conforme aux demandes initiales de la norme NF EN ISO 15883 (Kudhail, 2013) concernant le nettoyage des instruments. Elle pose toutefois une limite principale : le protocole s'avère fastidieux à réaliser et les manipulations délicates, car elles ont été effectuées sur des PID qui ne sont pas conçus pour être démontés et dont les éléments démontés sont très facilement cassables. Si cette méthode peut fort bien trouver sa place lors de qualifications initiales ou de requalifications périodiques d'un automate de traitement dédié aux PID, elle devra très certainement être mise en œuvre par des techniciens qualifiés, et sans doute avec des PID dédiés à ces tests.

CONCLUSIONS

L'unité dentaire est un équipement nécessaire au chirurgien-dentiste pour pouvoir effectuer des soins de qualité. Aucun praticien ne peut s'en passer, et il est utilisé pour tous les patients, quasiment pour tous les actes. Il s'avère que, outre les avantages qu'il offre, il présente aussi l'existence de contaminations, et donc de risques infectieux pour le patient et pour le praticien. Il est alors indispensable de se pencher sur l'hygiène de cet équipement. Ces contaminations peuvent être externes ou internes (eau circulant dans l'unité, système d'aspiration, rétrocontamination des PID...) et posent la question de la sécurité des soins.

Des recommandations ont été établies pour contrôler ce risque infectieux. Dans cet article, nous en avons réalisé une synthèse via un protocole d'entretien de l'unité, et nous avons exposé des méthodes d'évaluation des actions proposées, pour encadrer toujours mieux les soins en matière d'hygiène et donc de sécurité des soins, en vue d'une amélioration continue des pratiques. Ces méthodes visent à contrôler la qualité microbiologique de l'eau circulant dans les unités, le nettoyage des dispositifs médicaux semi-critiques que sont les PID, ou encore l'efficacité du protocole d'entretien des unités. Même si certaines d'entre elles doivent encore faire l'objet d'études approfondies (pérennité de l'efficacité des systèmes de désinfection de l'eau en continu, simplification d'une méthode d'évaluation du nettoyage des PID...), des solutions existent pour contrôler la sécurité des soins liée à l'utilisation des unités dentaires, elles sont enseignées aux étudiants et sont applicables aisément au cabinet dentaire.

This method allows to assess the internal cleaning of the DIH. It meets the initial requirements of the NF EN ISO 15883 standard (Kudhail, 2013) concerning the cleaning of instruments. It has however a major limitation: the protocol is tedious to perform and manipulations are delicate because they are done on dental handpieces which were not designed to be disassembled and the dismantled elements can be easily broken. If this method can very well find a place during the initial qualifications or periodic requalifications of a treatment machine for dental handpieces, it will certainly need to be handled by qualified technicians and surely with dynamic instruments dedicated to these tests.

CONCLUSIONS

Dental unit is a necessary equipment for the dental surgeon to perform high-quality care. No practitioner can do without and it is used for all patients, almost for all the procedures. Besides its advantages, it also presents the existence of contamination and thus infectious risks both for the patient and for the practitioner. It is then essential to deal with the hygiene of this equipment. Contamination can be either external or internal (flowing water in the unit, suction system, retrocontamination of dynamic dental instruments) and raises the issue of care safety.

Recommendations were provided to control the infectious risk. In this article, we have written a synthesis of these recommendations via a protocol of maintenance for the dental unit, and we presented assessment methods for the proposed actions, in order to supervise always more effectively care hygiene and thus care safety and thus keep on improving practices. These methods aim at controlling the microbial quality of the water flowing in units, the cleaning of semi-critical medical devices such as dynamic dental instruments and the efficiency of the maintenance protocol for dental units. Even if some of them need to be more thoroughly documented (sustainability of the effectiveness of disinfection systems for continuous water, simplification of an assessment method to clean dynamic handpieces, ...), solutions do exist to control care safety related to the use of dental units, they are taught to students and can easily be applied in dental offices.

Traduction : Marie Chabin

BIBLIOGRAPHIE

ASSOCIATION DENTAIRE FRANÇAISE (ADF). – Grille technique d'évaluation pour la prévention des infections associées aux soins. 2016.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE STÉRILISATION (AFS). – Qualification et requalification des laveurs-désinfecteurs. 2009. [En ligne] [Consulté le 15.04.2017] www.afs.asso.fr

BAGG J., SMITH A.J., HURRELL D., MC HUGH S., IRVINE G. – Pre-sterilization cleaning of re-usable instruments in general dental practice. *Brit Dent J* 2007;202(9):E22; discussion 550-551.

BARBEAU J., GAUTHIER C., PAYMENT P. – Biofilms, infectious agents, and dental unit waterlines : a review. *Can J Microbiol* 1998;44:1019-1028.

BARBEAU J., TEN BOKUM L., GAUTHIER C., PREVOST A.P. – Cross-contamination potential of saliva ejectors used in dentistry. *J Hosp Infect* 1998;40(4):303-311.

CHECCHI L., MONTEBUGNOLI L., SAMARITANI S. – Contamination of the turbine air chambre : a risk of cross-infection. *J Clin Periodontol* 1998;25(8):607-611.

CHIN JR, Miller CH, Palenik CJ. Internal contamination of air-driven low-speed handpieces and attached prophylaxis angles. *J Am Dent Assoc* 2006;137(9):1275-1280.

CHIN J.R., WESTERMAN A.E., PALENIK C.J., ECKERT S.G. – Contamination of handpieces during pulpotomy therapy on primary teeth. *Pediatr Dent* 2009;31(1):71-75.

DENG X.H., SUN Z., ET AL. – The possibility of hepatitis B virus transmission through dental handpieces. *Chinese Journal of preventive medicine* 2005;39(3):199-202.

DREYER A.G., HAUMAN C.H. – Bacterial contamination of dental handpieces. *SADJ* 2001;56(11):510-512.

GUIDE DE PRÉVENTION DES INFECTIONS LIÉES AUX SOINS EN CHIRURGIE DENTAIRE ET EN STOMATOLOGIE. Ministère de la Santé. DGS. 2006.

GUIDE TECHNIQUE DE L'EAU DANS LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ. Ministère de la Santé et des Solidarités. 2005. [En ligne] [Consulté le 15.04.2017] http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_technique_de_l_eau_dans_les_etablissements_de_sante_-_edition_2005.pdf

HERD S., CHIN J., PALENIK C.J., OFNER S. – The *in-vivo* contamination of air-driven low-speed handpieces with prophylaxis angles. *J Am Dent Assoc* 2007;138(10):1360-1365.

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE (INVS). – Analyse du risque infectieux lié à la non-stérilisation entre chaque patient des porte-instruments rotatifs en chirurgie dentaire. Rapport du 15 mai 2009. [En ligne] [Consulté le 15.04.2017] http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/invs/2009_odonto_logie_invs.pdf

ISO 7494-1. – Médecine bucco-dentaire – Units dentaires – Partie 1 : Exigences générales et méthodes d'essai. International Standard Organization, 2011.

ISO 6222. – Water quality - Enumeration of culturable micro-organisms - Colony count by inoculation in a nutrient agar culture medium. International Standard Organization: 1999.

ISO 9308-1. Water quality - Enumeration of Escherichia coli and coliform bacteria - Part 1: Membrane filtration method for waters with low bacterial background flora. International Standard Organization: 2014.

ISO 7899-2. – Water quality - Detection and enumeration of intestinal enterococci - Part 2: Membrane filtration method. International Standard Organization: 2000.

ISO 16266. – Water quality - Detection and enumeration of Pseudomonas aeruginosa - Method by membrane filtration. International Standard Organization: 2006.

ISO 15883. – 1,2. Washer-disinfectors. International Standard Organization: 2009.

KUDHAL R. – Can oil lubricated dental handpiece be sterilized?: part 2. Literature review. *Dent Update* 2013; 40(8):630-632.

MANN G.L., CAMPBELL T.L., CRAWFORD J.J. – Backflow in low-volume suctionlines: The impact of pressure changes. *J Am Dent Assoc* 1996;127(5):611-615.

MUSSO P. – Le lavage des dispositifs médicaux en stérilisation dans les établissements de santé : évolution, aspects techniques et réglementaires. *IRBM News* 2007;28(4):24-31.

NIKAEEN M., HATAMZADEH M., SABZEVARI Z., ZAREH O. – Microbial quality of water in dental unit waterlines. *J Res Med Sci* 2009;14:297-300.

OFFNER D., DEBOSCKER S., BELOTTI L., BRISSET L., LAVIGNE T., MUSSET A.M. – Élaboration et évaluation d'un protocole d'entretien des unités et fauteuils dentaire (ADEC® et Planmeca®) aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg. *Hygiènes* 2013;21(2):21-28.

OFFNER D., BRISSET L., MUSSET A.M. – Cleaning of dental handpieces: a method to test its efficiency, and its evaluation with a washer-disinfectors-lubricator-dryer. *Dent Open J*. 2016;3(1):10-16.

OFFNER D., FIORETTI F., MUSSET A.M. – Contamination of dental unit waterlines: assessment of three continuous water disinfection systems. *BDJ Open*. 2016;2:16007.

OFFNER D., ILTIS L., BERTRAND A., MUSSET A.M. – L'hygiène des tuyaux d'aspiration de l'unité dentaire, étude comparative de l'impact de leur structure et entretien. *L'Information Dentaire* 2015;18:12-17.

PAYMENT P., BARBEAU J., GAUTHIER C. – Biofilms, infectious agents, and dental unit waterline : a review. *Can J Microbiol* 1998;44:1019-1028.

PERRIN D. – Les instruments dynamiques. *Clinic* 1999;20(7).

PETTI S., MORONI C., MESSANO G.A., 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(3):413-421.

REYBROUCK G., ET COLL. – Hygiène en pratique dentaire : Recommandations du conseil supérieur d'hygiène. Belgique – Ministère des Affaires Sociales et de la Santé Publique. mars 1997 – Sortie presse en mars 1999. [En ligne] [Consulté le : 15.04.2017] <http://www.md.ucl.ac.be/didac/hosp/cours/detdentb.htm#p6>

RICCI M.L., FONTANA S., PINCI F., FIUMANA E., PEDNA M.F., FAROLFI P., SABATTINI M.A., SCATURO M. – Pneumonia associated with a dental unit waterline. *Lancet* 2012;379:684.

SACCHETTI R., BALDISARRI A., ET AL. – Microbial contamination in dental unit waterlines: comparison between Er: yag laser and turbine lines. *Ann Agric Environ Med* 2006;13:275-279.

SHEARER B.G. – Biofilm and the dental office. *J Am Dent Assoc*. 1996;127:18-19.

SMITH A., SMITH G., LAPPIN D.F., BAXTER H.C., JONES A., BAXTER R.L. – Dental handpiece contamination : a proteomics and surface analysis approach. *Biofouling* 2014;30(1):29-39.

SMITH G., SMITH A. – Microbial contamination of used dental handpieces. *Am J Infect Control* 2014;42(9):1019-1021.

SMITH G.W., SMITH A.J., CREANOR S., HURRELL D., BAGG J., LAPPIN D.F. – Survey of the decontamination and maintenance of dental handpieces in general dental practice. *Brit Dent J* 2009;207(4):160-161.

STATEMENT ON DENTAL UNIT WATERLINES. – American Dental Association. 2004 [En ligne] [Consulté le : 15.04.2017] <http://www.ada.org/1856.aspx>.

THIVEAUD D. – Du nettoyage à la stérilisation. Le lavage : l'étape essentielle. *Hygiènes* 1997;2:27-34.

WATSON C.M., WHITEHOUSE R.L. – Possibility of cross-contamination between dental patients by means of the saliva ejector. *J Am Dent Assoc* 1993;124(4):77-80.

WEIGHTMAN N.C., LINES L.D. – Problems with the decontamination of dental handpieces and other intra-oral dental equipment in hospitals. *J Hosp Infect* 2004;56(1):1-5.

WIRTHLIN M.R., MARSHALL G.W. JR, ROWLAND R.W. – Formation and decontamination of biofilms in dental unit waterlines. *J Periodontol* 2003;74:1595-1609.

YOUNG J.M. – Keys to successful handpiece maintenance. *Tex Dent J* 1997;114(12):15-19.