

## Étude de l'influence des étapes de pré-traitement sur la corrosion des instruments de chirurgie

*Influence of stage of decontamination on corrosion of surgical instruments*

GARRIGUE-BABINET Agnès<sup>1</sup>,  
HILLIARD Fabien<sup>2</sup>,  
LE BRETON Rachel<sup>3</sup>,  
DOMRAULT Carole<sup>4</sup>,  
OLIVIER Emmanuelle<sup>4</sup>,  
GRIMANDI Gaël<sup>5</sup>

1. Pharmacien assistant,  
2. Stagiaire assurance qualité,  
3. Technicien assurance qualité,  
4. Pharmacien, Praticien Hospitalier,  
5. Pharmacien chef de service, Praticien hospitalier,  
Pharmacie Centrale Service de l'Arsenal,  
CHU de Nantes.

Auteur correspondant :  
OLIVIER Emmanuelle,  
Pharmacie Centrale Service de l'Arsenal,  
Hôpital Saint Jacques,  
85, rue Saint Jacques,  
44093 Nantes Cedex 1

emmanuelle.olivier@chu-nantes.fr

Article reçu le 02/11/2006  
Accepté le 08/06/2008  
Conflit d'intérêt : aucun

Pharm Hosp 2008; 43 (175) : 219-226  
© 2008. Elsevier Masson SAS.

### Résumé

**Introduction** : Au moment de la centralisation du nettoyage et du conditionnement au CHU de Nantes, les services utilisateurs ont rapidement signalé l'apparition d'une corrosion de l'instrumentation chirurgicale. Un diagramme d'Ishikawa a permis d'identifier des causes liées aux matières premières (qualité de l'eau, pré-désinfectant), au matériel (nouveaux laveurs) et aux méthodes (temps de pré-désinfection, délai d'attente après la pré-désinfection). **Objectif** : L'objectif de ce travail a été de déterminer expérimentalement l'influence de la phase de pré-traitement sur la corrosion. **Méthodes** : Différents protocoles ont été réalisés afin de mesurer l'influence de paramètres tels que le temps de pré-désinfection, les délais d'attente et le choix du pré-désinfectant. **Résultats** : Le choix du produit pré-désinfectant n'influe pas sur l'apparition du phénomène. La durée d'immersion dans le bain de pré-désinfection et la durée d'attente à l'état humide après rinçage sont déterminantes. Le séchage après pré-désinfection permet d'éviter la corrosion. Le maintien des instruments en immersion dans la solution de pré-désinfection ne la supprime pas. **Discussion-Conclusion** : Les actions correctives doivent viser à diminuer l'attente de l'instrumentation à l'état humide ou dans un bain de pré-désinfectant.

**Mots-clés** : Corrosion, Instruments chirurgicaux, Stérilisation, Pré-désinfection.

### Summary

**Introduction**: No sooner had the cleaning and packaging facilities been organized in a single centralized unit at Nantes University Hospital, than the corrosion incidents of surgical instruments were reported. With the help of Ishikawa's diagram it was possible to identify two possible sources of the problem – the raw materials (quality of water, decontamination products), the materials used (new automatic cleaning, disinfecting and drying units) or the methods (time of decontamination bath, decontamination stage). **Aim**: Our purpose is to experimentally ascertain the influence the decontamination has

upon the corrosion. **Methods:** For the precise assessment of the influence the time of decontamination and the decontamination stage has upon the corrosion, different tests have been performed. **Results:** All the decontamination solutions have caused corrosion similar to the one. The time of the decontamination bath and the time the instruments stay wet after rinsing and before drying have proved to be the crucial corrosion. The drying after the decontamination allows to avoid corrosion. Leaving instruments in the decontamination solution does not prevent it. **Discussion-Conclusion:** The principal goal of the corrective measures is to reduce the time the instrument are left in water or in a decontamination solution in order to prevent corrosion.

**Key-words:** Corrosion, Surgical instruments, Sterilization, Decontamination.

## INTRODUCTION

L'ouverture d'un nouveau site au CHU de Nantes a permis la réorganisation de la stérilisation des dispositifs médicaux (DM) avec la centralisation des phases de nettoyage et de conditionnement et la création d'une zone comprenant des laveurs/désinfecteurs dédiés à cette activité. Très rapidement, les services utilisateurs ont signalé une détérioration des DM avec l'apparition de corrosion. Le processus de stérilisation comprend une pré-désinfection des instruments réalisée au niveau des blocs, un transfert par navette, un nettoyage et un conditionnement dans la nouvelle zone de lavage-conditionnement suivi d'une stérilisation par autoclavage à la vapeur d'eau. L'acier qui entre dans la composition des instruments de chirurgie comporte au moins 10 % de chrome qui le rend résistant vis-à-vis de la corrosion grâce à la formation d'une couche oxydée dite « couche passive » [1]. La corrosion conduit à une fragilisation des instruments. Ce phénomène

complexe se déroule selon un processus électrochimique entre la surface du matériau et le milieu environnant proche. Elle correspond à une rupture de la couche de passivation [2] et provoque des altérations des dispositifs tels que le grippage des articulations, des cassures d'instruments, la perte du pouvoir tranchant [3]. La vie de l'instrument se retrouve ainsi réduite [4] ce qui entraîne un coût non négligeable pour les établissements de santé, indépendamment de la non-satisfaction des utilisateurs. La corrosion inter-fère durant la stérilisation en protégeant des spores de leur destruction [5]. Les principales causes susceptibles de provoquer la corrosion observée dans notre établissement ont été identifiées par l'utilisation d'un diagramme d'Ishikawa (figure 1). Parmi celles-ci figurent des causes liées à la matière (qualité de l'eau, des instruments, choix du pré-désinfectant), au matériel (nouveaux laveurs/désinfecteurs) et aux méthodes (temps de pré-désinfection, délai de prise en charge d'un DM pré-désinfecté). Ces causes sont génériques et l'objectif principal de ce travail a été

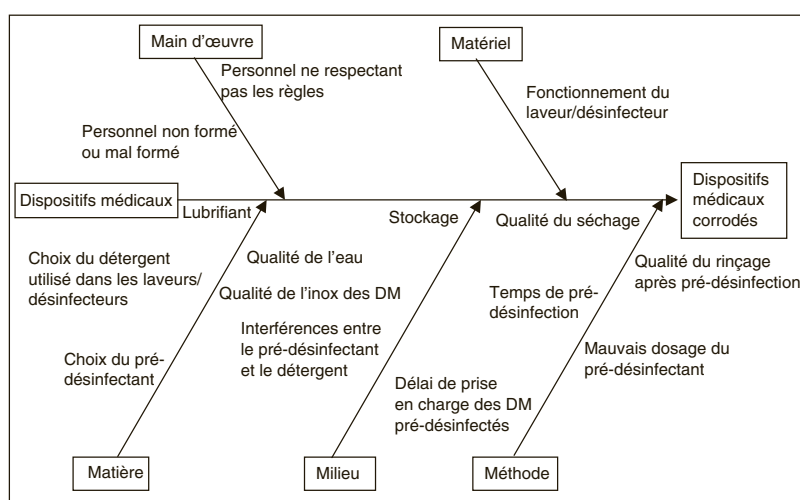


Figure 1. Résultat du diagramme d'Ishikawa appliqué à l'analyse des causes de la corrosion.  
Figure 1. Ishikawa's diagram results used to identify corrosion sources.



d'analyser les étapes du processus de préparation des DM stériles et d'appliquer de façon expérimentale sur des instruments neufs différents protocoles pour rechercher les facteurs déclenchants de la corrosion.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### Mise en service des instruments neufs

Les instruments neufs ont subi la procédure recommandée [6] : afin d'obtenir une déterision poussée, trois lavages successifs sont réalisés pour éliminer toute trace d'huile protectrice suivis de dix cycles de nettoyage en laveur/désinfecteur et d'autoclavage. Si l'instrument présente un aspect normal, il est mis en circulation, s'il présente des traces, les opérations de nettoyage et de déterision seront recommencées.

### Qualité de l'eau

Des contrôles de l'eau utilisée pour les phases de pré-désinfection et de lavage ont été réalisés par des sociétés extérieures pour déterminer les caractéristiques physico-chimiques de celle-ci et les comparer aux référentiels ou aux recommandations.

### Laveurs/désinfecteurs

Une boîte opératoire lavée habituellement au bloc, comportant des instruments non corrodés, a subi dix cycles associant nettoyage dans les nouveaux laveurs/désinfecteurs et une stérilisation par autoclavage (134 °C, 18 minutes) sans pré-désinfection.

### Conditions de réalisation de l'étape de pré-désinfection

La conformité de la pré-désinfection dans les blocs opératoires a été vérifiée au cours d'un audit interne auprès des

blocs et des services du nouveau site concernés par la corrosion.

### Pré-désinfectants

Quatre pré-désinfectants ont été utilisés selon les recommandations du fournisseur :

- PD1 (didécylidiméthylammonium, biguanide) utilisé au moment de l'apparition de la corrosion,
- PD2 (ammonium quaternaire, polyhexanide) contenant un inhibiteur de corrosion,
- PD3, pré-désinfectant enzymatique en poudre (ammonium quaternaire, enzyme protéolytique),
- PD4, pré-désinfectant enzymatique liquide (didécylidiméthylammonium, enzyme protéolytique).

### Protocoles de pré-traitement (tableau I)

Les protocoles ont été réalisés sur quatre instruments en acier provenant de deux fournisseurs A et B : porte-aiguille, paire de ciseaux, pince Kocher et manche de bistouri.

L'immersion des instruments a été réalisée en position ouverte [7] dans les solutions de pré-désinfectant selon les recommandations des fournisseurs.

Le protocole 1 correspond aux recommandations des fournisseurs et des bonnes pratiques de préparation hospitalière : 15 minutes de pré-désinfection et une attente à l'état humide courte. Le protocole 2 comprend en plus une lubrification au moment du conditionnement. Le protocole 3 associe un temps de pré-désinfection de 15 minutes à un temps d'attente de 24 heures à l'état humide. Le protocole 4 associe les conditions les plus défavorables en pratique : 3 heures de pré-désinfection et une attente à l'état humide de 24 heures. Le protocole 5 associe en plus une lubrification. Le temps de pré-désinfection est de 3 heures pour le protocole 6 et de 24 heures pour le protocole 7 ce qui correspond aux recommandations de certains fournisseurs. Ces deux protocoles n'ont pas d'attente à l'état humide.

Protocole	Temps de pré-désinfection	Temps d'attente à l'état humide	Temps d'attente après séchage	Lavage	Lubrification après lavage et avant conditionnement
1	15 minutes	2 heures	o	Machine	non
2	15 minutes	2 heures	o	Machine	oui
3	15 minutes	24 heures	o	Machine	non
4	3 heures	24 heures	o	Machine	non
5	3 heures	24 heures	o	Machine	oui
6	3 heures	o	24 heures	Machine	non
7	24 heures	o	o	Machine	non

Tableau I. Description des protocoles de pré-traitement appliqués aux instruments chirurgicaux avant autoclavage.

Table I. Different tests applied to the surgical instruments before steam sterilization.

Les différentes phases qui ont été réalisées à l'issue de cette pré-désinfection sont identiques quel que soit le protocole :

- rinçage à l'eau du réseau,
- nettoyage en laveur/désinfecteur avec détergent neutre et produit rinçant,
- conditionnement sous gaine papier-plastique,
- stérilisation par autoclavage en cycle 134 °C, 18 minutes.

Ces différents protocoles ont été appliqués selon dix cycles successifs. Les mêmes instruments ont été utilisés pour tous les protocoles. Ils ont subi entre chaque protocole un traitement passivant par un produit de rénovation à base de dérivés phosphorés éliminant la corrosion. L'absence de corrosion à l'issue de ces traitements a été contrôlée visuellement. En cas de corrosion persistante après passivation, les instruments ont été remplacés.

adoucie et l'eau osmosée (*tableau II*) n'ont pas mis en évidence de paramètres anormaux. Les résultats de pH, chlorures et conductivité sont conformes aux taux admissibles [9].

Les fournisseurs des laveurs/désinfecteurs correspondant à la norme NF EN ISO 15883-1 [10] préconisent d'utiliser une eau dont la dureté est supérieure à 7 °F. L'eau utilisée lors des phases de lavage et de rinçage, comprise entre 7 et 10 °F, satisfait à ce référentiel.

### Laveurs/désinfecteurs

La boîte opératoire et les instruments neufs n'ont pas présenté de corrosion au terme des dix cycles associant nettoyage en laveur/désinfecteur et stérilisation par autoclavage.

## RÉSULTATS

### Qualité de l'eau

La qualité de l'eau du réseau est conforme au décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 [8]. Les analyses physico-chimiques réalisées sur l'eau de réseau, l'eau

### Conditions de réalisation de l'étape de pré-désinfection

L'audit réalisé par l'équipe opérationnelle d'hygiène au sein de différents services concernés par la corrosion a montré que le processus de pré-désinfection est appliqué : la dilution du pré-désinfectant est correcte, les DM sont rincés avant le départ pour la navette. En raison de la

Qualité	Paramètres	Résultats	Valeurs de référence (8)
Eau froide brute chlorée	pH	7,5-8	6,5-8,5
	Dureté (en °F)	10-12	> 7
	Chlorures (mg/L)	25-49	< 250
Eau chaude brute chlorée	pH	7,5-8	6,5-8,5
	Dureté (en °F)	10-12	> 7
	Chlorures (mg/L)	25-50	< 250
Eau réseau	pH	7,8-7,9	6,5-8,5
	Dureté (en °F)	11	> 7
	Chlorures (mg/L)	30	< 250
Eau froide adoucie des laveurs/désinfecteurs	pH	7,6	7-8
	Dureté (en °F)	7-10	> 7
	Chlorures (mg/L)	23,4	< 250
	Conductivité (µS/cm)	346	1 000
Eau chaude brute des laveurs/désinfecteurs	pH	7,6	6,5-8,5
	Dureté (en °F)	7-9	> 7
	Chlorures (mg/L)	24,4	< 250
	Conductivité (µS/cm)	346	1 000
Eau osmosée des laveurs/désinfecteurs	pH	6-7	5-7
	Dureté (en °F)	1-5	> 7
	Chlorures (mg/L)	5	< 2
	Conductivité (µS/cm)	5-15	5-15

**Tableau II.** Résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur les différentes qualités d'eau utilisées au cours du processus de pré-désinfection et lavage des instruments chirurgicaux.

*Table II.* Quality of the water used in the decontamination and the washing of surgical instruments.



très grande quantité d'instruments par panier, le rinçage est susceptible d'être moins efficace. La durée de pré-désinfection dépasse souvent 3 heures. Le temps d'attente maximum avant le départ de la navette en semaine est de 12 heures. Il peut être porté à 39 heures le week-end (instruments déposés le samedi après 17 heures et ramassés le lundi à 7 heures 45).

### Protocoles de pré-traitement

Les résultats du contrôle visuel des niveaux de corrosion des instruments en fonction des protocoles de pré-traitement et des pré-désinfectants utilisés sont présentés *tableau III*.

*Protocole 1* : Tous les porte-aiguilles ont montré des traces de corrosion à l'issue des 10 cycles : les porte-aiguilles (fabricant A) au niveau de l'articulation, les porte-aiguilles (fabricant B) au niveau des mors. Les autres instruments n'ont pas été concernés.

*Protocole 2* : Après 10 cycles, aucune corrosion n'a été observée.

*Protocole 3* : Tous les porte-aiguilles ont été corrodés avant le dixième cycle : les porte-aiguilles A au niveau des articulations et des mors et les porte-aiguilles B au niveau des mors. Un point de corrosion a été noté sur une paire de ciseaux B (PD<sub>2</sub>), une paire de ciseaux A (PD<sub>4</sub>) et des traces de corrosion au niveau du gravage d'une pince Kocher A (PD<sub>3</sub>).

*Protocole 4* : Tous les porte-aiguilles ont été corrodés avant le 10<sup>e</sup> cycle. Les porte-aiguilles A ont été corrodés au niveau de l'articulation pour un des deux tests réalisés avec PD<sub>1</sub> et pour les autres pré-désinfectants. Les mors des porte-aiguilles A ont été corrodés plus faiblement quel que soit le pré-désinfectant. Les porte-aiguilles B ont été corrodés au niveau des mors quel que soit le pré-désinfectant. Un seul porte-aiguille B est faiblement corrodé au niveau de l'articulation (PD<sub>1</sub>). Les pinces Kocher A ont été corrodées au niveau de l'articulation (PD<sub>1</sub>, PD<sub>4</sub>). Une pince a présenté un point de rouille (PD<sub>4</sub>).

*Protocole 5* : Tous les porte-aiguilles ont été corrodés avant le 10<sup>e</sup> cycle : les porte-aiguilles A au niveau des articulations et les porte-aiguilles B au niveau des mors. Il a été noté un point de corrosion sur un manche de bistouri A.

*Protocole 6* : Après 10 cycles, aucune corrosion n'a été observée.

*Protocole 7* : Tous les porte-aiguilles ont été corrodés avant le dixième cycle : les porte-aiguilles A au niveau des articulations et les porte-aiguilles B au niveau des mors. Il a été noté un point de corrosion sur des ciseaux A et une faible corrosion au niveau de l'articulation d'une pince Kocher (PD<sub>1</sub>).

Quel que soit le pré-désinfectant, la comparaison entre les protocoles 3, 4 et 7 montre que l'apparition de la corrosion a concerné les mêmes instruments et a été plus rapide et

plus importante pour le protocole 3 alors qu'elle a été plus faible et plus lente pour le protocole 7.

### DISCUSSION

L'origine de ce travail a été une réclamation des utilisateurs ayant observé une corrosion des dispositifs médicaux. Lors de la centralisation du lavage et du conditionnement de ce nouveau site du CHU de Nantes, la qualité de l'eau, les modalités de pré-désinfection, le délai de prise en charge et le processus de lavage ont été modifiés simultanément.

Lorsqu'un processus de production défaille de façon concomitante à une modification simultanée de plusieurs paramètres, ces changements sont souvent directement associés à cette défaillance et la stratégie d'investigation est difficile à mettre en œuvre.

Un diagramme d'Ishikawa a été utilisé pour permettre, avant toute démarche, de revoir l'ensemble du processus et d'identifier les causes qui pourraient générer cette corrosion. Cette méthode n'est jamais exhaustive, néanmoins, elle présente l'intérêt de cibler la stratégie de recherche. Ainsi, le fonctionnement des laveurs/désinfecteurs, la formation du personnel et le respect des modes opératoires ont été éliminés des causes possibles de dysfonctionnement. L'audit a montré que les conditions de réalisation de la pré-désinfection étaient conformes. La qualité du séchage après lavage est satisfaisante. Le stockage des DM ne paraît pas avoir d'influence. Il n'a pas été retrouvé dans la littérature d'information qui pourrait impliquer une interférence entre le produit détergent utilisé dans les laveurs/désinfecteurs et le pré-désinfectant résiduel.

### Qualité de l'eau

Dans la littérature, l'eau est souvent mise en cause dans la corrosion [11], notamment lorsqu'elle contient de trop fortes concentrations d'halogénures, en particulier les chlorures [12, 6]. En effet des concentrations en chlorures supérieures à 120 mg/L augmentent le risque de corrosion par piqûres [13]. Celle-ci est la plus souvent rencontrée [5]. C'est une rupture focalisée de la couche de passivation avec attaque en profondeur. Un potentiel de piqûre est défini comme l'intensité de la différence de potentiel à partir de laquelle on observe une rupture de la couche de passivation, observée à la suite de la formation d'un phénomène de pile électrique [14].

Les analyses réalisées montrent que la concentration en chlorures de l'eau du réseau et celle utilisée au niveau des laveurs/désinfecteurs ne dépasse pas 50 mg/L et ne suffit pas pour engendrer la corrosion observée. Cependant,

Étude de l'influence des étapes de pré-traitement sur la corrosion des instruments de chirurgie

Protocole Pré-désinfectant		Cycle	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Protocole n° 1 : pré-désinfection 15 minutes, attente état humide 2 heures, pas de lubrification</b>													
N° 1 PD1	PA (B)	0	0	2+	2+	2+	2+	2++	2++	2++	2++	2++	2++
	PA (A)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1-	1-	1-
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Protocole n° 2 : pré-désinfection 15 minutes, attente état humide 2 heures, lubrification</b>													
N° 2 PD1	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Protocole n° 3 : pré-désinfection 15 minutes, attente état humide 24 heures, pas de lubrification</b>													
N° 3 PD2	PA (B)	0	2++	2+++	2++++	2++++	2++++	2++++	2++++	2++++	2++++	2++++	2++++
	PA (A)	0	2+1+/-	2+1+	2+1+	2+1+	2+1+	2+1+	2+1+	2+1+	2+1+	2+1+	2+1+
	C (B)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4+
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N° 3 PD3	PA (B)	0	2+	2++	2+++	2++++	2++++	2++++	2++++	2++++	2++++	2++++	2++++
	PA (A)	0	2+	2++	2++	2++	2++	2++	2++	2++1-	2++1+	2++1+	2++1+
	C (B)	0	0	0	0	0	1++	1++	1++	1++	1++	1++	1+++
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	K (A)	0	0	0	0	3+	3+	3+	3+	3+	3+	3+	3+
N° 3 PD4	PA (B)	0	2++	2++	2++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++
	PA (A)	0	1+	1+	1+2+	1+2+	1+2+	1+2+	1+2+	1+2+	1+2+	1+2+	1+2+4+
	C (A)	0	0	0	0	0	0	0	0	4+	4+	4+	4+
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Protocole n° 4 : pré-désinfection 3 heures, attente état humide 24 heures, pas de lubrification</b>													
N° 4 PD1	PA (B)	0	2+/-	2+	2+	2+	2+	2++	2++	2++	1-2++	1-2++	1-2++
	PA (A)	0	1+2++	1+2++3-	1+2++3-	1+2++3-	1+2++3-	1+2++3-	1+2++3-	1+2++3-	1+2++3-	1+2++3-	1+2++3-
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	K (A)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1-	1-	1-
N° 4 PD2	PA (B)	0	2-	2+	2++	2++	2++	2++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++
	PA (A)	0	2+	2+	2+1++	2+1++	2+1+++	2+1+++	2+1+++	2+1+++	2+1+++	2+1+++	2+1+++
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N° 4 PD3	K (A)	0	0	0	0	4+	4+	4+	4+	4++1-	4++1+	4++1+	
	PA (B)	0	2+/-	2+/-	2+/-	2+/-	2+/-	2+/-	2+	2+	2+	2+	
	PA (A)	0	2+/-	2+	2+	2+	2+	2+	2+1-	2+1-	2+1-	2+1+	
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N° 4 PD4	PA (B)	0	2-	2+	2++	2++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++
	PA (A)	0	2-	2-	2-	2+	2+	2+	2+1-	2+1-	2+1+	2+1+	
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Protocole n° 5 : pré-désinfection 3 heures, attente état humide 24 heures, lubrification</b>													
N° 5 PD1	PA (B)	0	2+	2++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++	2+++
	PA (A)	0	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+
	B (B)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4-	4-	
	B (A)	0	0	4-	4-	4+	4+	4+	4+	4+	4+	4+	
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Protocole n° 6 : pré-désinfection 3 heures, attente état sec, pas de lubrification</b>													
N° 6 PD1	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Protocole n° 7 : pré-désinfection 24 heures, pas d'attente état humide, pas de lubrification</b>													
N° 7 PD1	PA (B)	0	0	0	0	0	2-	2-	2+	2+	2+	2++	
	PA (A)	0	1-2-	1-2-	1-2-	1+2-	1+2-	1+2-	1+2-	1+2-	1+2-	1+2-	
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	K (A)	0	0	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	1-	
N° 7 PD2	PA (B)	0	0	2+/-	2+/-	2+/-	2+	2+	2+	2+	2++	2++	
	PA (A)	0	0	0	0	0	0	1+	1+	1++	1++	1++	
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N° 7 PD3	PA (B)	0	0	0	0	0	2+/-	2+/-	2+	2+	2++	2+++	
	PA (A)	0	2+/-	2+/-	2+/-	2+/-1+	2+/-1+	2+/-1+	2+1+	2+1+	2+1+	2+1+	
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N° 7 PD4	PA (B)	0	0	2+/-	2+/-	2+/-	2+	2+	2++	2+++	2+++	2+++	
	PA (A)	0	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+1+	2+1+	2+1+	
	Autres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tableau III. Niveaux de corrosion (0 : pas de corrosion, - : faible, + : moyen, ++ : important, +++ : très important) observés sur les instruments (PA : porte-aiguille, C : ciseaux, B : manche de bistouri, K : pince Kocher, de marque A noté (A) et B noté (B) avec les différents protocoles et pré-désinfectants, localisation (1) articulation, (2) mors, (3) inscription gravée, (4) point de rouille.

Table III. Corrosion's levels observed on the surgical instruments.



lors d'attente longue, l'évaporation des gouttes d'eau pourrait concentrer les ions chlorures.

Un autre paramètre de l'eau peut être le facteur dureté. En effet, une eau dure supérieure à 12 °F inhibe l'activité anti-microbienne des détergents-désinfectants et possède un potentiel de piqûre faible favorisant la corrosion [15]. Les analyses montrent une dureté maximale de 12 °F pour l'eau utilisée pour la pré-désinfection.

La qualité de l'eau utilisée lors de la pré-désinfection et du nettoyage en laveur/désinfecteur des dispositifs médicaux n'est pas mise en cause dans l'apparition des phénomènes de corrosion.

### Laveurs/désinfecteurs

De nouveaux laveurs/désinfecteurs ont été installés pour la prise en charge de cet établissement. Ces équipements utilisent des produits lessiviels. Un détergent neutre remplace un produit basique et son neutralisant utilisé précédemment par le bloc opératoire et il n'y a plus de lubrification systématique mais addition d'un produit rinçant. Une boîte opératoire nettoyée habituellement au bloc a subi 10 cycles en laveur/désinfecteur. Après 10 passages, aucune dégradation n'a été observée mettant ainsi hors de cause le nouveau processus de nettoyage. Ces laveurs/désinfecteurs et les produits associés ne sont donc pas la cause de la corrosion observée. Au terme de ces premières études des causes, l'hypothèse d'une génération de la corrosion en amont du lavage a été retenue.

### Conditions de réalisation de l'étape de pré-désinfection

Lors de l'audit des pratiques de pré-désinfection, une durée d'immersion parfois supérieure à 3 h a été observée. Un temps d'immersion supérieur à 15 minutes ne constitue pas une non-conformité car il ne diminue pas l'efficacité de la pré-désinfection, certains fournisseurs recommandant même une immersion prolongée avant prise en charge en stérilisation.

### Protocoles de pré-traitement

Différents protocoles de pré-désinfection ont été mis en place pour mesurer à cette étape l'influence des paramètres capables d'entraîner la corrosion.

Le protocole 1 représente les conditions théoriques idéales selon les recommandations des bonnes pratiques de préparation hospitalières et des fournisseurs. Le protocole 4 représente les conditions les plus contraignantes relevées au cours de l'audit des pratiques. Le bénéfice de la lubrification après le lavage et avant le conditionnement a été recherché en l'associant à ces protocoles (protocoles 2 et 5). Le protocole 3 correspond au temps de pré-désinfection de 15 minutes associé à des conditions d'attente à l'état humide. Le protocole 6 a pour objectif de montrer

l'efficacité du séchage entre pré-désinfection et lavage. Enfin, le protocole 7 correspond à des recommandations de certains fournisseurs de pré-désinfectant. Les résultats montrent que la corrosion apparaît souvent lors des premiers cycles. Un instrument non attaqué dès sa mise en service sera moins sensible à ce phénomène en vieillissant. Cette protection est liée au film formé de carbone, de fer et de chrome à l'état oxydé [4], qui apparaît à la surface des instruments au fur et à mesure des cycles. Ce film, qui diminue le potentiel de piqûre, joue le rôle d'une barrière protectrice face à la corrosion pouvant expliquer la meilleure résistance des instruments plus anciens.

Il existe un effet « protocole ». En effet, la corrosion est favorisée par des durées d'attente longues (protocoles 3, 4 et 5) après le rinçage de la pré-désinfection. Le séchage après pré-désinfection (protocole 6) permet d'éviter la corrosion. La préconisation de maintenir les instruments en immersion dans la solution de pré-désinfection contenant des inhibiteurs de corrosion ne permet pas de supprimer la corrosion même si elle apparaît plus tardivement. En maintenant les instruments en immersion dans le pré-désinfectant pendant une durée d'attente de 24 heures, des traces de corrosion ont été observées. Néanmoins cette corrosion reste plus faible en comparaison de l'attente à l'état humide après rinçage (protocoles 2 et 3) quel que soit le pré-désinfectant.

Les résultats observés montrent que la lubrification n'apporte une protection que pour des temps d'attente courts (protocoles 2 et 5).

Quatre produits pré-désinfectants ont été testés. Ils représentent un panel des différentes configurations existant sur le marché permettant de tester l'effet « produit ». Celui-ci n'a pas été démontré puisque tous les pré-désinfectants utilisés ont entraîné une corrosion comparable au 10<sup>e</sup> cycle quel que soit le protocole.

Il existe un effet « instrument », puisque les mors des porte-aiguilles des deux marques testées sont corrodés systématiquement. Les autres instruments sont corrodés de façon non systématique et dans les protocoles les plus agressifs, c'est-à-dire avec une attente à l'état humide plus longue. Les porte-aiguilles sont plus touchés car ils sont composés de deux métaux différents : acier et tungstène pour les mors. Cette hétérogénéité entraîne une corrosion électrochimique due au phénomène de pile créé entre les deux métaux. L'hétérogénéité peut également porter sur le traitement du métal : ainsi, pour les porte-aiguilles A, la matière de l'axe est la même que celle du corps mais elle n'a pas subi le même traitement. Il est difficile de réaliser des porte-aiguilles en un seul métal. En effet, l'inox n'est pas assez résistant pour composer l'intégralité des mors et le tungstène est cassant lors de chocs. Ces résultats montrent que les porte-aiguilles sont les instruments à choisir pour tester l'apparition de corrosion : les mors corrodent tous et de façon plus importante.

La marque de l'instrument a une influence sur la corrosion. Les porte-aiguilles A ont été moins corrodés au niveau des mors que ceux de la société B.

La variabilité de la qualité de l'acier des instruments courants et les techniques du fabricant influent sur le vieillissement des dispositifs et peuvent ainsi être remises en question.

## CONCLUSION

Les objectifs de cette étude étaient d'identifier les points critiques du processus de préparation des dispositifs médicaux stériles responsable de la corrosion des dispositifs médicaux. L'analyse des causes a permis d'isoler différents facteurs. L'influence de certains de ces paramètres a été évaluée : la qualité de l'eau, les conditions de réalisation de l'étape de pré-désinfection, les nouveaux laveurs/désinfecteurs et les protocoles de pré-traitement des DM.

Les résultats de cette évaluation ont mis hors de cause la qualité de l'eau et les laveurs/désinfecteurs. L'étape de pré-désinfection et l'organisation du transfert depuis les blocs opératoires semblent jouer un rôle majeur. La durée d'immersion dans le bain de pré-désinfection et la durée d'attente à l'état humide suite au rinçage sont des facteurs prépondérants dans l'apparition de la corrosion. Des actions vont être mises en place pour limiter leur influence sur la corrosion. En pratique, lors des horaires d'ouverture du service de stérilisation, il va être préconisé une immersion et un rinçage juste avant le départ de la navette. Si le délai de prise en charge est important, tel qu'en dehors des horaires d'ouverture de la stérilisation, une pré-désinfection suivie d'un nettoyage et d'un séchage vont être mis en place. Ces recommandations vont entraîner des contraintes organisationnelles et une augmentation de la charge de travail des blocs opératoires. Ceci entrera en contrepartie de la disparition des contraintes de passivation, de rénovation et de renouvellement du parc liées à la corrosion.

## RÉFÉRENCES

1. Guevara-Perez CI, Amador G, Grimandi G. La stérilisation des fraises et des dispositifs endocanalaire réutilisables en odontologie conservatrice. *Rev Adphso* 2000 ; 25(3) : 33-42.
2. Benoît F. L'eau et la stérilisation. *Rev Adphso* 1997 ; 22(3) : 65-8.
3. Vayer M, Reynaud I, Mottu N, Benoit R, Erre R. Corrosion d'aciers martensitiques en milieu hospitalier : étude physico-chimique de l'influence de l'élaboration de l'instrument sur sa réactivité interfaciale. *Rev Adphso* 1999 ; 24(4) : 69-80.
4. Chaubert E. L'importance de la préparation des instruments et du matériel chirurgical pour la stérilisation. *Rev Adphso* 1994 ; 19(4) : 25-39.
5. Kaiser HJ, Schwab P, Tiney JF. Spotting, Staining, and Corrosion of Surgical Instruments. *Infection Control Today* 2000 ; 50-3.
6. Vasseur G. Guide de bonnes pratiques de l'instrumentation chirurgicale en établissement de santé. Prévention des phénomènes de corrosion. CETIM 2005 ; 1-26.
7. Association Française de Normalisation. Étude de l'action corrosive d'un pré-désinfectant ou d'un nettoyant ou d'un désinfectant sur les instruments médico-chirurgicaux réutilisables : méthodes d'essai. NF S94-402-1, mai 2004.
8. Décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales (JO n° 297 du 22/12/2001).
9. Beaugas A, Fredmann P, Goulet D. Maîtrise et contrôle de l'eau *in* : Maîtrise et contrôle d'environnement en stérilisation AFS. 2005 : 35-49.
10. Norme NF EN ISO 15883-1 sur les laveurs désinfecteurs, partie 1 : exigences générales, définitions et essais. Juin 2006.
11. Reynaud I, Mottu N, Vayer M, *et al.* Étude de la corrosion des aciers de l'instrumentation chirurgicale. *Rev Adphso* 1997 ; 22(3) : 89-106.
12. Baylatry MT, Talon D, Deguillaume AM, Touratier S, Faure P. Projet de norme Pr EN ISO 15883-1 : Quelle qualité d'eau et quels contrôles pour les laveurs-désinfecteurs d'instruments ? *Stérilisation études et recherche* 2005 ; 1(1) : 5-13.
13. Shah S, Bernardo M. Corrosion protection of reusable surgical instruments. *Bio-med Instrum Technol.* 2002 ; 36(5) : 318-24.
14. Mairesse L. Entretien et corrosion de l'instrumentation : composition des aciers. Association francophone de Stérilisation ASTER. Avril 1999.
15. Contal M, Paulus M, Priou V. La maîtrise de l'eau en stérilisation. Mémoire du Diplôme Universitaire Stérilisation des Médicaments et des Dispositifs Médicaux. Université Paris V, Paris, 2003.