
SURVEILLANCE DES *PSEUDOMONAS* ET EXPÉRIENCES DE DÉSINFECTION AUX THERMES NATIONAUX D'AIX-LES-BAINS

Jean-Pierre Morin, Bernard Graber-Duvernay

Laboratoire d'auto-surveillance des Thermes Nationaux d'Aix-les-Bains

Introduction

Bactérie hydrique, ubiquitaire dans l'environnement et fréquemment commensale de sujets sains, résistante à beaucoup de biocides, *Pseudomonas aeruginosa* est difficile à éradiquer complètement des réseaux d'eau en général. Dans les établissements thermaux, la difficulté s'accroît d'une réglementation sévère et quelque peu contradictoire imposant à la fois l'absence de ce germe à tous les points du réseau et l'interdiction de désinfecter en continu une eau qui doit être livrée en son état naturel aux postes de soins des patients.

Ce travail a pour but de relater l'expérience acquise dans la lutte contre ce germe par les Thermes nationaux d'Aix-les-Bains, thermes destinés à la rhumatologie et seul établissement thermal géré par l'Etat.

Les Thermes nationaux comprennent trois constructions. Les deux premières, les plus anciennes, représentent les deux moitiés d'un vaste bâtiment situé en pleine ville, l'une datant de 1860 et l'autre de 1930. Cet ensemble est désigné sous le nom d'« Anciens thermes » depuis qu'un nouvel établissement thermal a été érigé dans une zone verte, un peu plus haut, les thermes Chevalley, ouverts en 2000 en même temps qu'était fermée une partie des Anciens thermes.

La période couverte par l'étude s'étend sur les quatre années civiles 1998-2001. Elle a donc compris deux phases distinctes : la première (98-99) a correspondu à l'activité de l'ancien bâtiment utilisé dans sa totalité, et la seconde (2000-01) à l'activité du nouveau bâtiment et d'une partie de l'ancien.

Les Anciens thermes ont une surface utile de 50.000 m². Ils ont pu recevoir jusqu'à 52.000 curistes par an. Les nouveaux thermes Chevalley ont une surface de soins de 11 650 m². Le nombre moyen de curistes pendant la période de l'étude a été de 35.000 par an pour les deux établissements.

L'eau thermale est une eau sulfatée calcique dont l'aquifère est profond, autour de 2200 m, et la remontée se fait en zone karstique avec rencontre d'eaux de surface. Les deux sources naturelles (Soufre et Alun), qui produisent 50.000 m³/jour d'une eau à 42°, fréquemment contaminées à de faibles taux par des coliformes, pseudomonas, légionnelles, ont été remplacées par deux forages profonds (1100 m et 2200 m) qui prélèvent

l'eau avant sa rencontre avec les eaux de surface. Cette eau des forages, qui constitue maintenant la *ressource* des Thermes nationaux sort à des températures différentes qui sont fonction de la profondeur du forage, soit 38° et 71°. Une source froide alimente le réseau sanitaire. Utilisée aussi traditionnellement pour refroidir l'eau des anciens thermes, elle n'est pas traitée.

Dans la présentation qui suit, il sera fait une distinction entre l'eau qui alimente les thermes, la *ressource* thermale et l'eau de la source froide, puis l'eau qui circule dans les canalisations des thermes, dite des *réseaux*, et enfin celle qui est recueillie aux *points d'usage*.

Les Thermes nationaux sont dotés d'un laboratoire interne qui, en apportant la maîtrise des analyses et en abaissant leur coût, en a permis la multiplication. Cela a autorisé, à côté de la surveillance réglementaire, l'exécution de programmes de suivi des points critiques et l'évaluation des mesures d'assainissement prises.

L'étude repose sur 2350 analyses de *Pseudomonas aeruginosa*, réalisées suivant la méthode normalisée AFNOR NF T 90-421 établie pour les examens bactériologiques des eaux de piscines.

1. Etat de la ressource vis à vis de *P. aeruginosa*

Il n'a jamais été trouvé de *P. aeruginosa* à l'entrée des établissements dans aucune des trois ressources qui les alimentent. Le tableau I indique le nombre d'analyses réalisées et leurs résultats, tous négatifs.

Tableau I – Recherches de *P. aeruginosa* dans la ressource

Ressource	Température moyenne	Nombre d'analyses effectuées	Résultats
Forage 1100m	38°C	34	Absence
Forage 2200m	71°C	12	Absence
Source froide	12°C	10	Absence

La constatation n'est pas surprenante pour l'eau à 71°. Il n'est pas étonnant non plus que le forage à 38°, qui n'est pas en contact avec les écoulements de surface, soit indemne. L'intégrité de l'eau froide est plus sujette à caution étant donné qu'il s'agit d'une source à l'air libre amenée aux thermes depuis le pied de la montagne dans des canalisations protégées mais non étanches. Les techniques d'analyses bactériologiques utilisées ne permettent pas de garantir l'absence de bactéries viables non cultivables.

2. Etat des réseaux

Les Anciens thermes sont desservis par 3 types de réseaux : réseaux d'eau thermale chaude (57°C) d'écoulement gravitaire provenant du mélange des eaux des deux forages ; réseaux d'eau thermale mitigée surpressée refroidie à 38°C par le mélange de l'eau de la source froide ; réseaux d'eau potable et sanitaire froide.

Le tableau II indique les pourcentages d'analyses positives pour *P. aeruginosa* dans les réseaux des anciens thermes.

C'est au niveau des réseaux que la contamination fait son apparition dans les thermes,

Tableau II – Recherche de *P. aeruginosa* dans les réseaux des Anciens thermes

Réseau	Nombre d'analyses	Présence de pseudomonas (en % d'analyses positives)
Eau thermale chaude à 57°	44	0
Eau thermale mitigée à 38°	89	20,2
Eau froide potable	211	14,7

non pas du réseau d'eau thermale chaude obtenue à parti du mélange de l'eau des deux forages sans contact avec l'environnement et circulant à une température supérieure à 56°, mais de l'eau refroidie par le mélange à l'eau de la source froide et circulant à une température de 38° propice au développement de la bactérie (Tableau III).

A ce niveau, *P. aeruginosa* est trouvé dans l'eau froide.

Cela peut signifier que la contamination de l'eau froide s'est faite à l'intérieur de l'établissement. Cela peut vouloir dire aussi que des bactéries viables mais non cultivables à 12° ont pu modifier leur métabolisme au cours du réchauffement qui ne manque pas de survenir pour toute eau froide à l'intérieur d'un bâtiment chauffé surtout lorsqu'elle circule à proximité de conduites d'eau chaude ou qu'elle stagne dans une canalisation non calorifugée.

Les données rapportées dans le tableau III confortent cette hypothèse en montrant, sur une période de surveillance de 18 mois la précession de la contamination du réseau d'eau froide sur celui de l'eau chaude à 38° et la concomitance dans la décroissance des deux contaminations.

En gras, les analyses positives. Entre parenthèses, les valeurs extrêmes lorsqu'il est fait la moyenne de plusieurs prélèvements.

3. Etat des points d'usage vis à vis de *P. aeruginosa*

La contamination des réseaux, lorsqu'elle existe, est évidemment retrouvée au niveau des points d'usage desservis par les réseaux contaminés.

Mais il a été constaté aussi à de nombreuses reprises une contamination autonome de points d'usage qu'on peut voir comme due soit à une contamination propre des appareils, soit à leur vulnérabilité à une recontamination à rebours par les utilisateurs.

Quel que soit le mécanisme de la contamination, on retrouve le même synchronisme entre les contaminations de l'eau froide et de l'eau thermale refroidie (robinets d'eau froide et arrivées d'eau thermale mitigée) que celui observé dans les réseaux (Tableau IV).

PARTICULARITES DES APPAREILS

Certains types d'appareils thermaux paraissent plus vulnérables que d'autres à la contamination par *Pseudomonas aeruginosa* (Tableau V).

Les hydrothérapies des Anciens thermes (abandonnées définitivement depuis la fin 2000) et les pédidouches des thermes Chevalley, sont des appareils complexes propices au développement de biofilms en de multiples endroits.

Tableau III – Contamination des réseaux des Anciens thermes (janvier 98 – juillet 2001)

eau froide			eau thermale refroidie		
Périodes	nb analyses réalisées	colonies de <i>P.aeruginosa</i>	Périodes	nb d'analyses réalisées	colonies de <i>P.aeruginosa</i>
janvier - août 1998	97	<1	d'août 1998 à juillet 1999	40	<1
10/09/98	9	8 (2-18)			
du 22/10/98 au 30/07/99	50	<1			
06/08/99	1	128			
13/08/99	1	332	18/08/99	5	62 (50-70)
20/08/99	1	196			
27/08/99	1	16			
03/09/99	1	11			
10/09/99	1	4	15/09/99	5	2 (1 à 6)
17/09/99	1	3			
24/09/99	1	12			
01/10/99	1	4			
08/10/99	1	3	13/10/99	5	1 (<1 à 6)
15/10/99	1	2			
du 22/10/99 à juillet 2001	40	<1	09/11/99	5	1 (<1 à 3)
			08/12/99	5	33 (<1 à 166)
			de février 2000 à avril 2001	26	<1

Tableau IV - Présence de *P. aeruginosa* aux points d'usage des Anciens thermes

% des prélèvements positifs pour <i>P. aeruginosa</i>		
année	Eau froide	Eau thermale refroidie
1998	13,1	25,6
1999	27	42
2000	11,7	16,4
2001	5,5	13,2

Les alimentations de baignoires sont moins contaminées que la moyenne. Les tuyaux d'alimentation en col de cygne sont des dispositifs simples. De plus, ils ne sont soumis à aucune manipulation de la part des soignants ni des curistes.

A l'inverse, les embouts terminaux des douches-massages des thermes Chevalley, qui

Tableau V – Contamination des points d'usage des 2 établissements

(% d'analyses positives ; entre parenthèses, le nombre d'analyses effectuées)

	Anciens thermes	Thermes Chevalley
Alimentation de baignoire	16,9% (71)*	11,5% (52)**
Douche 3 colonnes		41,2% (51)
Douche au jet		33,3% (60)
Douche locale	17,8% (118)**	
Douche massage	29,6% (395)	49,2% (63)**
Hydrothérapie	35,1% (436)*	
Pédidouche		50,6% (81)**
Ensemble	29,7% (1020)	30,9% (307)

* différence significative par rapport à l'ensemble du même établissement ($p < 0,05$)

** différence très significative ($p < 0,01$)

sont contaminés près d'une fois sur deux, sont souvent manipulés.

Une étude sur une douche massage, qui a comporté 110 prélèvements, a confirmé cette constatation en montrant que l'embout terminal « en queue de carpe » était plus souvent contaminé que le tuyau sur lequel il est branché (Tableau VI) lorsque les prélèvements sont faits conjointement, d'abord la douche en fonctionnement puis, sans arrêter l'écoulement, après démontage de l'embout et prélèvement en sortie de tuyau.

La décontamination des douches-massages a été obtenue par le nettoyage-désinfection des embouts plus radicalement que par la seule désinfection de l'appareil entier (voir infra).

D'autres investigations bactériologiques ont porté sur les robinets d'eau sanitaire des deux établissements. Elles ont montré que les robinets mitigeurs étaient près de deux fois plus souvent contaminés que les robinets simples (44% des prélèvements vs 23%). Cela rejoint les données d'un travail autrichien [1] qui situe au niveau du mitigeur lui-même la contamination de robinets 'non touch' aussi bien par *P. aeruginosa* que par *Legionella*

Tableau VI – Contamination d'une douche-massage

(% d'analyses positives ; entre parenthèses, le nombre d'analyses effectuées)

Niveau de prélèvement	% d'analyses positives (nombre d'analyses)
Sortie tuyau (sans embout)	17,1% (35)
Sortie embout terminal	58,7% (75)**

** $p < 0,01$

pour des raisons qui tiennent à la fois à des obstacles à l'écoulement avec résidus d'eau tiède captive qu'aux matériaux constitutifs.

4. Le « bruit de fond » de la présence de *P. aeruginosa*

Le tableau VII expose l'ensemble des analyses concernant *P. aeruginosa* pratiquées dans les Anciens thermes pendant l'année 1999. Les résultats sont classés, mois par mois, par pourcentage d'analyses répondant à la définition de la colonne, par colonnes de concentrations croissantes du germe : 0 ; 1 à 9 ; 10 à 99 ; 100 à 999 ; 1000 et plus. Les mois sont eux-mêmes classés par ordre croissant d'analyses négatives, c'est à dire que les plus mauvais mois viennent en tête : septembre, puis août, puis octobre, puis novembre etc. Le tableau complet de la contamination des points d'usage des Anciens thermes pendant cette année 1999 met en évidence une double influence : celle de la période de l'année, les mois d'août et septembre s'étant avérés mauvais pour l'ensemble des réseaux ; et celle de certains soins restés contaminés en permanence.

Si l'on retire les analyses, qu'on peut considérer comme critiques, des mois d'août et septembre (cf. tableau III) et des soins les plus constamment contaminés, à savoir 3 appareils d'hydrothérapie et les douches sous-marines d'un service de bains, on voit apparaître une contamination non seulement plus discrète, mais aussi plus intermittente et plus dispersée (Tableau VIII).

Il est même possible de distinguer deux périodes : l'une antérieure à l'accident du mois d'août, de janvier à juillet, où le nombre d'analyses positives est de 7,7% et où seules 1,9% dépassent 10 germes /250 ml ; et l'autre postérieure à l'accident où le nombre

Tableau VII – % d'analyses positives pour différents niveaux de concentration.

Ensemble des analyses pratiquées aux points d'usage pour *P. aeruginosa*.
Anciens thermes. Année 1999.

nb de colonies	nb	0	1 à 9	10 à 99	100 à 999	1000 et +
septembre	65	10,8	36,1	33,7	12,0	7,2
août	50	37,9	6,9	34,5	13,8	6,9
octobre	45	43,8	52,1	0	2,1	2,1
novembre	48	62,7	21,6	3,9	3,9	7,8
juillet	51	67,4	4,3	10,9	8,7	8,7
janvier	22	70,0	20,0	5,0	5,0	0
mai	63	75,3	8,6	8,6	7,4	0
juin	52	78,8	9,6	5,8	5,8	0
février	16	83,3	16,7	0	0	0
avril	55	88	6	6	0	0
mars	20	93,8	0	0	6,3	0
total	487	0,61	0,17	0,12	0,07	0,03

d'analyses positives pour de faibles taux a presque triplé mais où les analyses supérieures à 10 restent au même niveau (1,6%).

Ces faibles taux intermittents correspondent sans doute à des recontaminations à partir de l'environnement et particulièrement par les mains des utilisateurs. On peut les considérer comme une sorte de « bruit de fond » de la présence de *P. aeruginosa* dans l'ins-

Tableau VIII - « Bruit de fond » : nombre et % d'analyses positives aux diverses concentrations en *P. aeruginosa* aux points d'usage après retrait des analyses de crise

	total	%	janv-juillet	%	oct-nov	%
0	241	85,8%	203	92,3%	38	62,3%
>0	40	14,2%	17	7,7%	23	37,7%
>10	4	1,4%	3	1,4%	1	1,6%
>100	3	1,1%	1	0,5%	0	0,0%
nb analyses	261		220		61	

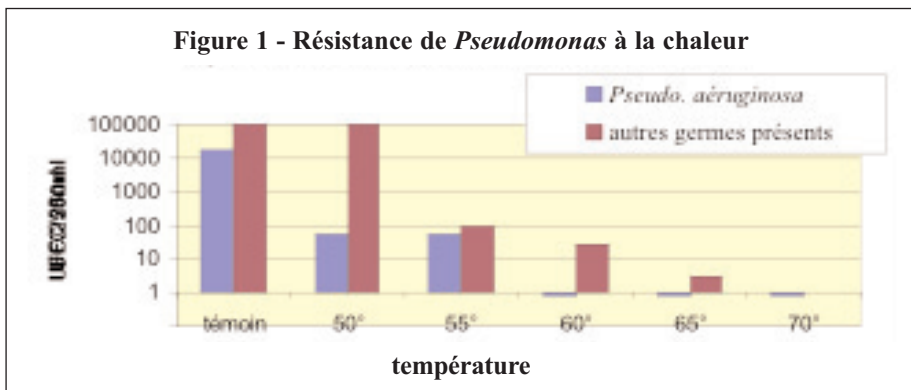
tallation qui peut être évalué, ici, à environ 10% d'analyses positives à des taux ne dépassant pas 10 UFC/250 mL de *P. aeruginosa* et répondant à des critères d'intermittence et de dispersion des prélèvements positifs.

5. Manœuvres de décontamination

Au laboratoire

Des essais ont été faits sur des souches prélevées dans une eau contaminée cultivées et réparties également dans des échantillons homogènes soumis à des mesures différentes, chaleur et biocides.

RÉSISTANCE A LA CHALEUR



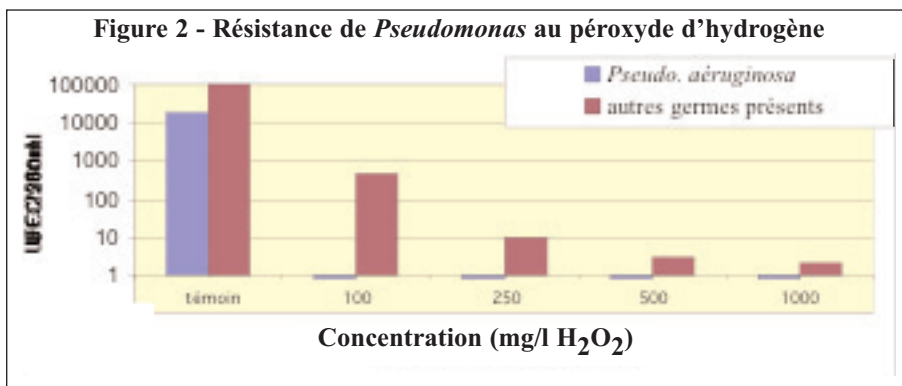
Des échantillons homogènes d'un même prélèvement sont soumis pendant 30 mn à une température donnée (à partir du moment où cette température est atteinte par l'échantillon)

P. aeruginosa est plus sensible à la chaleur que les autres germes présents dans l'échantillon qui cultivent dans les mêmes milieux. Dans les conditions du laboratoire, il est entièrement détruit par une température comprise entre 55°C et 60°C.

RESISTANCE AUX BIOCIDES

Des échantillons homogènes du prélèvement précédent sont additionnés d'une quantité de solution à 1% de peroxyde d'hydrogène stabilisé à l'argent, afin d'obtenir une concentration finale donnée.

Les échantillons sont laissés 16 heures à température ambiante, ce qui correspond aux conditions actuelles de désinfection aux thermes Chevalley. Les autres germes présents poussent sur les milieux de *P. aeruginosa* ; ce sont donc d'autres *Pseudomonas*.



Comme pour la chaleur, *P. aeruginosa* est plus sensible à l'eau oxygénée que les autres germes présents dans l'échantillon qui cultivent dans les mêmes milieux. Dans les conditions du laboratoire, il est entièrement détruit par une dose inférieure à 100mg/l de H₂O₂.

Dans l'établissement

CHOCs THERMIQUES

La chaleur est utilisée sous la forme de chocs thermiques hebdomadaires consistant en l'écoulement continu dans toutes les canalisations et points d'usage d'une eau à 70°C pendant une heure.

Les avantages en sont une action totale sur le biofilm - que ne réalisent pas les traitements chimiques -, une efficacité sur les appareils complexes qui se prêtent mal à l'usage des biocides oxydants en raison de leurs matériaux ou de leur hydraulique s'opposant au maintien d'un temps de contact suffisant avec le biocide (Tableau IX).

Ce système de traitement a été généralisé en 2002 à l'ensemble de l'établissement.

BIOCIDES

Après divers essais le choix du biocide s'est porté sur une solution à environ 100 mg/l de peroxyde d'hydrogène stabilisé à l'argent (Herlisil), qui est appliqué chaque semaine pendant une durée de 12 à 16 heures dans l'ensemble de l'installation.

AUTRES MESURES

1. La plus importante concerne le traitement des **embouts des douches-massages**. Il a été signalé plus haut que la contamination de ce soin résistait aux mesures de désinfection générale prises dans l'établissement, biocides et même chocs thermiques. La solution a été trouvée dans le nettoyage des embouts.

Tableau IX - Résultats obtenus par les chocs thermiques sur des soins complexes

	Avant les chocs thermiques		Après les chocs thermiques		
	Hydro	Pédidouche	Hydro	Pédidouche	
23-janv	700	1825	24-juil		0
06-févr	0	0	31-juil	0	0
16-févr		1350	02-août		0
20-févr	0	5	21-août	0	0
22-févr		78	12-sept	0	0
28-févr		3	02-oct	0	0
06-mars	0	0	23-oct	0	0
22-mars		250	13-nov	0	0
23-mars		7			
27-mars	48	0			
17-avr	375	0			
09-mai	0	2			
29-mai	4	5			
19-juin	0	1			
10-juil	0	128			

Dans un premier temps, il a été décidé de démonter chaque jour les embouts en « queue de carpe » pour les nettoyer et les désinfecter. Après différents essais, il a été retenu un lavage en lave-vaisselle à 70°C avec un détergent classique. Les embouts étaient ensuite remontés sur les douches et subissaient la désinfection générale des postes de soins.

Dans un second temps, il a été décidé de ne les remonter sur les postes de soins que le matin, immédiatement avant l'ouverture des soins au public. Depuis, les prélèvements sont pratiquement toujours négatifs, sauf rares problèmes apparemment liés aux manutentions du personnel.

Pendant la période d'observation, il a d'abord été pratiqué une désinfection choc du réseau et des soins d'usage incluant la douche considérée sans résultat, puis le changement quotidien des embouts lavés à 70° avec un détergent du commerce qui s'est montré efficace et a même rendu inutile la poursuite de la désinfection du réseau alimentant la douche-massage.

Tableau X - Efficacité du nettoyage des embouts des douches-massages

En gras, les prélèvements positifs. Entre parenthèses, le nombre d'analyses lorsqu'un regroupement a été effectué.

Interventions (année 2002) dates des prélèvements	DM droite	DM gauche
22-janv	50	
25-janv		154
1-févr	11	
2-févr		90
5-févr	31	
Désinfection choc du réseau et de la douche		
8-févr	43	
12-févr	250	300
Changement quotidien des embouts, soumis à la désinfection du réseau		
13-févr	<1	97
14-févr	<1	110
15-févr	<1	35
du 16 au 19 février	<1 (3)	<1
Changement quotidien des embouts, non soumis à la désinfection du réseau		
20 et 21 février	<1 (2)	<1
22-févr	2	<1
du 23 février au 2 mars	<1 (5)	<1

Chaque poste de soin comporte deux douches-massages, situées à droite et à gauche de la cabine. La douche de gauche a conservé un gîte contaminé plus longtemps mais s'en est débarrassé sans désinfection supplémentaire.

2. Un autre essai a porté sur le changement bimensuel des **tuyaux souples** équipant les douches massages des Anciens thermes soupçonnés d'accueillir des biofilms propices à la nidation de la bactérie. Une étude a été faite pour estimer le rôle des changements de tuyaux sur la présence des légionelles ; elle a montré le même phénomène pour *Pseudomonas*, à savoir une décroissance de la présence de ce germe pendant les 5 semaines suivant le changement.

Le pourcentage d'analyses positives sur l'eau prélevée chaque semaine montre, en effet, une diminution des analyses positives avec le temps : 43,9% des prélèvements la 1^{ère} semaine, 46,2% la 2^{ème}, 51,3% la 3^{ème}, 40,0% la 4^{ème} et 39,4% la 5^{ème}. Le même phénomène avait été observé pour *Legionella*. Tout se passe comme si les deux pathogènes opportunistes trouvaient des conditions plus favorables dans un biofilm frais que vieilli.

Depuis cette étude, les tuyaux sont changés deux fois par an au lieu de tous les 15 jours.

6. Conclusions

Cette étude, qui a repris les points les plus saillants du suivi bactériologique des quatre dernières années vis à vis de *Pseudomonas aeruginosa* aux Thermes nationaux d'Aix-les-Bains, apporte quelques informations utiles.

La présence de *P. aeruginosa* a été relevée épisodiquement dans les réseaux et plus fréquemment aux points d'usage mais jamais à l'entrée de l'établissement. Il est cependant vraisemblable que la bactérie a été introduite par l'eau froide sanitaire - eau d'une source de montagne non chlorée - sous une forme viable mais non cultivable ne se manifestant qu'après réchauffement, ce qui explique l'absence de mise en évidence par la méthode Afnor à la température d'entrée de 12°.

Au niveau des points d'usage, la bactérie peut survivre dans les biofilms de certains appareils de soins ou être introduite par les utilisateurs.

Si l'on retire les analyses en relation soit avec un épisode de contamination des réseaux soit avec des appareils régulièrement contaminés, il persiste des relevés de concentration faible, dispersée et intermittente qu'on peut considérer comme le « bruit de fond », de la présence de la bactérie. Ce « bruit de fond » probablement sous la dépendance d'une contamination périphérique par *P. aeruginosa* peut être évalué dans cette étude à 10% d'analyses positives à des concentrations de 1 à 10 UFC/250ml. Il est probablement incompressible dans des réseaux d'eau thermale chaude qu'il est impossible de traiter en continu.

Les mesures de décontamination sont diversifiées associant des chocs thermiques, l'emploi de biocides, et le nettoyage des appareils. Elles sont efficaces, au « bruit de fond » près.

Références

1. Halabi M, Wiesholzer-Pittl M, Schoberl J, Mittermayer H. Non-touch fittings in hospitals : a possible source of *Pseudomonas aeruginosa* and *Legionella* spp. J Hosp Infect 2001 Oct;49(2):117-21

