

**Produit CARDPool**  
**Résumé scientifique**

# Sommaire

<b>I. Produit CARDPOOL</b> .....	<b>3</b>
I.1 Principe de fonctionnement des céramiques activées.....	3
<b>II. Preuves scientifiques</b> .....	<b>5</b>
II.1 Etat cationique de surface des céramiques activées .....	5
II.2 Certifications Institut Pasteur de Lille (IPL - EUROFINS) ...	6
<b>III. Applications techniques</b> .....	<b>8</b>
III.1 Désinfection des eaux de SPA - Produit NEWATER .....	8
III.2 Désinfection des eaux de station d'épuration .....	13
III.3 Désinfection des huiles de refroidissement.....	13
III.4 Désinfection des eaux agroalimentaires .....	13
III.5 Désinfection des eaux de tour de refroidissement .....	13
III.6 Désinfection des eaux de douche de sécurité .....	13
III.7 Désinfection des eaux de ballast.....	13
III.8 Désinfection des eaux grises .....	13
III.9 Désinfection de l'air.....	13
<b>VI. Communication</b> .....	<b>14</b>
VI.1 Articles de presse.....	14
VI.2 Publications scientifiques .....	14
VI.3 Rapports scientifiques .....	14
VI.4 Propriété industrielle .....	15
VI.5 Partenaires scientifiques .....	15

# I. Produit CARDPool

## I.1 Principe de fonctionnement des céramiques activées CARDPool

Le produit CARDPool est constitué de céramiques activées, aux surfaces rendues germicides grâce à la nano-technologie CARDPool (Brevet International WQ2013007289 (A1) 2013-01-17). Elles sont présentées sous forme d'extrudés cylindriques trilobés d'une taille comprise entre 4 et 7 mm de longueur avec un diamètre de 1,6 mm (fig. 1 ci-dessous).



Figure 1. Céramiques activées CARDPool

La surface des céramiques modifiées et rendues germicides présente des zones déchargées électriquement, pour détruire la plupart des micro-organismes avec lesquels elle rentre en contact direct, et ce, avec un taux d'efficacité qui dépasse, dans certains cas, 99,9999 %. Cette décharge électronique superficielle est obtenue grâce à la présence de deux nano-couches d'oxydes et de sels qui, dans certaines proportions et dispositions spatiales, peuvent s'influencer entre elles de la manière suivante : la première couche qu'on appelle « support accepteur » attire et décharge les électrons de la couche superficielle dénommée « surface active ». Celle-ci se retrouve donc en manque d'électrons et pour rétablir son équilibre, peut arracher les électrons des micro-organismes avec lesquels elle rentre en contact direct (fig. 2).

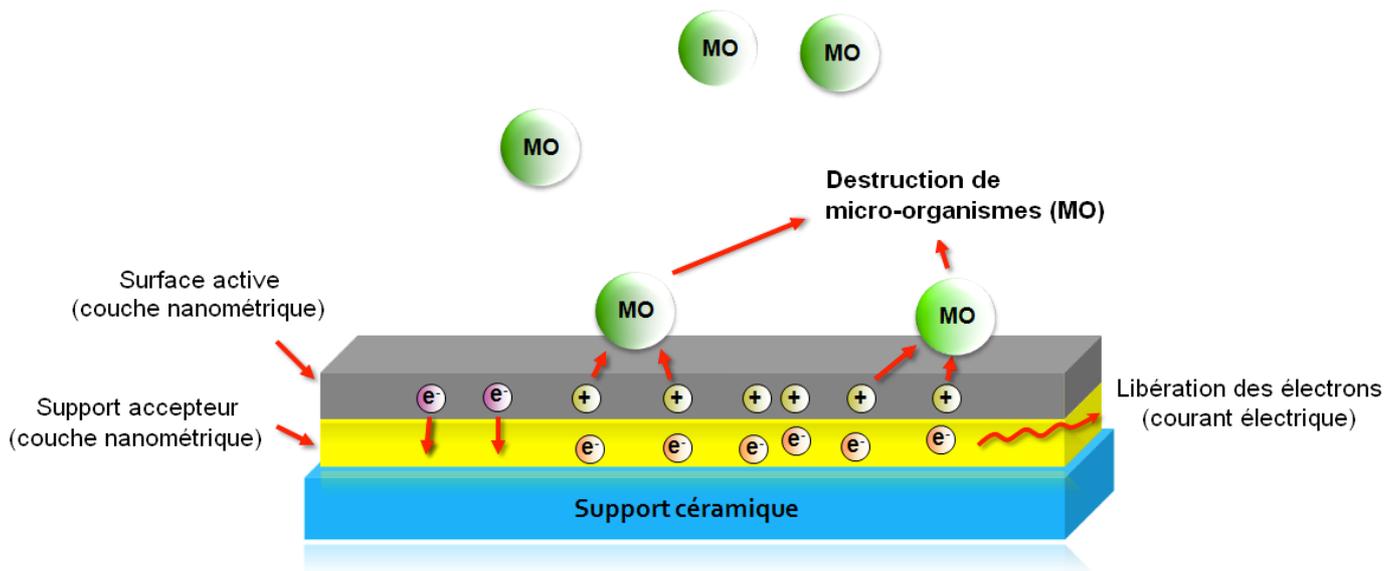


Figure 2. Mécanisme de fonctionnement des céramiques activées CARDPool (e<sup>-</sup> : électron ; + : trous positifs)

Une fois que la quantité des électrons, qui sont en permanence attirés de la surface active et partiellement stockés dans la nanocouche « support accepteur », devient suffisamment importante, les électrons se libèrent sous forme de courants électriques très faibles (voir négligeables). Ce déchargement renouvelle l'action d'attraction des électrons de la couche supérieure, assurant ainsi en permanence l'activation de la surface avec le même taux d'efficacité. Le comportement « catalytique » et l'activité permanente de la surface germicide permettent de garantir qu'aucun micro-organisme ne résiste lors de son contact avec ce type de surface, et cela sans aucune excitation externe (lumineuse, thermique, électrique, etc.).

## II. Preuves scientifiques

### II. 1 Etat cationique de surface des céramiques activées CARDPool

L'état cationique de surfaces responsable de l'effet désinfectant des céramiques activées CARDPool a été révélé par des analyses au Microscope Electronique à Balayage (MEB). Sous le bombardement électronique du microscope, la surface du produit s'est métallisée *in situ* en donnant naissance à des nano-agrégats (50 nm en moyenne) qui couvrent complètement la surface initialement lisse (fig. 3). Cette métallisation est due à l'interaction entre les sites cationiques de surface et les électrons du faisceau MEB.

En fonction de la quantité des électrons adsorbés par  $\mu\text{m}^2$  de surface nous avons calculé le nombre des sites cationiques actifs.

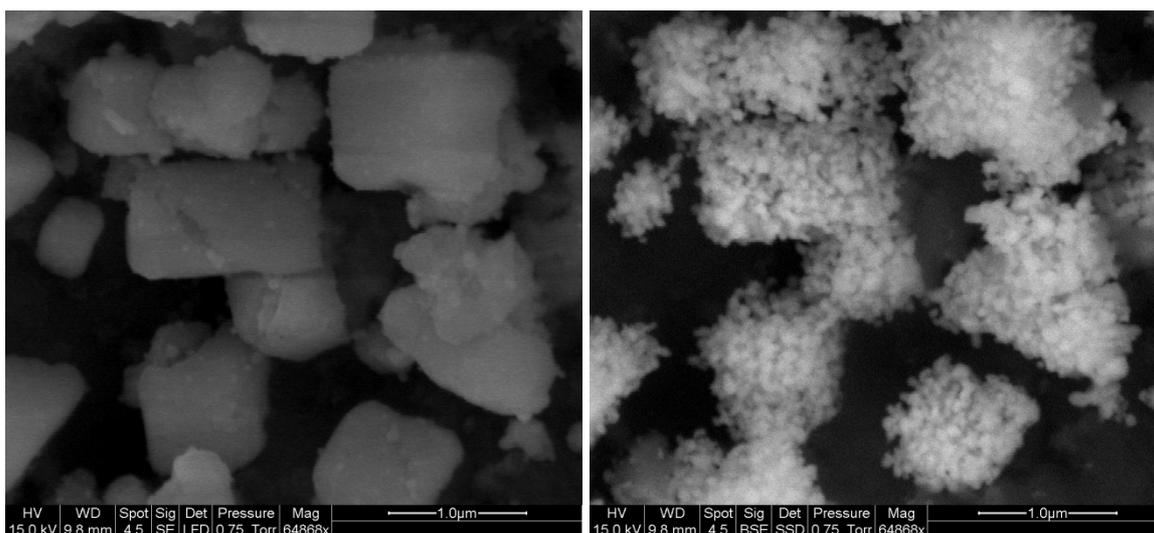


Figure 3. Evolution de l'état cationique de surface des céramiques activées CARDPool : état initial (à gauche) ; état métallisé après 55 sec d'exposition au bombardement électronique du MEB (à droite) (photographies MEB)

Sachant que le produit a été exposé à un potentiel électronique de 15,0 kV pendant 55 secondes, la décharge électronique des cations surfaciques est estimée à au moins  $2 \times 10^9$  électrons /  $\mu\text{m}^2$  de surface (Brevet International WO2013007289 (A1) 2013-01-17, page 18, lignes 5-10).

A l'heure actuelle, aucun autre matériel avec un tel état cationique n'a été identifié dans la littérature de spécialité.

## II.2 Certifications Institut Pasteur de Lille (IPL - EUROFINS)

L'Institut Pasteur de Lille (IPL - EUROFINS) a testé le produit CARDPool dans les conditions opératoires décrites par les préconisations de la **Norme Européenne (Norme Française) NF EN 1276 : Antiseptique et désinfectants** intitulée « Essai quantitatif de suspension pour l'évaluation de l'activité bactéricide des antiseptiques et des désinfectants chimiques utilisés dans le domaine de l'agro-alimentaire, dans l'industrie, dans les domaines domestiques et en collectivité » et par les préconisations de la **Norme Européenne (Norme Française) NF EN 1040 : Antiseptiques et désinfectants** intitulée « Essai quantitatif de suspension pour l'évaluation de l'activité bactéricide des antiseptiques et des désinfectants chimiques ».

D'après la Norme Européenne NF EN 1276 « il est considéré comme désinfectant tout produit qui a la capacité de réduire de  $10^5$  (5 log) le nombre de cellules bactériennes viables appartenant à des souches référence de *Pseudomonas aeruginosa*, d'*Escherichia coli*, de *Staphylococcus aureus* et d'*Enterococcus hirae* » (Art. 3.3 - Activité Bactéricide, page 6).

Dans leur rapport N° 13G003542C du 30 août 2013, IPL-EUROFINS certifie que le produit CARDPool « montre un effet bactéricide, abattement de 5 log minimum, pour toutes les souches testées » (chapitre 3, page 8). Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 1 : Synthèse des concentrations mesurées sur 3 répliques d'essais (N1, N2 et N3)

		<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. hirae</i>	<i>E. coli</i>	<i>Citrobacter sp</i>
Concentration initiale		4,10E+07	5,91E+06	4,86E+07	4,15E+07
Après contact avec le produit CARDPool	N1	< 5	< 5	< 5	< 5
	N2	< 5	< 5	< 5	< 5
	N3	< 5	< 5	< 5	< 5
Après contact avec les ceramique non activée (blanc)	N1	4,91E+07	6,10E+06	9,95E+06	5,40E+07
	N2	4,64E+07	4,80E+06	7,27E+06	4,70E+07
	N3	3,91E+07	3,05E+06	1,11E+07	3,25E+07

Tableau 2 : Synthèse des abattements mesurés sur 3 réplicas d'essais (N1, N2 et N3)

		<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. hirae</i>	<i>E. coli</i>	<i>Citrobacter sp</i>
Abattement CARDPool (log)	N1	> 6,9	> 6,1	> 7,0	> 6,9
	N2	> 6,9	> 6,1	> 7,0	> 6,9
	N3	> 6,9	> 6,1	> 7,0	> 6,9
Abattement céramiques non activée (log)	N1	-0,1	0,0	0,7	-0,1
	N2	-0,1	0,1	0,8	-0,1
	N3	0,0	0,3	0,6	0,1

Le produit CARDPool montre un abattement supérieur à 6 log pour toutes les souches testées, ce qui le certifie en tant que **Produit Désinfectant** (chapitre 2.7, page 7).

En complément des Normes NF EN 1276 et NF EN 1040, le Laboratoire Agréé PROTEUS (Nîmes) a certifié l'activité germicide du produit CARDPool pour la destruction de la *Legionella* (la bactérie responsable de la légionellose), d'une levure et d'une micro-algues, ces deux dernières parmi les espèces le plus rencontrées dans les eaux de baignade. Les résultats obtenus sont publiés dans les rapports N° PSI-09/330/1008 du et 14.10.2010 et 9.11.2010 dont un extrait est présenté dans le tableau 3.

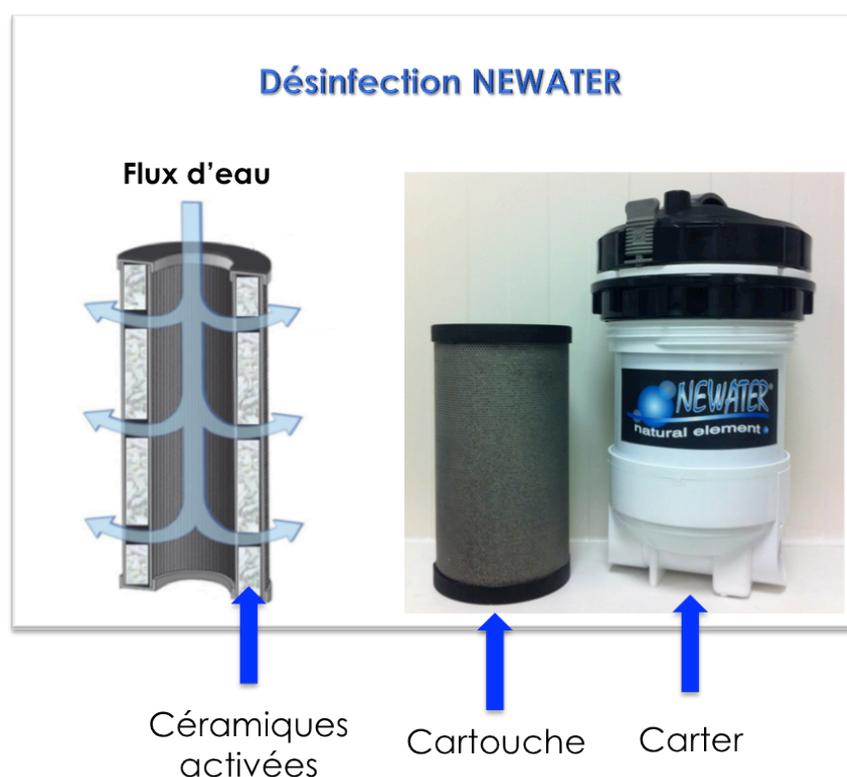
Tableau 3 : Synthèse des abattements mesurés en fonction du microorganisme

Micro-organisme (MO)	Type de MO	Efficacité germicide (%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	bactérie	99,999
<i>Escherichia coli</i>		99,999
<i>Legionella adelaidensis</i>		99,999
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		99,999
<i>Enterococcus hirae</i>		99,999
<i>Citrobacter sp</i>		99,999
<i>Candida albicans</i>	levure	99,755
<i>Anabaena constricta</i>	algue	96,555

### III. Applications techniques

#### III.1 Désinfection des eaux de SPA - Produit NEWATER

Le produit NEWATER est un système de traitement des eaux de spa (image ci-dessous). Il s'installe en aval du filtre mécanique (filtre à cartouche, filtre à sable, etc. destiné à la filtration des matières en suspension) présent sur tous les spas. Son action est l'élimination radicale des micro-organismes présents dans l'eau.



Pour mieux décrire le système NEWATER nous pouvons le présenter comme étant composé de deux parties principales :

1. Les céramiques activées CARDPOOL
2. Le dispositif qui contient les céramiques activées (description dans la « Notice d'installation » et dans les « Conseils d'utilisation » du système NEWATER).

L'activité germicide du produit NEWATER a été mise en évidence pour la désinfection de l'eau du spa dans le cadre d'une étude très précise qui a duré 3 mois. Après avoir installé le système NEWATER

sur un spa (5 places, filtration 2 x 4 h, volume = 1,8 m<sup>3</sup>), des prélèvements réguliers ont été effectués et analysés pour évaluer la concentration en microorganismes et la qualité microbiologique de l'eau. En parallèle, les mêmes analyses ont été réalisées pour deux autres spas (même taille que celui équipé NEWATER), un premier traité au brome et un deuxième traité au Aquafiness (produit à base de chlore).

Les résultats sont exprimé en Unité Format de Colonie (UFC) / 100ml et selon la **Directive N° 2006/7/CE du 15/02/06 concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade et abrogeant la directive 76/160/CEE** la concentration totale en microorganismes ne doit pas dépasser 500 UFC/100ml pour une qualité « excellente » (Art. 2, paragraphe 5).

L'évolution de la concentration en microorganismes dans les eaux des trois spas pendant les 3 mois de test est présentée dans la figure 4 ci-après.

Comme il peut être observé, dans le cas du spa équipé avec le système NEWATER, la concentration en bactéries ne dépasse pas la limite normé durant toute la période du test (courbe bleu par rapport à la ligne rouge, fig. 4). En revanche, dans les eaux traitées avec du brome ou du chlore, la concentration en microorganismes varie énormément, de 0 à plus de 10.000 UFC/100ml, et cela dans des intervalles de moins de 3 jours. Il est évident que cette fluctuation est directement liée à la consommation des réactifs d'oxygénation (BrO<sup>-</sup> et ClO<sup>-</sup> respectivement) très efficaces dans les premières heures après la dissolution des pastilles, et très faible, voire inexistant, pendant tout le reste du temps.

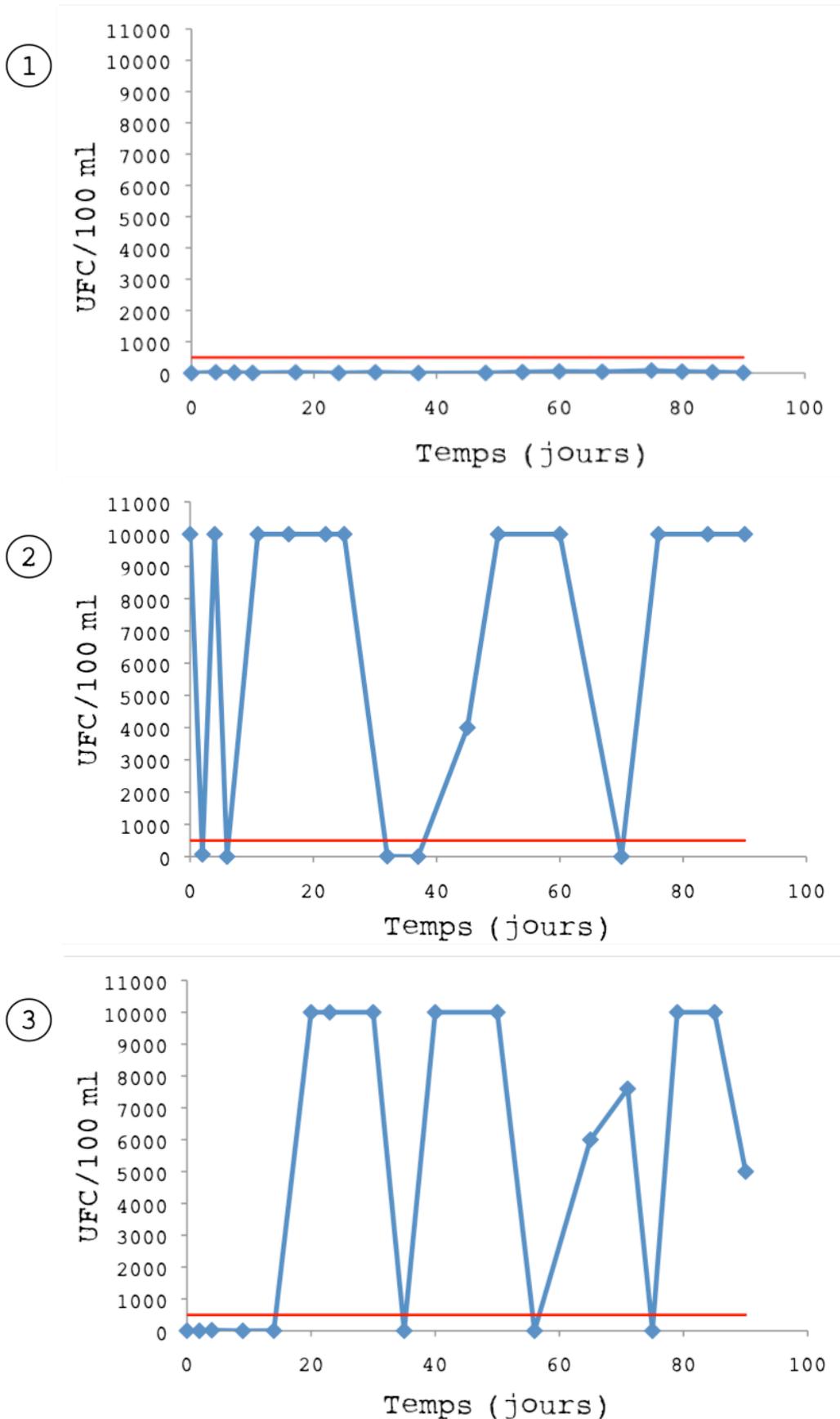


Figure 4. Evolution de la concentration en microorganismes dans le temps : 1 - SPA équipé NEWATER, 2 - SPA traité au brome et 3 - SPA traité avec Aquafinesse

A titre d'exemple, un dénombrement des bactéries présentes dans les trois eaux de spa testés est présenté dans la photo ci-après.



Figure 5. Développement des colonies bactériennes en boîtes de Pétri correspondant à concentration en microorganisme présente dans 100 ml d'eau de spa: SPA équipé NEWATER (à gauche), SPA traité au brome (au milieu) et SPA traité avec AquaFinesse (à droite)

A ce jour, 44 spa sont équipés des systèmes NEWATER dont 32 (tab. 4) sont suivis par des analyses régulières de l'évolution de la concentration microbiologique, du pH, des matières en suspension, de mesures de DBO, DCO, nitrates, détergents, matières organiques, etc.

Les résultats sont très satisfaisants, tous similaires à ceux obtenus pour le spa surveillé pendant 3 mois dont les résultats sont présentés dans la figure 4. Il est à noter que dans certain cas, d'après les résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques (DCO, DBO, etc.), l'eau de spa était d'une pureté équivalente à de l'eau bi-distillé, soit 10 fois plus pure que l'eau de robinet.

Tableau 4. Spas équipés du système NEWATER  
(surveillés à la date du 1.12.2013)

SPA suivi (32/44)	Date d'installation	Endroit	Marque du spa
N° 1	31.10.2011	Nîmes, France	Angel SPA
N° 2	15.01.2012	Aix-en-Provence, France	Excellence SPA
N° 2-1	02.06.2012	Nîmes, France	Angel SPA
N° 3	26.06.2012	Alès, France	Angel SPA
N° 4	13.07.2012	Vézénobres, France	Excellence SPA
N° 5	20.07.2012	Alès, France	Angel SPA
N° 5-1	21.11.2012	Alès, France	Aquamarine
N° 6	02.01.2013	Alès, France	Kinedo
N° 5-2	30.01.2013	Alès, France	Vita SPA
N° 7-1	11.03.2013	Anduze, France	Angel SPA
N° 7-2	11.03.2013	Nice, France	Hydropool
N° 8-1	04.04.2013	Nice, France	Hydropool
N° 8-2	07.04.2013	Paris, France	Hydropool
N° 8-3	07.04.2013	Paris, France	Hydropool
N° 8-4	07.04.2013	La Ciotat, France	Angel SPA
N° 8	08.05.2013	Ajaccio, Corse	Angel SPA
N° 9	10.05.2013	Marseille, France	Angel SPA
N° 10-1	12.05.2013	Alès, France	Kinedo
N° 10-2	12.05.2013	Alès, France	Sundance
N° 10-3	12.05.2013	Alès, France	Sundance
N° 11	15.05.2013	Arles, France	Angel SPA
N° 12	15.05.2013	Arles, France	Excellence SPA
N° 13	29.05.2013	Nancy, France	Excellence SPA
N° 14	12.06.2013	Nantes, France	Hydropool
N° 15-1	12.06.2013	Lyon, France	SPA France
N° 15-2	12.06.2013	Lyon, France	Hydropool
N° 16	26.06.2013	Dijon, France	Hotspring
N° 17	15.07.2013	Québec, Canada	Excellence SPA
N° 18	16.07.2013	Montpellier, France	Excellence SPA
N° 19	18.07.2013	Nîmes, France	Blue Lagoon
N° 20	18.07.2013	Vienne, Autriche	Vajda
N° 21	02.08.2013	St Jaque de Compostelle, Espagne	Angel SPA

### III.2 Désinfection des eaux de station d'épuration - assainissement non collectif

**DOSSIER CONFIDENTIEL** remis uniquement avec l'accord de la direction.

### III.3 Désinfection des huiles de refroidissement

**DOSSIER CONFIDENTIEL** remis uniquement avec l'accord de la direction.

### III.4 Désinfection des eaux agroalimentaires

**DOSSIER CONFIDENTIEL** remis uniquement avec l'accord de la direction.

### III.5 Désinfection des eaux des tours de refroidissement

**DOSSIER CONFIDENTIEL** remis uniquement avec l'accord de la direction.

### III.6 Désinfection des eaux de douche de sécurité

**DOSSIER CONFIDENTIEL** remis uniquement avec l'accord de la direction.

### III.7 Désinfection des eaux de ballast

**DOSSIER CONFIDENTIEL** remis uniquement avec l'accord de la direction.

### III.8 Désinfection des eaux grises

**DOSSIER CONFIDENTIEL** remis uniquement avec l'accord de la direction.

### III.9 Désinfection de l'air

**DOSSIER CONFIDENTIEL** remis uniquement avec l'accord de la direction.

## VI. Communication

### VI.1 Articles de presse

1. **Midi Libre Alès Cévennes**, *La bonne cartouche*, 4-06-2013, page 1 et 3
2. **Alès Agglo**, *Les audacieux ont été récompensés*, juillet-août 2013, page 2
3. **L'Audace en Cévennes**, 1er PRIX EX-AEQUO - 20 000 € CARD POOL : traitement et décontamination microbiologique de l'eau, juillet-août 2013, page 2, <http://www.objectifgard.com/2013/05/30/ales-leur-audace-a-paye-six-porteurs-de-projets-se-partagent-80-000e-le-palmares-en-images/>
4. **Alès Audace**, *Lauréats du concours Alès Audace 2013*, Le Journal de l'Audace en Cevennes, 1-11-2013, page 1 et 2
5. **Midi Eco Gard**, *Un procédé révolutionnaire et écolo de décontamination*, Midi Libre Magazine Economiques, Edition 2013, 3-12-2013, page 43

### VI.2 Publications scientifiques

1. **Article scientifique**, *Etude d'un nouveau procédé de filtration pour la désinfection des eaux de SPA : abattement d'un mélange bactérien (E.coli + S.epidermidis) par un matériau composite*, TARTANSON Marie-Anne, CHIS Cristian et al, *Récents Progrès en Génie des Procédés*, Numéro 104 - 2013 ISSN: 1775-335X ; ISBN: 978-2-910239-78-7, Ed. SFGP, Paris, France ;

### VI.3 Rapports scientifiques

1. **Rapport n°13G003542C**, *Evaluation de l'activité biocide du produit CARDpool*, Institut Pasteur de Lille IPL-EUROFINS, 30-08-2013, France
2. **Rapport 1308165-01**, *Certificate of analysis*, MICROBAC, Fayetteville Division, Caroline de Nord, 4-09-2013, USA
3. **Rapport N°PSI-09/330/1008**, *Evaluation of auto-decontaminating efficiency*, PROTEUS, 9-11-2010, France
4. **Rapport N°PSI-09/330/1008**, *Evaluation of auto-decontaminating efficiency*, PROTEUS, 14-10-2010, France

## VI.4 Propriété industrielle

1. Brevet International WO 2013007289 (A1), *Silver containing antimicrobial material and uses thereof*, Propriétaire : CARDPool, Inventeur : Cristian Chis, Date de publication : 17-01-2013 ;

## VI.5 Partenaires scientifiques

- Institut Pasteur de Lille IPL-EUROFIN, Nancy
- Institut Européen des Membranes, Université Montpellier II
- Association Nationale de la Recherche et de la Technologie ANRT, Paris
- HYDROSCIENCE, Université Montpellier II
- MICROBAC, Fayetteville Division, Caroline de Nord, USA