

Le directeur général

Extrait de l'avis du 3 mai 2024 de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

relatif à « l'utilisation d'un procédé de traitement innovant par filtration dite
« bio-minérale » de la société Aquatic Science »

(Les parties grisées correspondent à des données confidentielles)

*L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.
L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.
Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.
Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).
Ses avis sont publiés sur son site internet.*

L'Anses a été saisie le 11 mai 2023 par la Direction générale de la santé (DGS) pour la réalisation de l'expertise suivante : « Demande d'avis sur l'utilisation d'un procédé de traitement innovant par filtration dite « bio-minérale » de la société Aquatic Science » (Annexe 2A). Cette demande fait suite à la transmission d'un dossier complété à l'issue d'une analyse de recevabilité menée par l'Agence, concluant une première demande d'avis sur l'utilisation de ce procédé en date du 18 octobre 2022 (Annexe 2B).

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

1.1. Contexte

La DGS a été saisie par l'intermédiaire du dispositif « France Expérimentation » d'une demande d'expérimentation relative à l'utilisation d'un procédé de traitement de l'eau des

baignades artificielles par filtration « bio-minérale », développé par la société Aquatic Science, dont l'utilisation, dans un cadre expérimental, est prévue dans plusieurs centres aquatiques français.

Le dispositif « France Expérimentation » est un dispositif interministériel qui permet, à titre expérimental, de « *lever des blocages juridiques entravant la réalisation de projets innovants, grâce à la mise en place de dérogations réglementaires¹* . »

Le procédé de traitement proposé par la société Aquatic Science fait intervenir, selon les termes de la saisine initiale (Annexe 2B), « *une technologie spécifique, assurant une filtration de l'eau sans recours à l'utilisation de produits de désinfection rémanents, notamment chlorés. La société Aquatic Science revendique avec ce procédé une qualité d'eau désinfectée mais non désinfectante et l'absence de risques sanitaires pour les baigneurs, même en cas de forte fréquentation* ».

L'architecte en charge de la conception des bassins des centres aquatiques déjà équipés de ce système de traitement, indique qu'il « *s'est appuyé sur les normes techniques et prescriptions techniques applicables aux piscines publiques à usage collectif notamment en matière de fonctionnement hydraulique, de renouvellement et de recirculation d'eau* ».

Néanmoins, le procédé de traitement proposé ne permet pas de satisfaire à la réglementation relative à la qualité des eaux de piscine, notamment du fait que l'eau traitée n'est pas désinfectante et ne répond ainsi pas aux exigences réglementaires qui nécessitent qu'elle soit *désinfectée et désinfectante* (articles D. 1332-1 et D.1332-5 du code de la santé publique (CSP)).

Les bassins équipés du procédé dit de filtration « bio-minérale » sont qualifiés de baignades artificielles en système fermé conformément aux dispositions de l'article D. 1332-43 du CSP. La qualité de l'eau de ces bassins doit respecter les dispositions réglementaires en vigueur, en particulier les limites de qualité fixées par l'arrêté du 15 avril 2019 modifié, relatif au programme d'analyses de la qualité de l'eau et aux limites et références de qualité des baignades artificielles.

Actuellement plusieurs établissements sont équipés en France du procédé de traitement dit par filtration « bio-minérale ». Ces établissements possèdent des caractéristiques différentes : les bassins peuvent être intérieurs ou extérieurs, leurs revêtements sont variés (inox, carrelage, liner), certains sont équipés de toboggans, de jeux d'eau voire de baignoires à remous. Les activités proposées dans ces bassins sont diverses (natation, loisirs, bien-être, bébés nageurs, pataugeoire, kayak, plongée subaquatique). La température de l'eau de ces bassins peut varier entre 26 et 33 °C. Tous les bassins concernés sont alimentés par l'eau du réseau de distribution publique.

Selon les pétitionnaires² auditionnés le 15 mars 2023, « *le respect de la réglementation relative aux baignades artificielles s'avère, dans ces établissements, contraignant et peu rentable à l'exploitation* ». Ils ajoutent que « *pour tester de nouvelles approches qui permettraient de lever ces difficultés de gestion, il est nécessaire de mettre en œuvre des expérimentations supposant plusieurs dérogations à la réglementation applicable aux baignades artificielles* ». Ces dernières portent sur :

¹ France Expérimentation | Direction interministérielle de la transformation publique (modernisation.gouv.fr)

² Trois communautés de communes et la société Aquatic Science ont déposé des demandes d'expérimentations ; la société Aquatic Science est le pétitionnaire principal.

- « la fréquentation maximale instantanée (FMI) et la fréquentation maximale journalière (FMJ)³ (compte tenu de la technologie mise en œuvre, la société Aquatic Science considère que « les fréquentations maximales pouvant être atteintes peuvent être identiques à celles réglementairement définies pour les piscines à usage collectif ») ;
- la possibilité d'introduire un produit biocide⁴ non-rémanent directement dans la zone de baignade en cas d'accidents fécaux ou vomitifs survenant dans le bassin ;
- la possibilité de réaliser des prélèvements d'échantillons d'eau à des fins d'analyse en l'absence de baigneurs ou à l'endroit le plus proche des refoulements ;
- l'ajustement des limites de qualité réglementaires de l'eau du bassin pour certains paramètres microbiologiques recherchés dans le cadre du contrôle sanitaire. »

Les pétitionnaires demandent dans leurs dossiers, l'autorisation de mener ces expérimentations pendant une durée d'un an dans trois établissements aquatiques distincts. En fonction des résultats de l'expérimentation, le dispositif France Expérimentation permet qu'une évolution du cadre législatif et réglementaire soit réalisée.

1.2. Objet de la saisine

L'Anses a été saisie initialement le 18 octobre 2022 par la DGS, dans le cadre de cette demande d'expérimentation, d'une demande d'avis sur l'utilisation du procédé de traitement innovant par filtration dite « bio-minérale » élaboré par la société Aquatic Science.

L'avis de l'Agence avait été sollicité en particulier sur les points suivants :

- « l'innocuité et l'efficacité du procédé de traitement « bio-minéral », développé par la société Aquatic Science ;
- sous réserve de l'innocuité et de l'efficacité du procédé de traitement « bio-minéral », et sur la base du dossier de demande, la pertinence d'ajouter des indicateurs complémentaires pour le suivi de la qualité de l'eau et des recommandations sanitaires supplémentaires lors de la mise en œuvre des expérimentations, si elles s'avèrent nécessaires ; »

De l'examen préliminaire du dossier, il est ressorti que certains éléments étaient insuffisamment développés pour permettre d'identifier clairement les revendications du pétitionnaire et l'analyse des éléments de preuve en soutien. Aussi, la saisine initiale a été considérée comme non recevable par l'Anses. Par courrier en date du 11 janvier 2023, l'Anses a conclu son instruction et formulé une demande de pièces complémentaires nécessaires à l'expertise.

Par courrier en date du 11 mai 2023 (cf. Annexe 2A), la DGS a saisi de nouveau l'Anses de la même demande d'avis, le pétitionnaire ayant produit des éléments additionnels.

³ FMI baignade artificielle = 1 personne pour 10m³/ FMI piscine : 1 personne pour 1 m² (bassin couvert) / 3 personnes pour 2m² (bassin extérieur)

⁴ Un produit biocide est une substance, ou un mélange de substances, constitué d'une ou plusieurs substances actives, en contenant ou en générant, destiné à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, par toute autre action qu'une simple action mécanique ou physique. La mise sur le marché de ces produits est encadrée par un règlement européen : le règlement (UE) n°528/2012.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

2.1. Organisation de l'expertise

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise relève du domaine de compétence du comité d'experts spécialisé (CES) « Eaux ». L'Anses a confié l'instruction de cette saisine au groupe de travail (GT) « Aquatic Science », rattaché au CES « Eaux ». Les travaux d'expertise du GT « Aquatic Science » ont été soumis régulièrement au CES « Eaux », tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques, les 7 novembre 2023, 9 janvier et 5 mars 2024. Les travaux ont été adoptés par le CES « Eaux » le 2 avril 2024.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet : <https://dpi.sante.gouv.fr/>.

2.2. Modalités de l'expertise

Les produits et procédés de traitement des eaux des baignades artificielles en système fermé ne sont pas soumis à autorisation. Il n'existe donc pas de lignes directrices permettant l'évaluation du procédé qui fait l'objet de la saisine.

En réponse à la saisine, l'Anses a établi un contrat d'expertise en date du 3 août 2023 dans lequel elle indiquait que certains des éléments transmis le 11 mai 2023 méritaient d'être précisés. De nouveaux éléments complémentaires ont été transmis à l'Anses le 9 octobre 2023. Le concepteur du procédé de filtration « bio-minérale » et deux de ses collaborateurs ont été auditionnés par les experts du GT « Aquatic Science » le 16 novembre 2023. Lors de cet échange, il est apparu que des éléments supplémentaires étaient de nouveau nécessaires pour mener l'expertise. Ces éléments complémentaires ont été transmis à l'Anses par courrier électronique le 18 décembre 2023.

Pour répondre aux questions de la saisine et au regard du délai imparti pour son traitement, l'expertise s'est principalement appuyée sur le corpus documentaire transmis par la société Aquatic Science en appui à la demande initiale d'expérimentation en 2022 puis en mai, octobre et décembre 2023 en réponse aux demandes de précisions formulées par l'Anses par courrier ou lors des auditions de la société. La liste des pièces communiquées à l'Agence est détaillée en Annexe 3.

Le GT « Aquatic Science » s'est également basé sur :

- les résultats du contrôle sanitaire de plusieurs établissements aquatiques actuellement équipés du procédé revendiqué ;
- les deux auditions de la société Aquatic Science en date du 15 mars et du 16 novembre 2023 ;
- les auditions de quatre Agences régionales de santé (ARS) et/ou de leurs entités territoriales en charge du contrôle sanitaire d'établissements équipés du procédé revendiqué ;

- les auditions de trois gestionnaires d'établissements aquatiques équipés du procédé revendiqué ;
- l'avis de l'Agence relatif à un projet de décret relatif à la gestion de la qualité des eaux de baignades artificielles (Anses, 2013) ;
- l'avis du 30 mai 2016 révisé le 23 janvier 2017 de l'Agence relatif à un projet de décret et trois projets d'arrêtés relatifs à la gestion de la qualité des eaux de baignades artificielles (Anses, 2017).

Le présent avis expose :

- la réglementation relative aux baignades artificielles en système fermé, aux piscines à usage collectif et aux bains à remous ;
- la description et l'analyse de chaque étape du procédé revendiqué par la société Aquatic Science ;
- le bilan des auditions réalisées par les membres du GT « Aquatic Science » ;
- les conclusions des experts sur l'efficacité et l'innocuité du procédé ;
- les conclusions des experts sur les demandes de dérogations.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES « EAUX »

3.1. Rappel réglementaire

3.1.1. Réglementation relative aux baignades artificielles en système fermé

Selon les dispositions de l'article D. 1332-43 du CSP, une baignade artificielle est définie comme une baignade dont l'eau est maintenue captive, à savoir séparée des eaux de surface ou des eaux souterraines par aménagement.

La réglementation distingue les baignades artificielles à système fermé de celles à système ouvert, afin de tenir compte des risques particuliers associés à chaque système.

Une baignade artificielle en système ouvert est définie selon l'article D. 1332-43 du code de la santé publique (CSP) comme une baignade artificielle dont l'alimentation se fait exclusivement par de l'eau neuve non recyclée et non traitée.

Une baignade artificielle en système fermé est définie dans le même article comme une baignade artificielle dont l'eau d'alimentation est en tout ou partie recyclée. L'eau recyclée étant l'eau prélevée dans la zone de baignade puis traitée pour alimenter à nouveau cette zone.

Une baignade artificielle en système fermé doit satisfaire aux exigences réglementaires suivantes (Article D. 1332-49) :

- *« La totalité du volume de la zone de baignade doit être renouvelée en moins de 12 heures, pendant la période d'ouverture au public. Ce renouvellement est assuré en continu par un apport d'eau neuve et d'eau recyclée. La baignade artificielle est équipée d'un système permettant de mesurer le volume et d'estimer le débit des différents apports d'eau neuve et d'eau recyclée ;*
- *L'hydraulicité des zones de baignade est conçue de manière à éviter toute zone de stagnation qui rendrait la qualité de l'eau non homogène ;*
- *La couche d'eau superficielle éliminée ou reprise en continu représente 50 % des débits de recyclage ;*

- *Les plages adjacentes à la baignade artificielle sont conçues pour éviter la stagnation des eaux et les eaux de ruissellement de ces dernières sont évacuées sans qu'elles ne s'écoulent dans les bassins ;*
- *La zone de baignade est conçue de manière à pouvoir être vidangée et un nettoyage est réalisé en tant que de besoin ;*
- *L'accès à la zone de baignade et aux plages alentours est interdit aux animaux domestiques et des mesures ou aménagements sont mis en œuvre pour limiter l'accès aux animaux sauvages ;*
- *La valeur de l'apport d'eau neuve est définie de manière à respecter les limites de qualité mentionnées à l'article D. 1332-47 ;*
- *Le biofilm et les algues se développant en bordure et dans la zone de baignade artificielle font l'objet d'un retrait mécanique en tant que de besoin ;*
- *La fréquentation maximale instantanée dans la zone de baignade est définie de façon à garantir un volume d'eau minimal accessible à la baignade de 10 mètres cubes par baigneur ;*
- *La fréquentation maximale journalière remplit les conditions fixées par arrêté du ministère chargé de la santé ;*
- *L'eau recyclée fait l'objet d'un traitement, permettant d'assurer la maîtrise de la qualité de l'eau et la sécurité sanitaire des baigneurs ;*
- *La zone de traitement et les installations de traitement sont physiquement séparées de la zone de baignade ;*
- *L'utilisation et la présence de colorant sont interdites dans la zone de baignade en présence de baigneurs ;*
- *L'utilisation d'algicides ou tout produit chimique directement introduit dans la zone de baignade, y compris en l'absence de baigneurs est interdite ;*
- *L'eau de la zone de baignade artificielle ne doit pas être désinfectante. »*

Les produits et procédés de traitement utilisés dans les baignades artificielles en système fermé ne font pas l'objet d'une demande d'autorisation par le ministère chargé de la santé. Néanmoins, il est à noter que les produits biocides, utilisés pour la désinfection de l'eau⁵, sont soumis au règlement (UE) n° 528/2012 relatif à la mise sur le marché et l'utilisation des produits biocides. De façon générale, il est de la responsabilité de l'exploitant de la baignade artificielle de s'assurer que les produits ou procédés de traitement utilisés dans le bassin sont conformes aux réglementations applicables.

Le contrôle sanitaire de la qualité de l'eau des baignades artificielles réalisé par les Agences régionales de santé (ARS) repose principalement sur le suivi de paramètres microbiologiques. La qualité physico-chimique de l'eau est évaluée par le suivi du phosphore et de la transparence de l'eau. La qualité de l'eau d'une baignade artificielle et celle de l'eau de remplissage du bassin sont réputées conformes lorsqu'elles respectent, en permanence, les

⁵ Produits biocides répondant aux types de produits 2 (TP 2) relatifs aux désinfectants et produits algicides non destinés à l'application directe sur des êtres humains ou des animaux régis par le règlement UE n° 528/2012 relatif à la mise sur le marché et l'utilisation des produits biocides.

limites de qualité réglementaires, fixées par l'arrêté du 15 avril 2019 modifié susmentionné⁶ pendant la période d'ouverture de la baignade (tableau 1).

Tableau 1 : Limites et références de qualité de l'eau des baignades artificielles en système fermé⁷

Paramètre	Limite de qualité pour toutes les baignades (systèmes ouvert et fermé)	Référence de qualité pour les baignades en système fermé	Unité
<i>Escherichia coli</i>	500 en eau douce 250 en eau de mer	100	NPP/100 mL
Entérocoques intestinaux	200 en eau douce 100 en eau de mer	40	NPP/100 mL
<i>Staphylococcus aureus</i>	20		UFC/100 mL
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	100		UFC/100 mL
Développement de biofilms sur l'ensemble des surfaces de la baignade		absence	
Efflorescence de cyanobactéries	100 000 (et absence d'efflorescence pour l'eau de remplissage)		cellules/mL
Transparence de l'eau	La transparence de l'eau doit être supérieure ou égale à 1		mètre
Phosphore total exprimé en P	30 (<i>cette limite ne concerne que l'eau de remplissage de la baignade artificielle en système fermé</i>)		µg.L ⁻¹

*Case vide : pas de valeur proposée ; NPP : nombre le plus probable ; UFC : unité formant colonie.

En parallèle du contrôle sanitaire, la personne responsable de la baignade artificielle met en œuvre une surveillance visuelle de la zone de baignade afin de contrôler au moins deux fois par jour l'apparition de cyanobactéries et/ou de biofilms ou d'algues dans la zone de baignade (annexe III de l'arrêté du 15 avril 2019 relatif au programme d'analyses de la qualité de l'eau et aux limites et références de qualité des baignades artificielles). Cette surveillance visuelle est complétée par le suivi de la température et du pH de la baignade artificielle (Annexe 7).

⁶ Arrêté du 15 avril 2019 modifié le 3 juin 2019 relatif au programme d'analyses de la qualité de l'eau et aux limites et références de qualité des baignades artificielles.

⁷ Limites de qualité : valeur impérative ; référence de qualité : seuils de vigilance pour la personne responsable de la baignade artificielle (article D. 1332-46 du CSP).

3.1.2. Réglementation relative aux piscines

D'après l'article D 1332-1 du code de la santé publique (CSP), une piscine est constituée « *d'installations ou parties d'installations qui comportent un ou plusieurs bassins artificiels étanches dans lesquels des activités aquatiques sont régulièrement pratiquées et dont l'eau est filtrée, désinfectée, désinfectante, renouvelée et recyclée.* »

Les articles D 1332-1 et suivants du CSP définissent les dispositions relatives à la sécurité sanitaire des piscines. Quatre arrêtés publiés le 26 mai 2021⁸ précisent les évolutions réglementaires applicables aux piscines et leurs modalités d'applications.

Les nouveaux textes réglementaires définissent quatre types de piscines établis en fonction de la nature de l'établissement dans lequel les bassins se situent et en fonction de la fréquentation de ces derniers. La fréquentation se calcule en fonction de la surface du bassin de la façon suivante :

- 1 personne par mètre carré de plan d'eau couvert ;
- 3 personnes pour 2 mètres carrés de plan d'eau en plein air.

Selon l'article D. 1332-2 du CSP, les eaux de piscines collectives doivent répondre aux conditions suivantes :

- « *ne pas contenir un nombre ou une concentration de micro-organismes, de parasites ou de toute autre substance constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ;*
- *ne pas être irritantes pour les yeux, la peau et les muqueuses ;*
- *être conformes à des limites de qualité, portant sur des paramètres microbiologiques et physico-chimiques, définies par arrêté du ministre chargé de la santé ;*
- *satisfaire à des références de qualité, portant sur des paramètres microbiologiques, physico-chimiques et organoleptiques, établies à des fins de suivi des installations de traitement de l'eau des bassins et définies par arrêté du ministre chargé de la santé.* »

La qualité des eaux de piscine est basée sur le suivi de paramètres physico-chimiques et microbiologiques fixés par l'arrêté du 26 mai 2021 relatif aux limites et références de qualité des eaux de piscine. Le tableau 2 présente la liste des paramètres microbiologiques suivis dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux de piscine ainsi que leurs limites de qualité. Les paramètres physico-chimiques et leurs limites de qualité respectives sont présentés en Annexe 4 pour information.

⁸ Arrêté du 26 mai 2021 relatif aux limites et références de qualité des eaux de piscine pris en application de l'article D. 1332-2 du code de la santé publique ;

Arrêté du 26 mai 2021 relatif au contrôle sanitaire et à la surveillance des eaux de piscine pris en application des articles D. 1332-1 et D. 1332-10 du code de la santé publique ;

Arrêté du 26 mai 2021 modifiant l'arrêté du 7 avril 1981 modifié relatif aux dispositions techniques applicables aux piscines ;

Arrêté du 26 mai 2021 relatif à l'utilisation d'une eau ne provenant pas d'un réseau de distribution d'eau destinée à la consommation humaine pour l'alimentation d'un bassin de piscine, pris en application des articles D. 1332-4 et D. 1332-10 du code de la santé publique.

Tableau 2 : Limites de qualité microbiologique de l'eau des piscines.

Paramètres	Limites de qualité
Entérocoques intestinaux	absence / 100 mL
<i>Escherichia coli</i>	absence / 100 mL
<i>Legionella pneumophila</i>	1000 UFC/L (uniquement bains à remous sauf ceux alimentés par eau de mer)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	absence / 100 mL
Staphylocoques pathogènes	absence / 100 mL

En parallèle du contrôle sanitaire, la personne responsable de la piscine doit mettre en œuvre un programme de surveillance de la qualité d'eau du bassin tel décrit en annexe II.B de l'arrêté du 26 mai 2021 relatif au contrôle sanitaire et à la surveillance des eaux de piscine et repris dans l'annexe 8.

3.1.3. Réglementation relative aux bains à remous

Les bains à remous à usage collectif et recevant du public sont soumis aux textes législatifs et réglementaires relatifs aux piscines non réservées à l'usage personnel d'une famille, et notamment aux articles L. 1332-1 à L. 1332-9 et D. 1332-1 à D. 1332-13 du code de la santé publique et à l'arrêté du 7 avril 1981 modifié fixant les dispositions techniques applicables aux piscines. De ce fait, l'eau alimentant ces bassins doit être désinfectée et désinfectante.

L'exploitant est tenu de surveiller la qualité de l'eau du bassin (article L. 1332-8 du code de la santé publique et article 11 de l'arrêté du 7 avril 1981 modifié fixant les dispositions techniques applicables aux piscines) en procédant notamment :

- « au contrôle au moins deux fois par jour de la concentration en désinfectant de l'eau du bassin ;
- au contrôle du pH, de la transparence et de la température de l'eau. En outre, le taux de chlore stabilisé, le cas échéant, doit être supérieur à 2 mg.L⁻¹. En l'absence de stabilisant, le taux de chlore libre actif doit être compris entre 0,4 et 1,4 mg.L⁻¹ ;
- à la mise à jour quotidienne du carnet sanitaire avec mention des résultats de ces contrôles, du nombre de baigneurs, des apports d'eau neuve effectués et du visa du responsable des installations. »

L'exploitant ne doit employer que des produits et procédés de traitement de l'eau, de nettoyage et de désinfection efficaces et qui ne constituent pas un danger pour la santé (article L. 1332-8 du CSP). En outre, les produits et procédés de désinfection contenant des substances actives biocides ou en générant, sont encadrés par le Règlement (UE) n° 528/2012 concernant la mise sur le marché et l'utilisation des produits biocides.

Enfin, la circulaire N°DGS/EA4/2010/289 du 27 juillet 2010 fournit un guide – non opposable - relatif à la prévention des risques infectieux et notamment de la légionellose pour les exploitants des bains à remous à usage collectif et recevant du public.

L'arrêté du 26 mai 2021 relatif aux limites et références de qualité des eaux de piscine pris en application de l'article D. 1332-2 du code de la santé publique fixent en particulier les seuils limites applicables aux bains à remous (tableau 3).

Tableau 3 : Limites et références de qualité des paramètres spécifiques des bains à remous recherchés dans le cadre du contrôle sanitaire.

Paramètres	Limites de qualité	Références de qualité
<i>Legionella pneumophila</i>	1000 UFC/100ml	non détecté
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	absence	-
Staphylocoques pathogènes	absence	-
Trihalométhanes (THM)	100 µg/L	20 µg/L

3.2. Remarques préliminaires

Le CES « Eaux » note que dans la version du projet de décret relatif à la gestion de la qualité des eaux de baignades artificielles dont l'expertise a fait l'objet d'un avis de l'Anses le 22 juillet 2013, il était indiqué que pour les baignades artificielles en système fermé « *il est interdit d'utiliser des traitements par des produits chimiques, des algicides, par ultrasons et par rayonnement ultraviolet à l'exception des traitements de reminéralisation, coagulation, floculation. Les demandes de dérogations à cette disposition de la personne responsable sont transmises au ministre chargé de la santé* ».

L'Anses avait demandé dans son avis que « *le ministère en charge de la santé, confirme à l'Agence que toute demande de dérogation à cet alinéa nécessitera un avis de cette dernière et en particulier pour les systèmes de traitement biologique* » (Anses, 2013).

La proposition d'interdiction d'utilisation de traitements pour l'eau de remplissage⁹ des baignades artificielles en système fermé par des produits chimiques, d'algicides, d'ultrasons et de rayonnements ultraviolets (UV), à l'exception de traitements de coagulation, de floculation, avait effectivement été reprise dans le projet de décret relatif à la gestion de la qualité des eaux de baignades artificielles, soumis pour avis à l'Anses en 2016. L'Agence avait précisé en sus, dans son avis publié en 2017, que les procédés de filtration biologique ou substrats reconstitués devraient également être exclus des procédés de traitement autorisés pour les baignades en système fermé (Anses, 2017).

Le CES « Eaux » constate que la disposition susmentionnée a été retirée et note que le retrait de cette disposition a ouvert des possibilités de traitement des eaux de baignades artificielles notamment recourant à des procédés de filtration biologique ou substrats reconstitués sans cadre réglementaire.

Le CES « Eaux » rappelle également que la réglementation et l'évaluation des risques sanitaires relatives aux baignades artificielles ont été établies en première intention pour des baignades artificielles situées à l'extérieur. Après analyse de la réglementation en vigueur concernant les piscines, les bains à remous et les baignades artificielles en système ouvert ou

⁹ L'eau de remplissage correspond à l'eau utilisée pour l'alimentation de la baignade artificielle.

fermé, il apparaît qu'aucun texte législatif ne réglemente les baignades couvertes alimentées par de l'eau du réseau de distribution publique qui ne soit pas désinfectée et désinfectante.

3.3. Description et analyse du procédé

Le procédé de traitement par filtration « bio-minérale » qui équipe les trois établissements aquatiques sélectionnés pour les expérimentations est constitué de plusieurs éléments (pièces n^{os} 1 et 2) :

- une pompe de circulation avec pré-filtration mécanique ;
- une filtration mécanique des matières en suspension (MES) par système hydrocyclone (vortex) ;
- un traitement biologique dit par filtration « bio-minérale » (dénommé [REDACTED] dans le dossier initial 2022 p 10/73) ;
- une désinfection par rayonnements ultraviolets à l'aide d'un réacteur UV couplé à une « oxydation avancée » ;
- une remise à l'équilibre de l'eau avec différents types de réactifs permettant de réguler le pH (*pH-* ou *Vitii®*, à base d'acide citrique), le titre alcalimétrique complet (TAC) (injection de *Carboni®*, solution minérale à base de carbonate de sodium) et/ou le titre hydrotimétrique (TH) (*Calci®*, solution minérale à base de calcium).

3.3.1. Filtration mécanique

L'étape de filtration est entreprise de manière mécanique par filtration centrifuge de l'eau à l'aide d'hydrocyclones (vortex), opérant à un débit de filtration variant [REDACTED] (gamme de débits préconisée par la société Aquatic Science). Lorsque le débit à traiter est plus élevé, la société Aquatic Science préconise l'installation en parallèle de plusieurs de ces modules de filtration ([REDACTED]). Le concentrat issu du vortex est rejeté dans le réseau des eaux usées.

La société Aquatic Science indique par ailleurs que cette étape permettrait de retenir 90 % des matières en suspension ayant une taille supérieure à 30 µm mais ne permet pas de retenir la matière organique dissoute. « Cette étape permettrait de diminuer l'entretien du filtre principal et d'économiser l'eau réservée aux rinçages de ce filtre ».

Remarque

L'étape de préfiltration mécanique mentionnée dans la pièce n°3 (page 12/73), en amont de la filtration mécanique par vortex, n'est plus mentionnée dans la pièce n°2 (page 3/26). Dans cette dernière, il est uniquement évoqué la filtration par hydrocyclone comme première étape du procédé.

Les auditions d'exploitants ont pour certaines néanmoins révélé la nécessité d'avoir cette étape de préfiltration (filtration grossière) en amont de la filtration par vortex pour retenir les macro-déchets.

Les experts regrettent le manque de clarté et de cohérence dans les documents fournis sur ces étapes de filtration.

3.3.2. Traitement biologique dit par filtration « bio-minérale »

Le traitement biologique est réalisé dans un module contenant des billes de polyoléfines de 3 mm de diamètre qui vont constituer un substrat de croissance sur lequel va se développer un biofilm. Celui-ci va se constituer artificiellement par un ensemencement (un mois est nécessaire pour la formation du biofilm)¹⁰ à l'aide de bactéries appartenant aux genres *Bacillus* et *Paraccocus* (microorganismes de classe 1) apportées soit sous forme de poudre, soit sous forme liquide. Selon la société Aquatic Science, le choix de ces bactéries est justifié par leur efficacité dans la dégradation de la matière organique et dans le métabolisme du cycle de l'azote. La formulation de ce consortium bactérien est brevetée en Belgique et fait l'objet d'une demande de brevet européen déposée le 23 mars 2020.

Les billes de polyoléfines étant moins denses que l'eau, le traitement biologique s'effectue en flux inverse d'une filtration classique (entrée en bas du filtre et sortie en haut du filtre).

La société Aquatic Science indique dans la pièce n°87 (page 5/15) que ce traitement biologique permet d'éliminer les composés organiques de « *petite taille ou sous forme dissoute* » sans préciser de seuils de coupure, ni la nature de ces derniers. Dans la pièce n°2 fournie en avril 2022, la société Aquatic Science indique que le filtre « bio-minéral » « *assure la dégradation de la matière organique et plus spécifiquement de sa fraction azotée* ». Selon elle, « *les composés azotés sont transformés à la surface du biofilm en composés ammoniacués, eux-mêmes métabolisés en nitrites puis nitrates en présence d'oxygène. La dénitrification se produit dans l'épaisseur du biofilm, là où la disponibilité en oxygène est limitée. Il en résulte l'élimination des composés azotés soit par élimination sous forme d'azote gazeux (N₂) soit lors du lavage des filtres par l'élimination des composés assimilés* ».

Dans la pièce n°2 (page 19/26), la société Aquatic Science signale que, « *pour être efficace, le substrat bactérien doit permettre le développement d'un biofilm dont l'épaisseur est de l'ordre [REDACTED]* », ce qui induit « *une capacité d'abattement des composés azotés de l'ordre de [REDACTED] de Ntot¹¹ par litre de substrat* ».

L'ensemencement des billes de polyoléfines s'opère, d'après la société Aquatic Science, selon deux modalités distinctes :

- l'ensemencement initial lors de la mise en eau du bassin ou à la suite d'une vidange ;
- les réensemencements quotidiens, sous forme liquide (solution Bactérie +®) ou sous forme de poudre, permettant de maintenir la communauté bactérienne stable dans le filtre.

Il est indiqué dans la pièce n°85 (page 6/26) que toutes les adjonctions de bactéries dans les filtres qui équiperont les bassins soumis à dérogation dans le cadre du dispositif « France Expérimentation », sont prévues sous forme liquide.

La société Aquatic Science recommande de maintenir une vitesse de filtration comprise entre [REDACTED], la valeur haute étant à ne pas dépasser pour éviter un décrochage du biofilm bactérien (pièce n°85, page 8/28). Cette vitesse de filtration est maintenue constante grâce à une régulation automatisée permettant de compenser les pertes de charges liées à l'encrassement du filtre (pièce n°85, page 8/28). Une augmentation [REDACTED] de la puissance des pompes enclenche un rétro-lavage du filtre « bio-minéral » (pièce n°85, page

¹⁰ Information indiquée dans le manuel d'exploitation (Annexe 3, pièce 87)

¹¹ Ntot : azote total

11/28). Une augmentation de la concentration en nitrites dans l'eau est également un signe de dysfonctionnement de la filtration qui enclenche la mise en route du rétro-lavage.

Commentaires :

L'allégation selon laquelle le consortium bactérien utilisé au sein du filtre est adapté à une dégradation de la matière organique (azotée) ou à un abattement en nutriments n'est corroborée par aucune des pièces versées dans le dossier. Aucun élément démontrant la formation du biofilm à la surface du substrat, ni le temps nécessaire à son développement, n'est apporté au dossier.

Concernant l'élimination de l'azote apporté par les baigneurs, il est indiqué qu'elle est assurée par le métabolisme microbien au sein du biofilm suivant des étapes de nitrification puis de dénitrification, ce qui impliquerait la présence de zones aérobies et anaérobies au sein du même biofilm (ce qui reste à démontrer).

Les experts s'interrogent sur la capacité d'un biofilm d'épaisseur finalement assez réduite et constitué des genres de bactéries mentionnées (*Bacillus* et *Paracoccus*) à assurer ces deux étapes, avec des rendements significatifs et ce, avec un temps de séjour de l'eau dans le filtre assez réduit.

Les experts constatent l'absence, dans le dossier, d'études sur l'influence de la flore microbienne autochtone et sur la stabilité de la biomasse bactérienne au cours du temps. La stabilité de la biomasse présente un intérêt sanitaire pour éviter la colonisation du biofilm par des pathogènes opportunistes tels que des mycobactéries non tuberculeuses ou des légionelles. La stabilité de la biomasse et sa résilience vis-à-vis des événements sont importantes à préciser pour l'évaluation de l'efficacité du traitement.

À noter que plusieurs représentants d'établissements équipés de ce dispositif ont signalé la présence d'un développement biologique important sur les surfaces immergées des bassins (appelé « biofilm » par les exploitants), nécessitant alors un fort effort de nettoyage. Ce phénomène démontre que ce procédé n'élimine pas l'ensemble des nutriments et que ces derniers sont en quantités suffisantes pour générer un développement microbologique au sein du bassin.

Au regard des éléments précités, les experts concluent que l'étape de filtration « bio-minérale » n'est pas totalement maîtrisée et que les pièces fournies au dossier ne permettent pas d'en évaluer l'efficacité.

3.3.3. Procédé avancé d'oxydation

La troisième étape du procédé est présentée comme une étape de désinfection basée sur l'utilisation d'un réacteur à rayonnements UV couplé à un procédé qualifié d'oxydation avancée. Il est à noter que les pourcentages d'abattement annoncés varient selon les documents fournis : 3 log (« 99,9 % » dans la pièce n°85 (pages 4/15 et 10/15)) à 4 log (abattement minimum de 99,99 % dans pièce n°2 (page 7/26) et dans la pièce n°3 (pages 32/73 et 70/73)).

Les réacteurs à rayonnements UV présentés dans le dossier (pièce n°85 page 14/28) sont présentés comme des « *réacteurs standards fabriqués par des acteurs du traitement des eaux par UV* ». Les éléments fournis dans le dossier ne permettent pas de déterminer avec précision le ou les modèles installés au sein du procédé qui fait l'objet de la demande. En effet, quatre dénominations de réacteurs apparaissent dans différentes pièces du dossier : UVSyn 120

(pièce n°2, page 4/26), ASUV0 (pièce n°87, page 4/15), UVozone 120 (pièce n°87 page 9/15), UVSynergy (pièce n°82, page 10/27).

La société Aquatic Science n'a donc jamais indiqué de façon claire la nature du réacteur UV revendiqué pour leur procédé.

Toutefois, des informations sur la configuration de l'un des réacteurs sont contenues dans le dossier (pièces 87 et 104). Ce réacteur, UVozone 120, semble être d'une conception propre à la société Aquatic Science. Il est actuellement installé dans les établissements aquatiques dont les gestionnaires ont été auditionnés.

Le réacteur UVozone 120 est composé de deux types de lampes UV basse pression. Les lampes UV bichromatiques émettant à 185 et 254 nm permettent la production d'ozone par conversion de l'oxygène présent dans l'air dans l'espace annulaire entre la lampe et la gaine de quartz. Le réacteur est complété de lampes monochromatiques (254 nm) qui ne produisent pas d'ozone. D'après les éléments du dossier (pièce n°85, page 14/28), le réacteur assure une dose d'UV-C minimum de 40 mJ.cm^{-2} « *au débit maximal d'utilisation* »¹². Le nombre de lampes est établi en fonction du débit et de la géométrie du réacteur de façon à garantir cette dose.

Le mélange air-ozone est injecté dans le circuit en amont du réacteur par le biais d'un effet Venturi. La distance à laquelle l'injection de l'air oxydé est réalisée en amont des réacteurs a été optimisée (pièce n°85), en fonction du débit à traiter pour permettre un temps de contact d'une à deux secondes. L'eau passe ensuite dans la chambre de réaction où elle est désinfectée par les rayonnements UV. Le reliquat d'ozone est éliminé grâce à la présence de la gaine de quartz qui bloque le rayonnement à 185 nm de telle façon que seuls les photons de longueur d'onde supérieure à 250 nm soient transmis au sein du réacteur photochimique. Ces spécificités permettraient au réacteur UV d'être revendiqué « *comme un système permettant de désinfecter l'eau grâce à la combinaison de l'action de l'ozone et des UV* ».

Commentaires :

☞ Concernant la dose UV délivrée :

La société Aquatic Science indique (pièce n°85, page 14/28) respecter les recommandations en termes de dose UV (40 mJ.cm^{-2}) pour la désinfection. Cependant, aucune référence claire au modèle de réacteur ni certificat d'agrément et validation par biodosimétrie¹³ ne sont fournis dans le dossier initial ou les éléments complémentaires.

De plus, si cette dose est effectivement recommandée pour le traitement des eaux destinées à la consommation humaine (EDCH), les attestations de conformité sanitaire (ACS)¹⁴ sont délivrées pour des réacteurs utilisables dans certaines plages de débit et de transmittance : pour une eau ayant une transmittance UV supérieure ou égale à 80 % sur 10 mm mesurée

¹² Ce « débit maximal » n'est pas indiqué dans le dossier.

¹³ Biodosimétrie : méthode de mesure de la dose de rayonnements UV délivrée par un réacteur UV en utilisant un micro-organisme dont la sensibilité aux rayonnements UV a été déterminée dans des conditions statiques au laboratoire.

¹⁴ Arrêté du 9 octobre 2012 relatif aux conditions de mise sur le marché et d'emploi des réacteurs équipés de lampes à rayonnements ultraviolets utilisés pour le traitement d'eau destinée à la consommation humaine pris en application de l'article R. 1321-50 (I et II) du code de la santé publique

à la longueur d'onde de 253,7 nm, une turbidité inférieure à 0,5 NFU, une concentration en fer inférieure ou égale à 50 $\mu\text{g.L}^{-1}$, inférieure ou égale à 20 $\mu\text{g.L}^{-1}$ pour le manganèse, et légèrement agressive. Ces critères ne sont pas garantis par les caractéristiques des eaux de baignades artificielles en système fermé.

Par ailleurs, les modifications apportées au réacteur, par i) l'introduction d'un autre type de lampes que celles pour lesquelles les réacteurs ont été agréés, et/ou l'emploi de deux types de lampes permettant de générer de l'ozone et ii) la modification de la configuration initiale de ces réacteurs, ne permettent pas non plus de garantir que la dose UV soit toujours de 40 mJ.cm^{-2} .

De plus, l'injection d'air (ozoné) en amont du réacteur UV risque d'introduire des bulles dans l'eau. Ces dernières peuvent diminuer la transmittance de l'eau et perturber le régime hydraulique si bien que la dose UV réelle risque d'être plus faible que la dose théorique (telle que déterminée par les tests de validation biodosimétriques réalisés pour l'obtention des ACS en vue de traiter des EDCH). Durant son audition, la société Aquatic Science a d'ailleurs précisé que, lors d'essais pilotes, il avait été observé qu'un débit d'air ozoné trop élevé affecte l'effet bactéricide des rayonnements UV.

Enfin, la société Aquatic Science se réfère quelques fois à la norme suisse relative à l'eau et installations de régénération de l'eau dans les piscines accessibles au public et autres structures similaires (SIA 2023), dont le référentiel permet ce type de traitement en piscine et en baignade. Or les textes normatifs suisses indiquent qu'une dose de 600 J.m^{-2} (soit 60 mJ.cm^{-2}) doit être appliquée pour désinfecter ce type d'eau et que lors de l'utilisation d'ozone, le temps de réaction à respecter doit être de trois minutes après le mélange pour une concentration d'au moins 0,8 $\text{g O}_3.\text{m}^{-3}$ et la température de l'eau inférieure à 32 °C. Les experts notent que les conditions nécessaires pour satisfaire au référentiel de la norme suisse ne sont pas respectées dans le présent dossier.

☞ Concernant la production d'ozone

Le réacteur UVozone 120 est prévu pour produire de l'air ozoné, lequel est injecté en amont du réacteur. Cependant ni la concentration en ozone dans l'air ozoné, ni le débit d'air ozoné, ne sont communiqués dans le dossier, si bien qu'il est impossible d'estimer la concentration en ozone dans l'eau.

Par ailleurs, les experts notent que les spectres d'émissions de lampes (avec différents types de gaines de quartz dopées ou non au TiO_2) qui sont donnés dans les pièces complémentaires reçues en décembre 2023 (pièce n°101) ne semblent pas correspondre aux lampes utilisées dans le réacteur UVozone 120 car les figures n'attestent pas de la présence d'une raie d'émission à 185 nm. Cette dernière est pourtant nécessaire à la formation d'ozone dans l'espace annulaire, entre la lampe et la gaine de quartz.

Si de l'ozone est effectivement généré dans l'eau grâce aux rayonnements UV à 185 nm, l'ozone résiduel devrait être détruit au niveau du réacteur UV par dégradation photochimique à 254 nm en donnant lieu à la formation d'espèces radicalaires comme les radicaux hydroxyles ($^{\circ}\text{OH}$), qui présentent un fort pouvoir oxydant. Au même titre que la quantité d'ozone injectée en amont du réacteur n'est pas connue, rien n'indique dans le dossier que l'ozone est totalement éliminé par le réacteur UV.

☞ Concernant la désinfection

Aucun résultat d'abattement de microorganismes n'est apporté au dossier pour démontrer la capacité de désinfection du réacteur UVOzone 120.

Dans le procédé mettant en œuvre le réacteur UVOzone 120, deux processus sont à l'œuvre : ozonation et photolyse. L'ozone réagit de façon directe sur les microorganismes (action désinfectante) et de façon indirecte par l'action des radicaux hydroxyles formés dans l'eau (action oxydante). Il est donc difficile de séparer l'action oxydante de l'action désinfectante de l'ozone dans ce système, tout comme il est difficile de distinguer l'action des UV de celle de l'ozone.

De fait, l'Anses rappelle que les radicaux hydroxyles, formés ici à partir d'ozone, sont considérés comme substance active biocide dans le cadre du règlement (UE) n° 528/2012 relatif à la mise sur le marché et l'utilisation des produits biocides et que tout système utilisant cette substance doit avoir reçu une autorisation de mise sur le marché pour être commercialisé.

☞ Synthèse des commentaires sur l'étape de désinfection

Les experts regrettent :

- qu'aucune caractérisation du réacteur modifié (actinométrie, chimique, biodosimétrie, principes de dimensionnement) ne soit présentée dans le dossier ;
- l'absence de donnée sur l'équivalence de dose délivrée par le réacteur UVOzone 120 traitant de l'EDCH et de l'eau de baignade artificielle en système fermé ;
- l'absence d'information concernant la concentration d'ozone formée et les rendements d'élimination de l'ozone résiduel ;
- l'absence de donnée sur l'efficacité de l'étape de désinfection, d'une part, sur les quatre bactéries indicatrices ou pathogènes opportunistes dont le suivi est réglementaire, et d'autre part, en fonction de la température de l'eau.

Les experts estiment que le procédé, étant équipé de lampes générant de l'ozone et de lampes détruisant l'ozone résiduel, produit nécessairement des radicaux hydroxyles et relève *de facto* dans les deux cas, du règlement UE n° 528/2012 relatif à la mise sur le marché et l'utilisation des produits biocides.

3.3.4. Mise à l'équilibre calco-carbonique et réensemencement

La dernière étape du procédé consiste en un « *rééquilibrage* » de l'eau (mise à l'équilibre calco-carbonique) par l'ajout, si nécessaire, de produits permettant de réguler le pH, le TH et/ou le TAC et en un réensemencement du filtre bactérien.

D'après le dossier scientifique (pièce n°3) et le guide pratique (pièce n°81), la reminéralisation est effectuée par l'intermédiaire de trois pompes doseuses permettant d'injecter en fin de traitement les solutions *Calc'i*® (régulation de la dureté totale – pièce n°90), *pH*® (régulation du pH par une solution d'acides organiques – pièce n°91) et *Carboni*® (régulation de la dureté carbonatée –pièce n°89).

La société Aquatic Science indique que cette mise à l'équilibre calco-carbonique a deux objectifs :

- maintenir le pouvoir tampon de l'eau pour éviter la variation rapide de sa qualité ;
- éviter l'entartrage, « propice à l'installation d'un biofilm ou d'algues¹⁵ ».

Elle précise (pièce n°86) que la variation des paramètres TH, TAC, pH en cours d'exploitation peut être expliquée par :

- « la génération de CO₂ induite par la respiration des communautés bactériennes chimioorganotrophes aérobies, au sein du filtre biologique ;
- un dégazage de CO₂ induit par les variations de pressions et de température dans le circuit hydraulique ;
- un dysfonctionnement des lampes UV ou un problème de propreté des gaines de quartz qui peut entraîner une augmentation de l'alcalinité et une diminution de la stabilité de l'eau (ainsi qu'une diminution de sa transparence et des performances de l'étape de biofiltration). » (pièce n°81)

La quatrième pompe doseuse permet de réensemencer le milieu à l'aide d'une solution dénommée « Bactérie Liquide » (pièce n°93) ou « Bactérie + » (pièce n°87). Cette solution contient un « mélange de bactéries dormantes en phase aqueuse, permettant un réensemencement régulier des filtres biologiques. Ces bactéries sont conditionnées dans une solution de sel de lanthanes qui permettent un traitement efficace des phosphates ». Cette solution jouerait donc un double rôle.

Commentaires :

Les experts notent que les fiches de données de sécurité (FDS) des quatre solutions sont très succinctement complétées (à l'exception de la fiche relative au produit « Carboni liquide ») : absence de données sur la composition des produits, absence de données sur les propriétés physico-chimiques, absence de données toxicologiques, absence de consignes sur l'élimination du produit

Aucune description du mode de fonctionnement de la régulation automatique (par les quatre pompes doseuses) n'est fournie dans les pièces communiquées dans le dossier par la société Aquatic Science. Ce sont les auditions des exploitants qui ont permis de comprendre leur fonctionnement : les exploitants mesurent manuellement les sept paramètres physico-chimiques (cf. 3.3.6) puis, selon les sites, les valeurs de ces paramètres sont soit communiquées par téléphone à la société Aquatic Science, soit saisies directement par les exploitants au niveau des pompes doseuses. Les pompes doseuses sont alors activées à distance par la société.

Dans les cas où les sites ne sont pas équipés de pompes doseuses, les exploitants doivent ajouter eux-mêmes les réactifs (sous forme de poudre pour certains, sous forme liquide pour d'autres selon les consignes de la Société).

¹⁵ Les termes "algues et biofilms" utilisés par le pétitionnaire semblent faire référence (i) en ce qui concerne les algues, à des microorganismes photosynthétiques qui se développent libres dans l'eau et qui regroupent des microalgues eucaryotes (chlorophycées, diatomées...) et sans doute beaucoup plus rarement dans les piscines, des cyanobactéries et (2) en ce qui concerne les biofilms, à des bactéries qui se développent accrochées à un support (parois et fond de la piscine) et qui sécrètent une matrice adhésive et protectrice, biofilms bactériens qui peuvent parfois être colonisés, dans un second temps, par des microalgues.

Cette régulation semble ainsi fonctionner comme une « boîte noire » et les gestionnaires d'établissements ne peuvent pas mener à bien la régulation sur la base des manuels d'exploitation sans l'aide de la société Aquatic Science.

3.4. Paramètres de suivi du bon fonctionnement du procédé de traitement revendiqué

Il est indiqué dans les éléments fournis au dossier que le bon fonctionnement du procédé est vérifié par le suivi :

- des valeurs des paramètres liés à l'équilibre calco-carbonique de l'eau (pH, TAC, TH) et,
- des valeurs des paramètres liés au fonctionnement du « filtre bio-minéral » (ion ammonium (NH_4^+) ion nitrite (NO_2^-), ion nitrate (NO_3^-), et ion phosphate (PO_4^{3-}).

Dans une démarche analogue à celle de la directive européenne 2006/7/CE du 15 février 2006 concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade, la société Aquatic Science a défini pour chacun des paramètres des seuils de gestion permettant de classer la qualité de l'eau de baignade en catégorie allant d'« excellente » à « mauvaise » (Annexe 5).

Parallèlement à ce classement et afin d'accompagner les exploitants dans la gestion de leur établissement aquatique, la société Aquatic Science a établi des valeurs guides et des valeurs impératives à respecter pour chacun des paramètres. Ces valeurs sont analysées dans les paragraphes ci-après.

3.4.1. Equilibre calco-carbonique

Il est indiqué dans le dossier que la bonne gestion de l'équilibre calco-carbonique est primordiale pour le bon fonctionnement du procédé dans son ensemble (limitation de l'entartrage des surfaces propices à un développement algal et de biofilms, limitation de l'entartrage des gaines de quartz des lampes UV conduisant à des efficacités de désinfection moindres).

Pour les paramètres liés à l'équilibre calco-carbonique, il est ainsi recommandé dans le manuel d'exploitation de vérifier quotidiennement (pièce n°87, page 6/15) que :

- le pH [REDACTED]¹⁶ ;
- le TAC [REDACTED] ;
- le TH [REDACTED].

Les valeurs données pour ces trois paramètres diffèrent toutefois selon les documents fournis. Ainsi, les valeurs issues du manuel d'exploitation (pièce n°87), sont différentes de celles fournies dans d'autres pièces (pièces n°3, 81 et 86).

3.4.2. Nutriments

Pour les paramètres liés au fonctionnement du filtre « bio-minéral », il est indiqué dans le dossier que pour un bon fonctionnement, il est nécessaire d'avoir :

- une concentration en NO_3^- inférieure à [REDACTED] (valeur guide) et impérativement inférieure à [REDACTED]. Les ions NO_3^- sont des nutriments favorisant la croissance

¹⁶ Les valeurs de pH à respecter diffèrent selon les pièces du dossier ; l'eau est par exemple qualifiée de très bonne qualité lorsque le pH est compris 6,8 et 8 (pièce 87).

algale. Une concentration supérieure à [REDACTED] pourrait conduire à un verdissement de l'eau. La société précise que « *la cinétique de transformation des ions nitrate sous forme d'azote gazeux est lente et qu'une accumulation d'ions nitrate dans l'eau est possible* ». En cas de concentration trop élevée en nitrates (supérieure à [REDACTED]), elle conseille l'ajout d'anti-phosphates dans l'eau ;

- une teneur en PO_4^{3-} égale à « [REDACTED] » (page 6 de la pièce n°87). Les ions phosphates sont également des nutriments favorisant la croissance des algues, d'où la nécessité de suivre leur concentration pour limiter le développement de biofilms et d'algues dans les bassins. La société Aquatic Science précise dans son dossier qu'« *une concentration en PO_4^{3-} comprise entre [REDACTED] peut entraîner un verdissement progressif de l'eau dû à une prolifération algale* » (pièce n°81). Elle ajoute (pièce n°87) qu'au-delà d'une concentration de [REDACTED], le verdissement de l'eau est inévitable, et recommande, le cas échéant, la réalisation du traitement anti-phosphate (précipitation à l'aide de la solution de chlorure de lanthane). Enfin, elle précise (pièce n°86) que « *l'élimination des phosphates repose alors sur un mécanisme chimique relativement lent. Un ajout d'anti-phosphate n'aura dès lors pas un effet immédiat mais un effet progressif étalé sur plusieurs jours* » ;
- un suivi des concentrations en NO_2^- et NH_4^+ (sans recommandation de valeurs seuils, mais toutefois avec une classification « eau mauvaise », pour des concentrations respectivement supérieures à [REDACTED]). Selon la Société Aquatic Science (pièce n°86, page 11/28), une présence importante d'ions ammonium et/ou de nitrites dans l'eau révèle un dysfonctionnement de la filtration (« *filtre colmaté ou filtre dont le rétrolavage n'aurait pas été effectué à temps engendrant le développement de zones anaérobies* »).

3.4.3. Température

La température n'est pas considérée comme un outil de gestion/suivi du bon fonctionnement du procédé de traitement par la société Aquatic Science qui n'indique dans aucune de ces pièces la nécessité de suivre ce paramètre.

Pourtant, la température de l'eau va influencer non seulement l'équilibre calco-carbonique mais également le fonctionnement du filtre « bio-minéral ».

Sur ce dernier point, la société indique toutefois :

- « *la filtration est dimensionnée pour un fonctionnement à 28 °C* » (pièce n°4)
- « *la filtration bio-minérale pour les baignades dont la température de l'eau serait maintenue au-dessus de 32°C est déconseillée* » (pièce n°4)
- « *la température influence fortement les apports par les baigneurs. Au-dessus de 29 °C, les fluides corporels générés par les activités sportives augmentent très rapidement. De ce fait, une adaptation des débits de filtration et de la taille des filtres s'impose pour des bassins dont les eaux sont maintenues entre 29 et 32 °C. Au-dessus de 32 °C, il n'est pas recommandé d'envisager une filtration bio-minérale dans des piscines fonctionnant à ces températures. Concernant les jacuzzis et petits bains bullant, l'équilibre de l'eau est très délicat à maintenir. Les échanges gazeux permanents, la filtration extrêmement rapide, les intrants abondants, les températures élevées sont autant de facteurs qui compliquent le bon fonctionnement d'une filtration* »

bio-minérale. Dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas recommandé d'équiper ce type de bassin » (pièce n°4).

Commentaires :

- Concernant l'équilibre calco-carbonique

Les experts notent la divergence des valeurs à respecter par les gestionnaires pour les paramètres pH, TH et TAC en fonction des documents fournis (pièces n°s 81 et 87) qui peut empêcher la bonne gestion des établissements. Il semble également y avoir confusion dans les documents entre les paramètres dureté totale, dureté carbonatée et alcalinité. S'il existe en effet une corrélation entre le TH et le TAC, ces deux paramètres sont résolument différents et se réfèrent respectivement à la concentration en ions Ca^{2+} et en ions HCO_3^- (au pH usuel des eaux de piscines).

- Concernant les nutriments

La société Aquatic Science indique que l'ajout d'une solution anti-phosphates (chlorure de lanthane, LaCl_3) permet de réduire la concentration en ions nitrates. Les experts ne voient pas quels pourraient être les mécanismes sous-jacents expliquant cette relation.

Concernant la précipitation des ions PO_4^{3-} par l'ajout du LaCl_3 , la société Aquatic Science ne précise pas les modalités d'élimination des précipités formés. De plus, la granulométrie de ces précipités n'est pas connue et rien n'indique qu'ils puissent être éliminés efficacement par les hydrocyclones (seuil de coupure 30 μm), ce qui pourrait donc conduire à leur accumulation dans les bassins ou/et dans le filtre biologique.

Les experts notent que le paramètre phosphore total n'est pas un paramètre de suivi (recommandé) par la société Aquatic Science. C'est pourtant un paramètre obligatoire de suivi pour les baignades artificielles en système fermé.

Par ailleurs, le pétitionnaire indique des valeurs seuils pour les sept paramètres physico-chimiques suivis permettant un classement de l'eau en différentes classes de qualité (Annexe 5) et propose un certain nombre de vérifications ou d'actions à effectuer en fonction des résultats des mesures. Cependant, les informations présentées ne permettent pas de comprendre clairement le lien entre certains paramètres mesurés et les différentes étapes du procédé de traitement, ni de comprendre comment la régulation est effectuée.

- Concernant la température

Les experts s'étonnent :

- que la température de l'eau ne soit pas un paramètre de contrôle proposé dans le manuel d'exploitation (pièce n° 87) ou le guide pratique (pièce n°81) de la gestion sanitaire des baignades au vu de l'importance de ce paramètre dans le bon fonctionnement du procédé ;
- de l'installation, dans plusieurs établissements en projet ou déjà en exploitation, du procédé revendiqué pour traiter des bassins dont la température de l'eau est supérieure à 28 °C, allant même jusqu'à des températures supérieures à 32 °C dans

des établissements proposant l'activité bébé nageurs, alors que la société Aquatic Science recommande une température maximale d'utilisation de 28 °C ;

- de l'installation du procédé dans des baignades à remous dont l'eau doit être désinfectée et désinfectante pour éviter la prolifération d'agents pathogènes comme les légionelles.

Les experts rappellent que dans l'avis relatif aux baignades artificielles, l'Agence a recommandé que la température de l'eau d'une baignade artificielle en système fermé n'excède pas 25 °C (Afsset, 2009). Une élévation de la température de l'eau au-dessus de 25 °C va se traduire par une augmentation de la croissance des microorganismes, qu'il s'agisse de ceux présents dans les filtres biologiques ou de germes pathogènes apportés par les baigneurs. Cela pourrait entraîner des conséquences sur le fonctionnement et donc l'efficacité des filtres biologiques mais aussi sur les risques sanitaires associés à la prolifération de pathogènes telles que les légionelles ou les mycobactéries.

3.5. Dispositifs de suivi de la qualité de l'eau des baignades

3.5.1. Qualité microbiologique de l'eau des baignades

Pour le suivi de la qualité microbiologique de l'eau, la société Aquatic Science a établi un protocole d'autosurveillance qui permet de générer des résultats bactériologiques en 24 heures en s'appuyant sur la technologie des « Compact Dry™ »¹⁷. D'après la société Aquatic Science, cette technologie « est facilement applicable et gérable par un gestionnaire de piscine sans formation particulière et sans accès à des infrastructures de laboratoire complexes » (pièce n°81).

Le protocole d'autosurveillance repose sur l'identification et la quantification de bactéries suivies dans le cadre du contrôle sanitaire, après mise en culture sur milieux gélosés spécifiques (boîtes de Petri) : *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus sp*, *Staphylococcus aureus*, les boîtes étant incubées à 37°C pendant 24 heures. Le dénombrement se fait par comptage des colonies bactériennes caractéristiques.

Selon la démarche indiquée au § 3.4, la société Aquatic Science a également défini des classes de qualité de l'eau des baignades artificielles pour trois paramètres microbiologiques (pièce n°2, page 55/73), créant ainsi des catégories allant de qualité « excellente » à « mauvaise » (Annexe 6).

La société signale que le dénombrement pouvant être imprécis, ce dispositif permet à l'exploitant d'obtenir un résultat de présence ou d'absence de colonies. La fréquence d'analyse conseillée par la société Aquatic Science est d'une analyse deux fois par semaine pour chaque paramètre microbiologique précité.

La société indique avoir réalisé une validation de cette méthode alternative en partenariat avec le Centre d'Expertise en Traitement et Gestion de l'eau (CEBEDEAU, Belgique) sur une eau de baignade. Les résultats obtenus avec les tests « Compact Dry™ » ont été comparés aux résultats obtenus selon les protocoles de référence (BRD 07/20-03/11 pour *E. Coli*, NBN ISO 7899-2 pour les entérocoques intestinaux, NF T90-412 pour les staphylocoques à coagulase positive et ISO 16266 pour les *Pseudomonas aeruginosa*) mais ce, uniquement dans le but de déterminer une présence/absence de ces microorganismes et non celui de les quantifier (pièce n°108).

¹⁷ Plaques de milieu de culture chromogénique déshydraté, prêtes à l'emploi.

Commentaires :

Le CES « Eaux » s'interroge sur la pertinence de définition des classes de qualité d'eaux de baignades artificielles en système fermé proposée par la société Aquatic Science qui est en totale discordance avec la réglementation relative aux eaux de baignades artificielles en système fermé (Annexe 6 vs Tableau 1 page 6).

La société ne fournit pas les résultats analytiques de la comparaison entre la méthode « Compact Dry™ » et les méthodes de référence. La figure présentée dans la pièce n°97 (page 10/20) ne montre en effet que les résultats obtenus par les méthodes de référence, et les références bibliographiques internationales fournies concernent l'utilisation des kits « Compact Dry™ » pour des matrices alimentaires.

De surcroît, elle précise que le dispositif d'autosurveillance de la qualité microbiologique montre des limites du fait de l'obtention de faux-négatifs pour trois des quatre bactéries dénombrées¹⁸ (pièce n°97). Les experts s'interrogent sur la fiabilité de ce dispositif de détermination de présence/absence d'agents pathogènes alors que des faux négatifs existent pour trois bactéries sur les quatre recherchées.

Par conséquent, le CES « Eaux » note qu'aucune preuve d'équivalence entre les méthodes de référence et la méthode alternative pour le dénombrement des quatre bactéries suivies dans le cadre du contrôle sanitaire n'a été apportée par les porteurs de projet.

De plus, les auditions ont identifié que ce dispositif d'autosurveillance de la qualité microbiologique de l'eau n'a été proposé à aucun des exploitants. Ainsi, aucun exploitant d'établissement n'utilise ce dispositif d'autosurveillance de la qualité microbiologique. Ce suivi de la qualité microbiologique de l'eau repose actuellement sur les résultats du contrôle sanitaire bimensuel.

Enfin, les experts signalent que la mise en œuvre de ces méthodes génère la production de déchets d'activités de soins à risques infectieux et assimilés (DASRIa) qu'il conviendra d'éliminer selon un protocole adapté à communiquer aux exploitants.

Il est également à noter que la réalisation d'analyses par cette méthode alternative nécessite un personnel formé afin d'obtenir des résultats fiables et reproductibles.

3.5.2. Qualité physico-chimique de l'eau de baignade

Pour quantifier les sept paramètres physico-chimiques garantissant l'équilibre calco-carbonique de l'eau et le bon fonctionnement de la filtration « bio-minérale » (§ 3.3.5), la société Aquatic Science propose l'utilisation d'un spectrophotomètre de terrain () et les réactifs colorimétriques prêts-à-l'emploi correspondants, présents dans un disque d'analyse. Ce dispositif permet de mesurer simultanément le pH, les concentrations en nitrites, nitrates, ammonium et orthophosphates, la dureté totale et la dureté carbonatée.

La fréquence d'analyse conseillée par la société Aquatic Science est d'une analyse par jour pour chacun des paramètres.

¹⁸ Les mesures « Compact Dry™ » indiquent une absence alors que la méthode normalisée montre une présence quantifiable.

Commentaires :

Le dispositif est homologué pour l'analyse d'eaux de piscine et les auditions ont confirmé qu'il était bien utilisé par les exploitants sans difficulté, à un rythme non pas quotidien mais de tous les deux jours (lors du bon fonctionnement de la chaîne de traitement).

La société Aquatic Science a fourni des éléments en réponse aux questions des experts portant sur la fidélité, les limites de détection, les gammes de mesures, pour chacun des paramètres (pièce n°85, page 26/27). Cependant, l'analyse des données présentées dans cette pièce complémentaire montre que la limite de détection de la méthode Spin Touch® pour le dosage des orthophosphates ($0,2 \text{ mg.L}^{-1}$) ne permet pas un contrôle optimal de ces orthophosphates dans l'eau de baignade pour laquelle le pétitionnaire fixe une valeur limite supérieure impérative de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ en PO_4^{3-} (cf. 3.3.5).

3.6. Essais menés par le pétitionnaire pour valider son procédé**3.6.1. Essais menés au CSTB**

Afin de comparer les performances énergétiques et d'exploitation du procédé de traitement par filtration « bio-minérale », la société Aquatic Science a fait réaliser des essais avec et sans le procédé de traitement « bio-minérale », sur le bassin expérimental du centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB).

Le CSTB indique dans son rapport d'étude que le réacteur à rayonnement UV permettant la désinfection de l'eau est un réacteur UV **photocatalytique**. La photographie du procédé de traitement présente dans le rapport d'étude montre en effet un réacteur à rayonnement UV dénommé UVSynergy. Sur le site internet de la société Aquatic Science, il est indiqué qu'une couche de dioxyde titane est déposée sur les parois en inox du réacteur afin de réaliser une réaction photocatalytique sous l'action des rayonnements UV. Or, les établissements aquatiques proposés pour les expérimentations seront équipés de réacteurs UVozone couplant l'ozone et les rayonnements UV.

Commentaires :

Les essais menés au CSTB ayant été réalisés avec un procédé de traitement de l'eau différent de celui revendiqué dans le dossier à analyser, les experts excluent cette pièce du dossier et n'en réalisent pas son analyse.

3.6.2. Autres études fournies par la société Aquatic Science

La société Aquatic Science a fourni de nombreuses pièces complémentaires en décembre 2023 (à la suite de son audition). Toutefois, la majorité d'entre elles évoquent des expérimentations menées avec un réacteur UV équipé d'un photocatalyseur à base de TiO_2 (UVSynergy) similaire à celui utilisé lors des tests réalisés au CSTB. Ces éléments complémentaires sont hors du cadre de la demande, à savoir :

- Un article scientifique paru en 2013, intitulé « Degradation of *p*-nitrophenol and bacteria with TiO_2 xerogels sensitized in situ with tetra(4-carboxyphenyl)porphyrins » : cette publication étudie les propriétés photocatalytiques d'un matériau constitué de porphyrines et de TiO_2 (pièce n°98). Deux souches bactériennes ont subi des

irradiations UV émises par une lampe émettant des radiations entre 330 et 800 nm.
Les essais ont été menés en mode statique.

Les experts jugent qu'aucune des conditions mentionnées dans cet article ne correspond au procédé de filtration « bio-minérale » revendiqué.

- La thèse de M. Shanmugapriya Periyannan (263 pages) soutenue à l'université de Liège en 2019 et intitulée « Metal oxide heterostructured films with controlled architecture for enhanced photocatalytic properties » (pièce n°99).

Les experts jugent également ce document hors périmètre de l'expertise puisque traitant de la synthèse et de la caractérisation de matériaux semi-conducteurs à visée photocatalytique. Ces matériaux ont été utilisés pour étudier la dégradation de la rhodamine B avec un réacteur UV qui n'a rien de comparable avec les réacteurs UV revendiqués dans la présente saisine.

- Le mémoire de fin d'études (72 pages) d'ingénieur de M. Charles Reyserhove soutenu en 2019 et intitulé « Nouvelle génération d'outils de désinfection et de décontamination basse énergie par oxydation avancée » (pièce n°100).

Les experts constatent qu'il s'agit là encore d'expérimentations menées avec un photocatalyseur à base de TiO_2 , dopés avec du fer et/ou de l'azote. Les essais de validation de ces matériaux ont été réalisés sur des solutions de p-nitrophénol et de rhodamine B, en mode statique. Ces modes opératoires ne correspondent en aucun point au procédé revendiqué par la société Aquatic Science dans le cadre de la présente saisine.

- Deux rapports d'étude de faisabilité technologique intitulés « Développement d'un système de stérilisation ultra-violet triple action : UV biocide, ozone, oxydation photocatalytique » du Laboratoire de Génie Chimique de l'Université de Liège, daté de mai 2012 et de juillet 2012 (pièces n°s 101 et 102).

Il s'agit d'études présentées comme ayant pour objectif d'améliorer les performances du réacteur « Uvozone 120 » faisant l'objet de la saisine. Une couche de TiO_2 est ajoutée sur le tube en quartz qui sépare l'eau à traiter, qui circule dans le tube en inox, du compartiment de la lampe UV, dans lequel l'ozone est produit (§3.3.3.). L'efficacité a été testée sur des solutions de bleu de méthylène. Les conditions opératoires ne sont pas suffisamment décrites pour connaître la quantité d'ozone produite.

Commentaires :

Les expérimentations n'ont pas été menées avec le réacteur à rayonnement UV revendiqué dans le dossier à analyser. Les pièces complémentaires transmises par la société Aquatic Science en décembre 2023 n'ont pas été intégrées par les experts au corpus des pièces du dossier analysé.

3.7. Synthèse des auditions

La société Aquatic Science, trois gestionnaires d'établissements aquatiques actuellement équipés du procédé de traitement de l'eau faisant l'objet de l'expertise, ainsi que quatre ARS, ont été consultés par le groupe de travail sous la forme d'auditions et de sollicitations écrites par l'envoi d'un questionnaire.

Les informations transmises dans le cadre de ces échanges ont été analysées par le GT et prises en compte lors de l'élaboration du présent avis. Il ressort des différentes auditions que :

Concernant la qualité de l'eau des bassins :

- des non-conformités microbiologiques ont été constatées dans l'ensemble des établissements en exploitation sans que la FMI calculée pour les baignades artificielles en système fermé, ne soit dépassée :
 - la présence de staphylocoques est observée de façon récurrente dans les bassins aquatiques quel que soit leur usage (aquagym, bien-être ou loisirs) ;
 - la présence de *Pseudomonas aeruginosa* a été détectée dans deux bassins. Un dysfonctionnement (de la chloration) des pédiluves, la présence de plages engazonnées, ou encore un dysfonctionnement des lampes UV peuvent expliquer ces non-conformités ;
- le développement de biofilms et d'algues a été mis en évidence dans les bassins des trois établissements aquatiques dont les exploitants ont été auditionnés, de façon récurrente et dès la mise en eau des bassins, quels que soient leurs revêtements, leurs usages, la température de l'eau, leurs surfaces et leurs situations (intérieur, extérieur).

Concernant l'exploitation des bassins :

- certains exploitants souhaiteraient déroger aux valeurs réglementaires de FMI et FMJ actuellement en vigueur pour les baignades artificielles en système fermé équipées du procédé de filtration « bio-minérale », car il leur est difficile d'atteindre une rentabilité économique avec une faible fréquentation ;
- d'autres exploitants ne souhaitent pas déroger aux valeurs actuelles de FMI et FMJ car ils indiquent avoir déjà beaucoup de difficultés à respecter les valeurs seuils réglementaires pour les paramètres microbiologiques avec les FMI actuelles ;
- plusieurs bassins présentent des températures de l'eau supérieures à 28 °C, température maximale d'utilisation recommandée par la société Aquatic Science ;
- des baignades à remous sont équipées par le procédé de filtration « bio-minérale » alors que réglementairement l'eau de ces bassins doit être désinfectée et désinfectante ;
- le traitement revendiqué a dû être optimisé par l'ajout d'une étape de filtration supplémentaire placée en amont des vortex dans l'un des établissements auditionnés ;
- l'ensemencement bactérien sous forme liquide en comparaison d'un ensemencement sous forme de poudre, permettrait un équilibrage plus rapide du procédé de filtration « bio-minérale » et un encrassement moindre des réacteurs « UVozone 120 » ;
- la fréquence des nettoyages des gaines de quartz présentes dans les réacteurs « UVozone 120 » est élevée et liée à l'entartrage des lampes (lui-même lié à la difficulté de maintenir l'équilibre calco-carbonique des eaux de baignade). Elle devient trimestrielle par nécessité alors que le pétitionnaire préconise un nettoyage semestriel ;
- aucun des réacteurs UVozone 120 présents actuellement dans les établissements pour lesquels les gestionnaires ont pu être auditionnés, n'est équipé de système de raclage automatique qui permettrait de retirer les dépôts de tartre à sa surface ;
- un traitement mécanique des parois des bassins par l'utilisation de robots (comme préconisée par la société Aquatic Science) est nécessaire quotidiennement pour éliminer les biofilms et les algues. Pour autant, ce traitement n'est pas suffisant, car il doit être complété par le nettoyage manuel des parois soit par le personnel de l'établissement soit par certains groupes d'utilisateurs (plongeurs). Un revêtement en inox

des bassins semble limiter le développement de biofilms sous réserve de rester parfaitement lisse (usure lors du brossage) ;

- dans certains établissements, la société Aquatic Science a préconisé l'ajout d'anti-phosphate directement dans le bassin, pour limiter le développement « *d'algues et de biofilms* ». L'ajout d'anti-phosphate sous forme de chlorure de lanthane crée des précipités blancs au fond du bassin, nécessitant le nettoyage quotidien du bassin à l'aide de robots ;
- l'installation du procédé par filtration « bio-minérale » dans les nouveaux établissements a souvent été réalisée sans prendre la précaution d'assurer la possibilité de revenir à une désinfection chimique. Des investissements importants seraient donc nécessaires si les exploitants souhaitaient traiter l'eau à l'aide de produits biocides rémanents. Ces investissements concerneraient à la fois le circuit de traitement de l'eau et le circuit de traitement de l'air.

Concernant la gestion des établissements :

- les préconisations de la société Aquatic Science concernant la gestion des accidents fécaux ou vomitifs sont différentes d'un établissement à l'autre (pas de préconisations pour certains, solution à base d'eau oxygénée pour d'autres). Les documents fournis dans le dossier par le concepteur mentionnent également la possibilité d'utiliser du permanganate de potassium en cas d'incident vomitif ou fécal sans que cette molécule n'ait été préconisée aux gestionnaires auditionnés ;
- la gestion des non-conformités microbiologiques est gérée différemment selon les gestionnaires : soit en partenariat avec la société Aquatic Science, soit en fonction des recommandations des ARS. Un exploitant est parvenu à limiter les cas de non-conformités et à obtenir un fonctionnement correct du procédé de traitement après deux à trois ans d'ajustements et d'échanges étroits avec la société Aquatic Science :
 - en mettant en place un système de surveillance renforcé des baigneurs, en s'assurant que tous prennent une douche savonnée avant chaque entrée dans les bassins (recrutement de personnels dédiés à cette surveillance) ;
 - en utilisant le produit d'ensemencement du filtre sous forme liquide.
- les gestionnaires s'interrogent sur les économies réelles réalisées avec le procédé de traitement par filtration « bio-minérale » par rapport à un traitement traditionnel de l'eau des piscines utilisant des produits chlorés en raison des éléments ci-après :
 - une consommation d'eau quasi-équivalente voire supérieure pour certains exploitants. En effet, des apports importants d'eau sont nécessaires pour rétablir la qualité de l'eau lors des dépassements des seuils de qualité microbiologique de l'eau. Un chiffre de 100 à 120L/baigneur¹⁹ a été avancé par l'un des gestionnaires, 20 % du volume du bassin par un autre ;
 - un coût de réactifs (ensemencement, mise à l'équilibre calco-carbonique, anti-phosphates) élevé ;
 - un coût élevé lié à la plus grande fréquence des contrôles sanitaires que celle réalisée dans une piscine, ainsi que des recontrôles en cas de non-conformités.

¹⁹ La réglementation pour les piscines demande un renouvellement minimal de l'eau de 30L/baigneur.

En effet, ces contrôles sont réalisés de façon bimensuelle dans le cadre du suivi de la qualité des eaux des baignades artificielles.

- au vu de la complexité de gestion du procédé de traitement par filtration « bio-minérale », il est nécessaire de disposer de personnel qualifié et formé ;
- certains gestionnaires indiquent que ce procédé ne semble pas adapté à des bassins extérieurs car les intrants extérieurs (pollution de l'air, poussières, particules) rendent difficile leur traitement par le procédé. En revanche pour les bassins intérieurs, ce système permet de limiter la gêne du personnel liée à la formation de chloramines ;
- en raison des fermetures récurrentes, de la fréquentation trop faible et de coûts plus élevés du dispositif proposé par la société Aquatic Science par rapport à une filière de traitement conventionnelle, un gestionnaire a choisi de ne plus utiliser le traitement revendiqué et de revenir à la désinfection au chlore.

Au cours de son audition, la société Aquatic Science a précisé qu'au regard des retours d'expériences relatives à l'utilisation du procédé de filtration « bio-minérale » qu'elle a colligés depuis une décennie, elle ne préconise pas l'utilisation du procédé revendiqué dans :

- les petits bassins équipés de skimmers ;
- les bassins dont la température de l'eau est supérieure à 28 °C.

La société Aquatic Science a également indiqué lors de l'audition que :

- l'introduction de biocide non rémanent en cas d'accident vomitif ou fécal directement dans le bassin était une demande des autorités belges ;
- l'étape de désinfection est assurée par les rayonnements UV (pas d'action de l'ozone et pas d'action du filtre « bio-minéral »).

Concernant les demandes de dérogation formulées dans la lettre de saisine

Lors des auditions, la société Aquatic Science et les parties prenantes ont également pu se positionner sur les demandes de dérogations qui étaient formulées dans la lettre de saisine :

- **concernant l'augmentation de la FMI** : au regard des non-conformités récurrentes et des mesures d'hygiène drastiques à mettre en place pour limiter le risque de la présence d'agents pathogènes dans l'eau, les ARS ainsi que la majorité des gestionnaires d'établissements ne jugent pas opportun l'augmentation de la fréquentation. Un gestionnaire a par ailleurs indiqué qu'il ne modifiera pas la fréquentation même si la valeur réglementaire devait être augmentée.
- **concernant l'introduction de biocide directement dans les bassins** : lors de l'audition, la société Aquatic Science a indiqué ne plus soutenir cette demande de dérogation. Après échange avec les experts, il apparaît que l'introduction de biocide dans le bac tampon pour gérer les accidents vomitifs ou fécaux est envisageable, sans que le procédé de filtration « bio-minérale » n'en soit altéré puisqu'un by-pass du circuit hydraulique est réalisé. Néanmoins, les experts notent que la société Aquatic Science ne préconise pas une procédure unique applicable à tous les établissements, en cas d'accidents fécaux ou vomitifs. Elle préconise à certains établissements d'introduire un désinfectant rémanent en by-pass, à d'autres de réaliser uniquement un nettoyage du filtre et du bassin.

- **concernant la réalisation des prélèvements en l'absence de baigneurs** : seul un représentant d'ARS s'est prononcé sur ce point. Il a rappelé que le contrôle sanitaire a pour objectif d'évaluer l'efficacité du traitement et que les prélèvements doivent être réalisés en présence de baigneurs.
- **concernant la modification des seuils réglementaires** : le concepteur propose de relever plusieurs seuils réglementaires applicables aux baignades artificielles en système fermé, en particulier la limite de qualité relative aux staphylocoques. Il a indiqué lors de son audition, ne soutenir cette demande de dérogation que dans le cas où la demande de déroger à l'obligation de réaliser les prélèvements en présence de baigneurs serait refusée.

Conclusion des auditions

Au vu des éléments mentionnés ci-dessus, les experts estiment que :

- ce procédé n'est pas adapté pour des bassins extérieurs ;
- ce procédé n'est pas adapté à des usages autres que la natation (tels que jeux d'eau, bains à remous, activités bébés nageurs) ;
- l'absence (ou la réduction de la fréquence d'observations) de non-conformités n'est obtenue que par une gestion drastique englobant :
 - une surveillance continue des paramètres physico-chimiques et des concentrations en nutriments (à une fréquence bien supérieure à celle recommandée) ;
 - une surveillance régulière de l'état physique des lampes UV (à une fréquence bien supérieure à celle recommandée) ;
 - le nettoyage quotidien des parois et du fond des bassins, couplant l'utilisation de robots et le nettoyage manuel (pour décrocher les biofilms) ;
 - le strict respect des FMI et des FMJ ;
 - la présence de chlore dans les pédiluves ;
 - la surveillance des baigneurs dans leur respect de prendre une douche savonnée avant chaque entrée dans les bassins ;
- le procédé utilisant la filtration « bio-minérale » est un procédé de traitement nécessitant des temps longs et des personnels qualifiés pour son optimisation et pour sa mise en œuvre quotidienne rendant son utilisation inappropriée pour les établissements aquatiques;

Les experts estiment également que la société n'a pas apporté d'arguments scientifiques pertinents sur le mode d'action de l'étape utilisant les UV et l'ozone généré *in-situ*. La société n'a pas pu donner d'information sur la quantité d'ozone générée et n'a pas convaincu les experts sur l'absence de génération d'espèces radicalaires lors de la mise en œuvre du procédé. De plus, la société n'a pas pu démontrer la valeur de la dose UV annoncée dans son dossier, se référant uniquement à la dose UV théorique telle que déterminée par ses fournisseurs pour une EDCH.

De surcroît, les experts soulignent que :

- au vu des différentes situations rencontrées lors des auditions et des adaptations techniques que les exploitants d'établissements ont dû réaliser, le procédé de traitement n'est pas une technologie « clé en main » et doit évoluer en fonction des spécificités de chaque établissement. Elle ne devrait donc pas être étendue à tout le territoire - ni même à d'autres sites - sans nouveaux apports de preuve de son efficacité et de son innocuité ;
- la nature du revêtement du bassin est un élément essentiel à prendre en compte lors de l'élaboration du projet d'établissement, car elle permet de limiter le développement algal et le dépôt de biofilms. Cet élément n'est pas précisé dans les pièces du dossier que les experts ont eu à analyser ni lors des auditions ;
- le bon fonctionnement de ce procédé de traitement repose sur une excellente maîtrise de l'hygiène des baigneurs, ce qui peut être difficile à contrôler dans la plupart des établissements ;
- la gestion de ce type de procédé est particulièrement complexe et nécessite un temps long de formation et d'adaptation de la part des exploitants (avec recrutement de personnels dédiés à la surveillance des baigneurs et à la surveillance des différents paramètres de suivi de bon fonctionnement du procédé).

Enfin les experts s'étonnent de l'absence de prise en compte, par la société Aquatic Science, des retours d'expérience des utilisateurs actuels du procédé de traitement « bio-minéral » et de partage de ces informations entre les différents utilisateurs (comme les mesures de gestion mises en place par les exploitants des centres aquatiques pour pallier les non-conformités).

3.8. Résultats d'analyses de qualité d'eau d'établissements aquatiques en exploitation

Le dossier à analyser contient plusieurs pièces décrivant des résultats de qualité d'eau de bassins équipés du procédé de filtration « bio-minérale », obtenus dans le cadre du contrôle sanitaire. Leur analyse n'est pas aisée en raison de l'absence des données brutes, et du fait que certains établissements ne sont pas situés en France et ne répondent donc pas aux mêmes exigences sanitaires réglementaires.

L'annexe 5.1 des pièces complémentaires transmises en avril 2023 (pièce n°84) présente les résultats d'exploitation de trois établissements aquatiques (notés A, B et C) équipés du procédé de filtration « bio-minérale ». La période pendant laquelle ont été réalisées les analyses, et le nombre de baigneurs présents dans le bassin au moment des prélèvements n'ont pas été pas communiqués. De plus, les **résultats sont fournis sous forme de moyenne (sur une période non connue) rendant impossible tout calcul de fréquence de non-conformités** et connaissance sur les valeurs hautes obtenues.²⁰

- Pour la baignade A (piscine municipale avec bassins extérieurs), 32 résultats moyennés d'analyses de qualité d'eau sont présentés.

Il est indiqué dans le dossier que trois analyses ont montré la présence de *Pseudomonas aeruginosa* dans le bassin à des valeurs inférieures au seuils réglementaires. La société

²⁰Il n'est pas recommandé d'exprimer des résultats bactériologiques sous forme d'une moyenne quand les résultats comportent des valeurs inférieures à la limite de quantification.

Aquatic Science a précisé dans une autre pièce (éléments complémentaires transmis en octobre 2023) que leur présence pourrait être due à une défaillance de la désinfection des pédiluves.

- Pour la baignade B (aquafitness), 30 résultats moyennés d'analyses de qualité d'eau sont présentés.

La présence de *Staphylococcus aureus* est mise en évidence dans 50 % des prélèvements sans que les concentrations maximales soient indiquées. Les résultats montrent que 13,3 % des prélèvements présentent des valeurs supérieures aux seuils réglementaires. La société Aquatic Science explique la présence de cet agent pathogène par une fréquentation supérieure à la FMI lors des prélèvements. Par ailleurs, 3,3 % des prélèvements présentent des valeurs supérieures au seuils réglementaires pour les *Pseudomonas aeruginosa*. Les experts notent en outre, que la température de l'eau peut être supérieure à 28 °C, température maximale préconisée par la société Aquatic Science.

- La présence de *Staphylococcus aureus* a également été mise en évidence dans la baignade C (piscine municipale avec bassins intérieurs). Les experts constatent que le nombre de prélèvements diffère selon les paramètres microbiologiques²¹ et une nouvelle fois, tous les résultats sont moyennés.

La société Aquatic Science indique que 15 % des prélèvements présentent des résultats d'analyses qui entreraient dans la classe de qualité « eau mauvaise » (selon sa propre typologie des classes d'eau - Annexe 6). Mais si l'on se réfère à la réglementation française, ce sont bien plus que 15 % des échantillons qui étaient non conformes : la moyenne annoncée pour *Staphylococcus aureus* est de 49 UFC/100 mL (avec un « *écart-type de 149* »); la limite de qualité dans la réglementation pour les baignades en système fermé est de 20 UFC/100 mL. Une défaillance du système de chauffage serait à l'origine de cette contamination sans que des précisions soient apportées sur le lien entre la contamination de l'eau et le chauffage.

La pièce n°95 transmise par la société Aquatic Science dans les pièces complémentaires en octobre 2023 présente des résultats d'analyses réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire réalisées dans différents établissements français et belges équipés du procédé de filtration « bio-minérale ». L'analyse de ces données brutes est rendue difficile car :

- les résultats ne sont pas fournis pour l'ensemble des établissements listés ;
- les résultats sont parcellaires : les experts disposent des résultats d'analyse d'un seul paramètre microbiologique sans que ce dernier soit spécifié. Au vu des valeurs annoncées, il semblerait qu'il s'agisse des résultats de *Pseudomonas aeruginosa*.

Partant de cette hypothèse, il apparaît que deux établissements français et un établissement belge présentent des dépassements de la valeur limite en *Pseudomonas aeruginosa*.

Enfin, en décembre 2023, le pétitionnaire a transmis les résultats des analyses du contrôle sanitaire de la qualité de l'eau d'un bassin extérieur équipé de la filtration « bio-minérale » depuis 2011. Les résultats sont conformes d'un point de vue microbiologique mais deux dépassements des seuils en phosphore et la présence d'algues et de vase au fond du bassin ont été constatés. Ces résultats sont cependant à prendre avec précaution car au vu des

²¹ 91 résultats pour *E.coli* ; 90 pour *Enterococcus* ; 15 pour *P. aeruginosa* ; 93 pour *S.aureus*

données présentées, il semblerait que le traitement de filtration « bio-minérale » ait été couplé avec un traitement de filtration par les plantes, non décrit et analysé dans le dossier soumis.

En parallèle des résultats d'analyse de qualité d'eau figurant dans le dossier, les experts ont pu analyser les résultats du contrôle sanitaire des établissements équipés du procédé de filtration « bio-minérale » dont les gestionnaires ont été auditionnés.

Il ressort de cette analyse que :

- l'un des établissements (centre de remise en forme) qui a utilisé le procédé de 2018 à 2020 (avant de revenir à la désinfection au chlore en 2021) a eu des taux de non-conformités microbiologiques de façon récurrente (13,5 % en 2019 et 21 % en 2020). Ces non-conformités concernaient le paramètre staphylocoque (13,5 % en 2019 et 15,8 % en 2020) et pour le paramètre *Pseudomonas aeruginosa* (5,3 % en 2020). Chaque non-conformité a amené l'ARS à prononcer une interdiction de baignade jusqu'à l'obtention d'un recontrôle conforme ;
- l'un des établissements présente des non-conformités pour le paramètre staphylocoques (18,4 % dans un des bassins, 21 % dans l'autre). Les autres paramètres du suivi de qualité des eaux sont conformes sur toute la période d'ouverture de l'établissement ;
- l'un des établissements présentant un bassin sportif et un bassin d'apprentissage, présente également des non-conformités récurrentes pour les paramètres staphylocoques (9 % pour les deux bassins) et *Pseudomonas* (9 % pour l'un des bassins, conforme pour l'autre bassin) ; Lorsqu'une non-conformité est constatée, le bassin est fermé mais sa réouverture n'est pas soumise systématiquement au retour à un contrôle conforme ;
- l'un des établissements ne présente qu'une seule non-conformité microbiologique (staphylocoques) depuis 2019. Il s'agit d'un bassin pour lequel de nombreuses non-conformités avaient été constatées entre 2016 et 2018, avec une mise en œuvre de mesures drastiques pour résoudre la récurrence de ces non-conformités²². Les prélèvements d'eau ont été réalisés en l'absence de baigneurs pour 46 prélèvements sur 48.

Dans certains cas, les non-conformités sont interprétées par la société Aquatic Science par un dysfonctionnement de la désinfection des pédiluves ou l'encrassement des gaines de quartz des UV.

Les experts ont également pu analyser les résultats du contrôle sanitaire pour d'autres établissements aquatiques (dont les exploitants n'ont pas été auditionnés) traités par le procédé de filtration « bio-minérale ».

Pour l'un d'eux (camping), les taux de non-conformité concernaient plus de 33 % en 2021 (25 % en 2020 et 22 % en 2022)²³. Ces non-conformités étaient dues à *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*. Pour un autre établissement (cabinet de kinésithérapie), le taux de non-conformité était de 25 % en 2022 et 20 % en 2023 (*Staphylococcus aureus*).

Les seuls établissements où l'absence de non-conformités a été relevée étaient des hôtels ; les experts ne disposent pas d'information sur la fréquentation des bassins.

²² Voir paragraphe « synthèse des auditions »

²³ Il n'y a pas de données antérieures ni postérieures. On peut supposer que le procédé a été désinstallé en 2023.

3.9. Conclusions du CES « Eaux »

3.9.1. Concernant l'efficacité du procédé

Concernant l'**étape dite de filtration « bio-minérale »**, les experts constatent l'absence de données expérimentales démontrant l'abattement des fluides biologiques apportés par les baigneurs ou de la matière organique de façon globale. Le rendement d'abattement du procédé ne peut être appréhendé que par un bilan entrée-sortie. Aucune donnée d'expérimentation ni suivi de ce type n'a été proposé par la société Aquatic Science dans le dossier ou lors des différentes auditions²⁴.

Les experts constatent l'absence de données sur la formation du biofilm à la surface des billes de filtration. Les experts considèrent que les mécanismes biologiques mis en jeu par les microorganismes contenus dans le filtre « bio-minéral » et les nombreux facteurs qui influencent leur activité nécessitent des études avancées pour les interpréter et optimiser les facteurs susceptibles d'influer sur leur croissance et leur efficacité. L'allégation portant sur les capacités de ces biofilms à réaliser l'ensemble du cycle de transformation de l'azote organique apporté par les baigneurs en azote gazeux n'est pas démontrée et ce, d'autant plus que les temps de passage au travers du biofilm sont courts et que l'épaisseur du biofilm annoncée (non démontrée) est faible. Les genres de bactéries introduits dans le filtre sont connus pour être potentiellement dénitrifiants (étape finale du cycle de l'azote) mais non pour réaliser l'ensemble du cycle de l'azote. La présence de zones aérobies et anaérobies au sein de ce biofilm n'est pas non plus démontrée.

En outre, la société Aquatic Science n'a pas apporté d'argument démontrant la répétabilité de la colonisation du filtre par le consortium bactérien et par-delà, la stabilité de la composition du biofilm formé. Des variations dans la composition de ces biofilms pourraient modifier leurs fonctionnalités et donc affecter l'efficacité du système revendiqué. De surcroît, aucun élément permettant de démontrer que les bactéries introduites dans le filtre peuvent se développer de façon pérenne dans les conditions de mise en œuvre du système, n'a été communiqué aux experts pour analyse. Enfin, la présence récurrente d'algues et de biofilms dans les bassins démontre la perte d'efficacité du système dans le temps, voire un décrochage partiel des bactéries du filtre « bio-minéral ». Le retour naturel à l'équilibre d'un tel système est lent et paraît être peu compatible avec les exigences de qualité sanitaire des eaux de baignade artificielle.

Concernant l'efficacité de l'**étape de désinfection**, la société Aquatic Science n'a apporté aucune preuve de la dose UV réellement délivrée par le réacteur UV ozone dans les conditions d'utilisation en eau de baignade. Celle-ci ne peut pas être extrapolée à partir de celle obtenue pour l'ACS EDCH, i) parce que les qualités physico-chimiques d'une EDCH ne peuvent être comparées à celle d'une eau de baignade et ii) parce que les réacteurs UV commerciaux et destinés aux EDCH ont été modifiés pour qu'ils puissent générer de l'ozone (réacteur UV ozone). D'autre part, si la présence de lampes émettant à 185 nm devrait permettre la production d'ozone, aucun élément dans le dossier ne précise la concentration en ozone dans l'air ozoné, ni le débit d'air ozoné si bien qu'il est impossible d'estimer la concentration en ozone dans l'eau et donc de déterminer l'efficacité de la désinfection et de l'oxydation des matières organiques.

²⁴ Le seul élément qui aurait pu y répondre est l'étude menée au CSTB mais qui n'a pu être prise en compte car réalisée avec un réacteur UV photocatalytique à base de TiO₂.

Les résultats des contrôles sanitaires réalisés dans les différents établissements équipés du procédé de traitement utilisant la filtration « bio-minérale » montrent des non-conformités récurrentes qui concernent principalement *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*.

Les experts notent que les établissements qui ont pu faire diminuer les taux de non-conformités microbiologiques sont ceux qui ont mis en place des mesures drastiques portant sur la surveillance des baigneurs (prise de douche savonnée avant chaque entrée dans les bassins), sur le suivi régulier de l'état physique des lampes UV, sur la mesure régulière des paramètres physico-chimiques de l'eau et sur le nettoyage quotidien des parois des bassins.

Le CES « Eaux » estime que le pétitionnaire n'a pas apporté de preuves démontrant l'efficacité du procédé de traitement couplant filtration « bio-minérale » et « UV-ozone » permettant de garantir la sécurité sanitaire des baigneurs et des professionnels, notamment en cas de contamination ponctuelle de l'eau.

Le CES « Eaux » note d'ailleurs que le pétitionnaire n'a pas revendiqué clairement la nature des différents éléments composant le procédé de traitement (réacteur UV notamment).

3.9.2. Concernant l'innocuité du procédé

Les experts notent l'absence d'étude sur la nature et la stabilité de la biomasse censée abattre la pollution azotée apportée par les baigneurs au sein du filtre « bio-minéral ». Ces données présentent pourtant un intérêt sanitaire car cette biomasse pourrait être colonisée par des agents pathogènes opportunistes tels que des mycobactéries non tuberculeuses ou des légionelles apportées (notamment dans les bains à remous) par les baigneurs ou l'environnement (pour les bassins extérieurs).

Plusieurs établissements équipés de ce dispositif ont signalé la présence d'un développement biologique important sur les surfaces immergées (nécessitant alors de mettre en œuvre des nettoyages fréquents et poussés). Ce phénomène démontre que le procédé n'élimine pas l'ensemble des nutriments (nitrates, phosphates), ce qui se traduit par un développement microbiologique dans les bassins.

Les experts constatent également l'absence d'un guide d'exploitation pour les gestionnaires, i) qui soit identique quel que soit l'établissement, ii) qui donne des consignes claires pour la bonne gestion du procédé de traitement et iii) qui prenne en compte les retours d'expériences des établissements utilisant le procédé. L'absence d'harmonisation des procédures et de prise en compte des retours d'expériences (par exemple, par la mise en œuvre d'une démarche qualité) par la société Aquatic Science pour le procédé revendiqué dessert clairement toute possibilité de considérer ce procédé comme étant fiable et sûr.

Au vu des éléments susmentionnés et des autres données présentées dans le présent avis, les experts **concluent que le procédé de traitement revendiqué ne garantit pas la sécurité sanitaire des baigneurs.**

Les éléments fournis par la société Aquatic Science ne permettent pas de démontrer l'innocuité du système.

3.9.3. Concernant la demande de dérogation relative à la FMI

Les formules dans la réglementation en vigueur permettant le calcul de la FMI et de la FMJ dans les baignades artificielles sont issues des travaux d'expertise relatifs aux baignades artificielles que l'Agence a pu mener il y a une quinzaine d'années (Afsset, 2009). Elles ont été établies au regard des connaissances disponibles au moment de l'expertise. Ce calcul, basé sur des recommandations autrichiennes et allemandes, a été élaboré pour évaluer la fréquentation maximale dans une baignade artificielle en système fermé, située à l'extérieur, dont le traitement de l'eau est réalisé par une filtration par des plantes et dont l'efficacité n'avait pas été démontrée au moment de l'expertise.

La formule proposée²⁵ à titre expérimental devait être revue en fonction des nouvelles données à disposition.

Les experts estiment qu'en l'absence d'études scientifiques robustes démontrant l'efficacité de l'étape de désinfection, et au vu de la récurrence des non-conformités microbiologiques sans que les valeurs de FMI/FMJ soient atteintes ou dépassées, il est prématuré de modifier la FMI et de déroger au calcul réglementaire en vigueur.

Les experts émettent donc un avis défavorable à la demande de déroger à la FMI/FMJ.

3.9.4. Concernant la demande de dérogation relative à l'introduction de produit biocide directement dans le bassin

La société Aquatic Science demande de pouvoir injecter directement dans le bassin des biocides non rémanents pour traiter l'eau lors d'accidents fécaux ou vomitifs.

Le choix des biocides s'est porté sur le permanganate de potassium et sur le peroxyde d'hydrogène. Les experts signalent que le permanganate de potassium n'est pas soutenu en tant que substance active au niveau du règlement européen 528/2012 relatif à la mise à disposition sur le marché et à l'utilisation des produits biocides. Cette substance ne peut donc pas être utilisée à des fins biocides. En revanche, le peroxyde d'hydrogène a été approuvé en tant que substance active biocide pour le type de produit TP2²⁶ (qui inclut la désinfection des eaux de baignades artificielles). Les produits contenant cette substance doivent être autorisés au titre du règlement UE 528/2012 en TP2 pour un usage en baignades artificielles pour pouvoir être utilisés pour cet usage.

L'article D.1332-49 du CSP interdit l'introduction de tout produit chimique directement dans les bassins dans le cas des baignades artificielles en système fermé (y compris en l'absence de baigneurs). Au regard de la réglementation en vigueur et des risques sanitaires induits par l'introduction d'anti-phosphates directement dans le bassin, **les experts émettent un avis défavorable à la demande de dérogation relative à l'introduction d'un biocide directement dans le bassin en cas d'accidents vomitifs ou fécaux.**

²⁵ FMI = $V_{total}/10$, où V_{total} (en m³) représente le volume d'eau total accessible aux baigneurs (le volume des zones d'eau non accessibles est exclu du calcul, zones décoratives ou zone de traitement par exemple) ;

²⁶ Désinfectants et produits algicides non destinés à l'application directe sur des êtres humains ou des animaux (au sens du règlement du règlement UE n° 528/2012 relatif à la mise sur le marché et l'utilisation des produits biocides).

3.9.5. Concernant la demande de dérogation relative à la réalisation de prélèvements en l'absence de baigneur

Seule, la réalisation de prélèvements en présence de baigneurs permet de s'assurer qu'en cas de présence de personnes porteuses de microorganismes pathogènes, le renouvellement et/ou traitement de l'eau est suffisant pour limiter les risques de contamination entre baigneurs. Un prélèvement en l'absence de baigneur ne permet pas de vérifier le niveau de contamination en temps réel et ainsi de limiter ce risque. Il n'est donc ni souhaitable, ni envisageable.

Les experts émettent un avis défavorable à la demande de déroger à la possibilité de réaliser des prélèvements d'échantillons d'eau à des fins d'analyses réglementaires en l'absence de baigneurs ou à l'endroit le plus proche des refoulements.

En revanche, les experts signalent que des prélèvements en l'absence de baigneurs pourraient venir compléter les prélèvements réalisés lors du contrôle sanitaire afin de démontrer l'efficacité du procédé et de réduire les mesures de gestion drastiques actuelles mises en place pour garantir son bon fonctionnement.

3.9.6. Concernant la demande de dérogation relative à la modification des seuils réglementaires

La société Aquatic Science s'appuie sur la norme autrichienne ÖNORM M 6230 « Eaux de baignade exigences en matière de qualité de l'eau, analyse et évaluation (édition 2018) » ainsi que sur la directive européenne 2006/7/CE concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade pour proposer de nouveaux seuils sanitaires pour le suivi des paramètres staphylocoques et *Pseudomonas aeruginosa*, permettant ainsi un classement des eaux de baignade artificielles en système fermé en fonction de la qualité microbiologique de l'eau à l'instar du classement européen des eaux de baignades.

Les experts rappellent que le paramètre « staphylocoque pathogène » est l'unique indicateur du risque de contaminations interhumaines, car il est corrélé à la fréquentation du bassin. Sa présence en excès dans l'eau indique une mauvaise élimination et un mauvais traitement de la couche d'eau superficielle, signe d'un dysfonctionnement technique. *Pseudomonas aeruginosa* est quant à lui un indicateur de survie des agents pathogènes adaptés au milieu hydrique.

En l'absence de données robustes permettant de démontrer le comportement des microorganismes indicateurs de contamination fécale ainsi que des indicateurs complémentaires (staphylocoques, *Pseudomonas aeruginosa*) qui reflètent le mieux la contamination inter-baigneurs, dans les baignades artificielles en système fermé traitées par le procédé revendiqué, Les experts estiment qu'il est prématuré de proposer des seuils différents de ceux actuellement en vigueur,

Les experts émettent donc un avis défavorable à la demande de dérogation relative à la modification des seuils réglementaires.

3.9.7. Concernant la demande d'expérimentation relative à l'utilisation du procédé utilisant la filtration « bio-minérale », dans trois nouveaux centres aquatiques

Au vu des conclusions intermédiaires précédentes et des risques sanitaires pouvant être générés, le CES « Eaux » recommande que les baignades artificielles en système fermé utilisant le procédé revendiqué respectent la réglementation relative aux baignades artificielles en vigueur et émet un avis défavorable à la réalisation d'expérimentations prenant en compte les demandes de dérogations formulées par la société Aquatic Science.

Les experts considèrent qu'actuellement ce procédé, encore au stade de recherche et développement, ne peut être expérimenté en dérogeant aux exigences réglementaires en présence d'usagers tant que le concepteur n'aura pas apporté les preuves scientifiques de son efficacité et de son innocuité, et qu'il n'aura pas mis en œuvre une démarche de management de la qualité portant sur l'ensemble du fonctionnement du procédé de traitement.

En outre, le CES « Eaux » attire l'attention sur les points suivants :

- pour les établissements utilisant déjà le procédé de filtration « bio-minérale », le CES Eaux recommande une surveillance renforcée à une fréquence hebdomadaire portant en particulier sur tous les paramètres microbiologiques ;
- **la définition d'une baignade artificielle en système fermé** : les experts soulignent que les recommandations relatives aux baignades artificielles en système fermé présentées dans son rapport de 2009 (Afsset 2009) ont été établies pour des baignades dont le bassin était situé en extérieur et dont l'eau était traitée uniquement par un système de filtration par des plantes. Il en est de même dans les normes allemandes et autrichiennes. De ce fait, les établissements s'apparentant à des piscines dont l'eau n'est pas désinfectée et désinfectante devraient donc être considérés dans une nouvelle catégorie de baignade dont il conviendra de définir les règles et les modalités de fonctionnement (types de traitements autorisés et performances associées, FMI/FMJ, etc.) ;
- **l'absence de régime d'autorisation pour les procédés de traitement pour les eaux de baignades artificielles** : les experts réitèrent la recommandation établie dans les précédents travaux de l'Agence relatifs aux baignades artificielles (Afsset, 2009, Anses, 2013a, 2019) préconisant de conditionner la mise sur le marché de tout système ou procédé de traitement des eaux de baignades artificielles à un **régime d'autorisation** afin qu'ils fassent l'objet d'une évaluation préalable de leur innocuité vis-à-vis du baigneur d'une part et de l'environnement d'autre part ;
- **l'utilisation de ce procédé dans des bassins dont la température de l'eau est supérieure à 28 °C**. L'Agence, lors de ses travaux relatifs aux baignades artificielles (Afsset, 2009), a recommandé de ne pas dépasser une température de l'eau de l'ordre de 23-25 °C dans les baignades artificielles en système fermé car des températures plus élevées facilitent le développement des agents pathogènes tels que les légionnelles et des algues ;
- **l'utilisation de ce procédé pour traiter les bains à remous** : les bains à remous répondent à la réglementation relative aux piscines et ne peuvent en aucun cas être installés dans des établissements qui n'utilisent pas une eau désinfectée et désinfectante. Le CES juge dangereux l'utilisation de ce procédé pour traiter l'eau des bains à remous ;

- **l'élimination des géloses contaminées, utilisées pour l'autosurveillance de la qualité microbiologique de l'eau** : il est nécessaire de fournir aux exploitants un protocole détaillé concernant l'élimination des boîtes de Petri après mise en culture car elles sont considérées comme des déchets d'activités de soins à risques infectieux et assimilés (DASRIa) ;
- **la formation des professionnels** : compte tenu de la complexité du procédé de filtration « bio-minérale », il est primordial de développer des formations pour les exploitants des établissements et leur personnel à la gestion et l'entretien quotidien de la baignade artificielle en système fermé ;
- **la protection des professionnels** : il est nécessaire de développer la formation et l'information sur les risques liés, particulièrement, au retrait des biofilms et des algues, à l'ajout de réactifs en l'absence de pompe doseuse, au stockage, à la gestion et à l'élimination des DASRIa. Des rappels relatifs aux mesures d'hygiène personnelle (dont le lavage des mains), au port d'équipements de protection individuelle adaptés à la tâche à effectuer, sont à mettre en place dans chaque établissement équipé du procédé de filtration « bio-minérale ».

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

Le dispositif France expérimentation est un dispositif interministériel permettant de lever les blocages réglementaires empêchant la réalisation de projets économiques innovants. En instaurant des dérogations à titre expérimental, il offre aux acteurs économiques la possibilité d'exprimer leurs propositions d'adaptation des cadres réglementaires en instaurant des expérimentations supervisées par les pouvoirs publics. En cas d'acceptation, ces acteurs peuvent alors tester leurs innovations sur le terrain et mesurer de manière objective l'atteinte des objectifs, dont ceux relevant de la sécurité sanitaire, par des moyens alternatifs. Les ministères compétents définissent les dispositions d'encadrement, de suivi et d'évaluation de l'expérimentation.

C'est dans le contexte d'un projet de cette nature que la Direction générale de la santé (DGS) a saisi l'Anses, en amont de la validation de la demande d'expérimentation, afin qu'elle se prononce sur l'efficacité et l'innocuité du procédé de traitement des eaux par filtration « bio-minérale » proposé par la société Aquatic Science. La DGS a également souhaité que l'Anses évalue la demande d'expérimentation de ce procédé accompagnée de demandes de dérogations à la réglementation relative aux baignades artificielles en système fermé formulées par la société Aquatic Science. Ces dérogations concernent les exigences en matière de densité de fréquentation de la baignade artificielle, la possibilité d'introduction de biocide directement dans le bassin, la modification des seuils limites de qualité de l'eau et les modalités de réalisation de prélèvement d'eau lors du contrôle sanitaire.

Les conclusions formulées par les experts dans le présent avis s'appuient sur l'examen des informations techniques fournies par la société Aquatic Science dans le cadre de son dossier ou de ses auditions, sur l'analyse des résultats du contrôle sanitaire des établissements équipés du procédé revendiqué et sur le retour d'expérience de plusieurs exploitants et des Agences régionales de santé chargées du contrôle de ces établissements aquatiques.

L'Anses endosse l'analyse ainsi que les conclusions et recommandations du CES « Eaux ». En synthèse, l'Agence estime que la société Aquatic Science n'a pas démontré l'efficacité du procédé et son innocuité permettant de garantir la sécurité des baigneurs. Les arguments en appui à cette conclusion défavorable s'appuient sur les évaluations des experts qui concernent plusieurs étapes du procédé mis en œuvre, corroborées par des éléments du retour d'expérience. De plus, l'Agence recommande de ne pas donner suites aux demandes de dérogations sollicitées.

En particulier, elle souligne qu'il ne lui paraît pas possible de déroger à l'obligation de réalisation du contrôle sanitaire en présence de baigneurs, seule condition permettant de s'assurer que la combinaison du renouvellement et du traitement de l'eau est adéquate pour limiter les risques de contamination entre baigneurs. De plus, une augmentation du seuil de fréquentation maximale de la baignade artificielle, allant vers une situation similaire à celle appliquée actuellement dans les piscines sans que l'eau employée soit désinfectante, augmenterait le risque de contaminations inter-baigneurs.

L'Agence note également des lacunes dans la documentation servant de guide d'exploitation pour les gestionnaires d'établissement, qui devraient disposer d'éléments permettant de s'adapter et de réagir aux situations et difficultés rencontrées, en vue de développer une gestion autonome et sûre de leurs installations, fondées sur des consignes claires et une bonne compréhension des points critiques aux différentes étapes du procédé.

Au-delà du dossier examiné, l'Anses souligne que les établissements équipés actuellement du procédé de traitement de l'eau par filtration « bio-minérale » sont des établissements dont la configuration des installations est similaire à celles des piscines à usage collectif. Pour autant, leurs modalités de gestion de l'eau des bassins se rapprochent de celles des baignades artificielles dits « en système fermé », qui sont en l'occurrence et jusqu'à présent, des établissements de plein air. L'agence rappelle cependant que la qualité de l'eau traitée par ce procédé est revendiquée comme « désinfectée mais non désinfectante », ce qui ne répond pas aux exigences réglementaires d'ordre sanitaire encadrant les piscines. Aussi, l'Anses recommande aux pouvoirs publics de couvrir cette nouvelle catégorie de baignade pour laquelle des recommandations sanitaires adaptées, parmi lesquelles la fréquentation, devront être établies.

MOTS-CLÉS

Baignade artificielle, Baignade artificielle en système fermé, traitement de l'eau, filtration, eaux de loisirs.

Artificial bathing, closed system artificial bathing, water treatment, filtration, recreational water.

BIBLIOGRAPHIE

Afsset 2009. Avis et rapport de l'Afsset relatifs à l'évaluation des risques sanitaires liés aux baignades artificielles pp180 (<https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2006et0011Ra.pdf>)

Afsset 2010 Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines Partie I : piscines réglementées (<https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2007sa0409Ra.pdf>)

Anses 2013a- Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à un projet de décret relatif à la gestion de la qualité des eaux de baignades artificielles (<https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2013sa0011.pdf>)

Anses 2013b-Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines Partie II : bains à remous. (<https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2007sa0409Ra-2.pdf>)

Anses 2017. Avis du 30 mai 2016 révisé le 23 janvier 2017 de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à un projet de décret et trois projets d'arrêtés relatifs à la gestion de la qualité des eaux de baignade artificielle. (<https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2016SA0028.pdf>)

ÖNORM 2018. M 6230 Eaux de baignade exigences en matière de qualité de l'eau, analyse et évaluation

SIA 2023. Eau et installations de régénération de l'eau dans les piscines accessibles au public et autres structures similaires-Exigences et prescriptions complémentaires de construction et d'exploitation. SIA 385/9 :2023

CITATION SUGGÉRÉE

Anses 2024. Demande d'avis sur l'utilisation d'un procédé de traitement innovant par filtration dite « bio-minérale » de la société Aquatic Science (saisine 2023-SA-00110). Maisons-Alfort : Anses, 60 p.

ANNEXE 1 : INTERVENANTS

PRÉAMBULE : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

GROUPE DE TRAVAIL

Président

M. Jean-Luc BOUDENNE – Professeur – Université Aix-Marseille – Laboratoire Chimie de l'environnement – Métrologie des eaux, chimie et qualité des eaux.

Membres

M. Nicolas CIMETIERE – Maître de conférences – École nationale supérieure de chimie de Rennes (ENSCR) – Analyse et traitement des eaux (EDCH, micropolluants organiques).

M. Bruno COULOMB – Maître de conférences – Université Aix-Marseille – Laboratoire Chimie de l'environnement – Contaminants chimiques, méthodes d'analyse, devenir des contaminants.

M. Laurent MOULIN – Responsable du département recherche et développement – Eau de Paris – Microbiologie, virologie, traitements de désinfection, amibes.

M. Mohamed SARAKHA – Professeur – Université Clermont Auvergne- Institut de chimie de Clermont-Ferrand – Photochimie, chimie réactionnelle.

COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

■ CES « Eaux »

Président

M. Gilles BORNERT – Chef de service – Groupe vétérinaire des armées de Rennes – Microbiologie, réglementation, situations dégradées, water defense.

Vice-présidents

M. Jean-François HUMBERT – Directeur de recherche / Docteur habilité à diriger des recherches – UMR BIOENCO, Institut de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), Paris – Microbiologie de l'eau dont cyanobactéries, écologie microbienne.

Mme Anne TOGOLA – Chef de projet de recherche – Bureau de recherche géologiques et minières (BRGM) – Micropolluants organiques, chimie analytique, eaux souterraines.

Membres

M. Jean BARON – Responsable de département / Ingénieur de recherche – Eau de Paris – Matériaux au contact de l'eau, produits et procédés de traitement de l'eau (filiales de traitement), corrosion.

M. Jean-Luc BOUDENNE – Professeur – Université Aix-Marseille – Laboratoire Chimie de l'environnement – Métrologie des eaux, chimie et qualité des eaux.

M. Nicolas CIMETIERE – Maître de conférences – École nationale supérieure de chimie de Rennes (ENSCR) – Analyse et traitement des eaux (EDCH, micropolluants organiques).

M. Bruno COULOMB – Maître de conférences – Université Aix-Marseille – Laboratoire Chimie de l'environnement – Contaminants chimiques, méthodes d'analyse, devenir des contaminants.

M. Christophe DAGOT – Professeur / Directeur de département – Université de Limoges – UMR Inserm 1092, RESINFIT – Antibiorésistance (intégrons, génie des procédés), qualité des effluents (antibiotiques et bactéries résistantes).

Mme Sabine DENOZ – Expert process et qualité de l'eau – La société wallonne des eaux – Produits et procédés de traitement de l'eau (EDCH), plans de gestion de la sécurité sanitaire des eaux (PGSSE), expertise technique.

Mme Isabelle DUBLINEAU – Chargée d'évaluation de la maîtrise des risques radiologiques et nucléaires / Docteur habilité à diriger des recherches – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) – Toxicologie, radioéléments.

M. Frédéric FEDER – Directeur de l'unité « Recyclage et risque » – Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) – Géochimie, transfert des contaminants eau/sol/plante, évaluation des risques environnementaux, analyses des eaux, sols et végétaux, reuse, REUT.

M. Matthieu FOURNIER – Maître de conférences, habilitation à diriger des recherches (HDR) en Géosciences – Université Rouen Normandie – Hydrogéologie, hydrologie, EDCH, transfert et devenir des micro-organismes dans l'environnement, modélisation, risques sanitaires.

M. Stéphane GARNAUD-CORBEL – Chargé de mission recherche « Eau, biodiversité et aménagement urbain » – Office français de la biodiversité (OFB) – Assainissement, gestion intégrée des eaux pluviales, traitement des boues, utilisation d'eaux non conventionnelles.

Mme Nathalie GARREC – Ingénieur recherche expertise – Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) – Microbiologie de l'eau, pathogènes opportunistes, efficacité des biocides.

M. Johnny GASPERI – Chercheur – Université Gustave Eiffel – Micropolluants organiques, eaux urbaines, eaux de surface, traitements des eaux usées.

M. Julio GONÇALVÈS – Professeur – Centre européen de recherche et d'enseignement en géosciences de l'environnement (CEREGE), Aix en Provence – Hydrogéologie, ressources en eaux, transfert de contaminants dans les nappes, modélisation, recharge.

M. Jean-Louis GONZALEZ – Chercheur habilité à diriger des recherches – Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) – Milieu marin, contaminants chimiques, spéciation, modélisation, échantillonnages passifs.

M. Olivier HORNER – Directeur de la Formation – École nationale supérieure de chimie de Paris (ENSCP), Chimie ParisTech – Chimie de l'eau, traitement des eaux.

M. Michel JOYEUX – Retraité, Docteur en Médecine, Docteur en Sciences – Médecine, toxicologie, évaluation quantitative du risque sanitaire, méthodes d'analyse des dangers, chimie de l'eau, produits et procédés de traitement des EDCH, santé environnement.

M. Jérôme LABANOWSKI – Chargé de recherche CNRS – Université de Poitiers - UMR CNRS 7285 IC2MP – École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers – Qualité des effluents, biofilm en rivière, sédiments, devenir des contaminants effluents-rivière.

Mme Sophie LARDY-FONTAN – Directrice du laboratoire d'hydrologie de Nancy – Métrologie, chimie analytique, micropolluants, ultratracés, assurance qualité/contrôle qualité (QA/QC).

Mme Françoise LUCAS – Enseignant-chercheur – Université Paris-Est Créteil – Virologie, écologie microbienne, indicateurs de contamination fécale, bactériophages, mycobactéries, virus entériques, eaux usées et pluviales.

M. Christophe MECHOUK – Chef de division « Études et construction » – Service de l'eau de la ville de Lausanne – Ingénierie de l'eau (eau potable, eaux usées, eau de process, piscine), traitement de l'eau (procédés), physico-chimie et microbiologie de l'eau, micropolluants.

M. Laurent MOULIN – Responsable du département recherche et développement – Eau de Paris – Microbiologie, virologie, traitements de désinfection, amibes.

M. Damien MOULY – Epidémiologiste, responsable d'unité, en charge de surveillance des épidémies d'origine hydrique – Santé Publique France – Risques infectieux, risques chimiques, PGSSE, épidémiologie, évaluation des risques sanitaires, surveillance, alerte.

Mme Fabienne PETIT – Enseignant chercheur / Professeur – Université de Rouen / UMR CNRS M2C – Écologie microbienne.

Mme Catherine QUIBLIER – Professeur Université Paris Diderot, HDR – Museum National d'Histoire Naturelle – Écologie et toxicité des cyanobactéries planctoniques et benthiques, surveillance.

Mme Pauline ROUSSEAU-GUEUTIN – Enseignante chercheuse en hydrogéologie – École des hautes études en santé publique (EHESP) – Hydrogéologie, hydrologie, transferts des contaminants, périmètres de protection de captage, PGSSE.

Mme Marie-Pierre SAUVANT-ROCHAT – Professeur – Université Clermont-Auvergne / Faculté de Pharmacie, Clermont-Ferrand – Santé publique et environnement, épidémiologie, évaluation de risques sanitaires.

Mme Michèle TREMBLAY – Docteur en médecine spécialiste en santé communautaire / Médecin conseil en santé au travail et en maladies infectieuses – retraitée – Santé travail, microbiologie de l'eau.

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

Mme Carole CATASTINI – coordinatrice d'expertise scientifique – Unité d'évaluation des risques liés à l'eau, Direction de l'évaluation des risques

Mme Jeannette CHOKKI – coordinatrice d'expertise scientifique – Unité d'évaluation des risques liés à l'eau, Direction de l'évaluation des risques

Contribution scientifique

Mme Romy COLLET – chargée de projets scientifiques à l'unité de coordination biocides, Direction d'évaluation des produits réglementés.

Mme Éléonore NEY – chef de l'unité des risques liés à l'eau- Direction de l'évaluation des risques.

Secrétariat administratif

Mme Françoise LOURENÇO – Anses

AUDITION DE PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES

Société Aquatic Science

Société Agence Coste Architecture

Société Ocedis

Société Redebel

ARS-IDF – Délégation départementale de la Seine Saint-Denis

ARS Centre-Val de Loire – Délégation départementale d'Indre-et-Loire

ARS Hauts-de-France – site de Lille

ARS Provence-Alpes-Côte d'Azur – Délégation Départementale des Bouches-du-Rhône

Centre Aquatique, Bien-être et Forme le Chant de l'Eau

Établissement piscine des Murs à pêches

Direction des sports Département Solidarités et Vivre Ensemble Est Ensemble Grand Paris

Établissement piscine de la Communauté de communes du Val d'Amboise

Communauté de communes du Val d'Amboise

ANNEXE 2A : LETTRE DE SAISINE



MINISTÈRE
DE LA SANTÉ
ET DE LA PRÉVENTION

Liberté
Égalité
Fraternité

SOUS-DIRECTION PREVENTION DES RISQUES LIÉS
A L'ENVIRONNEMENT ET A L'ALIMENTATION
BUREAU QUALITE DES EAUX
DGS-EA4 n° 64
Affaire suivie par : Sabrina MEKHOUS/Sylvie MALLET
Tél. : 01.40.56.82.57
Mél. : sabrina.mekhous@sante.gouv.fr

Nos réf. : D.23-009443

Direction générale de
la santé

Paris, le 11 MAI 2023

Le Directeur général de la santé

à

Monsieur le Directeur général de l'Agence
nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail
Direction de l'Evaluation des Risques (D.E.R.) -
UERE

- Objet :** Demande d'avis sur l'utilisation d'un procédé de traitement innovant par filtration dite « bio-minérale » de la société Aquatic Science – compléments apportés au dossier
- N/Réf. :** DGS EA4 N° 220012 (*numéro de dossier à rappeler dans toute correspondance*)
En lien avec le courrier de saisine DGS/EA4 N° 80 du 18 octobre 2022
- V/Réf. :** Votre courrier de non recevabilité Anses N° 2022-SA-0184 du 11 janvier 2023
- PJ :** Pièces complémentaires au dossier versées par la société Aquatic Science (1 document + 6 annexes)

Par courrier cité en référence, je vous ai transmis, pour avis, le dossier de demande d'avis sur l'utilisation d'un procédé de traitement innovant par filtration dite « bio-minérale » développé par la société Aquatic Science. Le dossier a été enregistré à la Direction générale de la santé (DGS) sous le numéro DGS EA4 N° 220012.

Par courrier en date du 11 janvier 2023, vous m'avez informé de la non-recevabilité de cette saisine pour cause d'incomplétude du dossier, et avez formulé une demande de pièces complémentaires nécessaires à la mise en œuvre, par l'Agence, de cette expertise.

En réponse à cette demande, je vous prie de bien vouloir trouver ci-joint les pièces complémentaires produites par la société Aquatic Science.

Par ailleurs, les résultats du contrôle sanitaire de la qualité de l'eau des baignades artificielles en système fermé utilisant ce procédé de traitement « innovant » (12 établissements recensés à ce jour en France, selon les données récentes communiquées à la DGS par les Agences régionales de santé) ont fait l'objet d'une extraction nationale de la base de données SISE-Eaux de baignade.

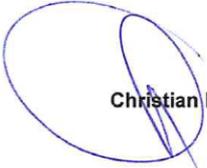
14 avenue Duquesne – 75350 Paris 07 SP
Tél. 01 40 56 60 00 - www.social-sante.gouv.fr

Le traitement de vos données est nécessaire à la gestion de votre demande et entre dans le cadre des missions confiées aux ministères sociaux.
Conformément au règlement général sur la protection des données (RGPD), vous pouvez exercer vos droits à l'adresse dgs-rgpd@sante.gouv.fr ou par voie postale.
Pour en savoir plus : <https://solidarites-sante.gouv.fr/ministere/article/donnees-personnelles-et-cookies>

Une version informatique du dossier complémentaire, ainsi que le fichier Excel relatif aux données du contrôle sanitaire de la qualité de l'eau des baignades artificielles en système fermé utilisant ce procédé, ont été transmis par voie électronique à l'Unité d'évaluation des risques sur les eaux (UERE).

Je vous remercie de bien vouloir me transmettre votre avis avant le 30 septembre 2023.

Mes services se tiennent à votre disposition pour toute question complémentaire.


Christian RABAUD

ANNEXE 2B : LETTRE DE SAISINE INITIALE



MINISTÈRE
DE LA SANTÉ
ET DE LA PRÉVENTION

Liberté
Égalité
Fraternité

SOUS-DIRECTION PREVENTION DES RISQUES LIÉS
A L'ENVIRONNEMENT ET A L'ALIMENTATION
BUREAU QUALITE DES EAUX
DGS-EA4 n° 80
Affaire suivie par : Sabrina MEKHOUS
Tél. : 01.40.56.82.57
Mél. : sabrina.mekhous@sante.gouv.fr

Nos réf. : D.22-016876

Direction générale de
la santé

Paris, le

18 OCT. 2022

Le Directeur général de la santé

à

Monsieur le Directeur général de
l'Agence nationale de sécurité sanitaire
de l'alimentation, de l'environnement et
du travail
Direction de l'Évaluation des Risques
(D.E.R.) - UERE

Objet : Demande d'avis sur l'utilisation d'un procédé de traitement innovant par filtration dite « bio-minérale » de la société Aquatic Science

Réf. : DGS EA4 N° 220012 (*numéro de dossier à rappeler dans toute correspondance*)

PJ : Dossier de demande de dérogation à la réglementation applicable aux baignades artificielles déposé par les pétitionnaires

La Direction générale de la santé a été saisie, par l'intermédiaire du dispositif interministériel « France expérimentation », de demandes d'expérimentations relatives à l'utilisation d'un procédé de traitement innovant par filtration bio-minérale, développé par la société Aquatic Science, dont l'utilisation est prévue dans plusieurs centres aquatiques municipaux (actuellement en cours de construction).

Ce procédé de traitement fait intervenir une technologie spécifique, assurant une filtration et un traitement dit « biominéral », sans recours à l'utilisation de produits de désinfection rémanents, notamment chlorés. La société Aquatic Science revendique, avec l'utilisation de ce procédé, l'obtention d'une eau de qualité désinfectée mais non désinfectante, et l'absence de risques sanitaires pour les baigneurs, y compris en période de fréquentation importante.

La maîtrise d'œuvre en charge de la conception des bassins de ces centres aquatiques s'est appuyée sur les normes techniques et prescriptions techniques applicables aux piscines publiques à usage collectif, notamment en matière de fonctionnement hydraulique, de renouvellement et de recirculation d'eau¹. En outre, les prescriptions sanitaires, notamment en matière d'hygiène, définies pour les piscines à usage collectif, seraient respectées.

Eu égard aux projets présentés, ces baignades répondent à la définition des baignades artificielles retenue dans l'avis de l'Afssset *relatif aux risques sanitaires liés aux baignades artificielles* (juillet 2009)² en tant que « masses d'eau captées et maintenues captives à des fins de baignade, par une artificialisation du milieu naturel et/ou par l'utilisation d'un dispositif artificiel, traitée ou non par des

¹ Sur la base des dispositions de l'arrêté du 7 avril 1981 modifié relatif aux dispositions techniques applicables aux piscines

² <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2006et0011Ra.pdf>

14 avenue Duquesne – 75350 Paris 07 SP
Tél. 01 40 56 60 00 - www.social-sante.gouv.fr

Le traitement de vos données est nécessaire à la gestion de votre demande et entre dans le cadre des missions confiées aux ministères sociaux.
Conformément au règlement général sur la protection des données (RGPD), vous pouvez exercer vos droits à l'adresse dgs-rgpd@sante.gouv.fr ou par voie postale.
Pour en savoir plus : <https://solidarites-sante.gouv.fr/ministere/article/donnees-personnelles-et-cookies>

procédés biologiques et/ou physico-chimiques, mais de qualité non « désinfectée et désinfectante ». Elles constituent plus particulièrement des baignades artificielles en système fermé, conformément aux dispositions de l'article D. 1332-43 du code de la santé publique, l'eau d'alimentation de ces baignades étant en tout ou partie recyclée.

La mise en œuvre de ces expérimentations suppose plusieurs dérogations à la réglementation applicable aux baignades artificielles qui portent sur :

- La fréquentation maximale instantanée (FMI) et la fréquentation maximale journalière (FMJ) : compte tenu de la technologie mise en œuvre, les pétitionnaires considèrent que les fréquentations maximales pouvant être atteintes peuvent être identiques à celles réglementairement définies pour les piscines à usage collectif ;
- La possibilité de mettre en œuvre un traitement biocide non-rémanent, directement introduit dans la zone de baignade, en cas d'accidents fécaux ou vomitifs survenant dans le bassin ;
- La possibilité de réaliser les prélèvements d'échantillons d'eau aux fins d'analyse (qui doivent réglementairement être représentatifs de la zone fréquentée par les baigneurs) en l'absence de baigneurs ou à l'endroit le plus proche des refoulements ;
- La proposition d'ajustements de limites de qualité réglementaires de l'eau du bassin pour certains paramètres microbiologiques devant faire l'objet d'une recherche dans le cadre du contrôle sanitaire.

Le dossier complet établi par les pétitionnaires a été transmis à l'Unité d'évaluation des risques sur les eaux (UERE) par voie électronique. Ce dossier comprend notamment un protocole expérimental, détaillant les mesures d'hygiène envisagées dans ces établissements et les mesures de surveillance de l'exploitant vis-à-vis de la qualité de l'eau.

Compte tenu de ce qui précède, l'avis de l'Agence est sollicité sur les points suivants :

- Innocuité et efficacité du procédé de traitement « bio-minéral », développé par la société Aquatic Science ;
- Sous réserve de l'innocuité et l'efficacité du procédé de traitement « bio-minéral », et sur la base du dossier de demande, proposition d'indicateurs complémentaires pour le suivi de la qualité de l'eau et de recommandations sanitaires supplémentaires, si elles s'avèrent nécessaires à la mise en œuvre de cette expérimentation ;
- Innocuité et efficacité de l'utilisation de produits d'entretien de nature biologique (tels que « Bactopool »³ de la société Aquatic Science).

Le dossier est enregistré par mes services sous la référence DGS EA4 N° 220012 et intitulé comme suit :

**DEMANDE D'AVIS SUR L'UTILISATION D'UN PROCEDE DE TRAITEMENT INNOVANT PAR
FILTRATION DITE « BIO-MINERALE » DE LA SOCIETE AQUATIC SCIENCE**

Cette expertise entre dans le programme de travail 2022 de l'Anses.

Je vous remercie de bien vouloir me transmettre votre avis avant le 28 février 2023.

Mes services se tiennent à votre disposition pour toute question complémentaire.


Jérôme SALOMON

³ <https://www.bassin-baignade.eu/fr/aquaticscience/1155-bactopool-aquaticscience.html>

ANNEXE 3 : CORPUS DOCUMENTAIRE SUR LEQUEL L'EXPERTISE S'EST PRINCIPALEMENT APPUYÉE

La liste des pièces numérotées correspond aux éléments transmis par les porteurs de projet et la société Aquatic Science. Les noms des documents ont été repris tels que communiqués par les porteurs de projet et la société.

Pièce n°	Intitulé de la pièce
Dossier transmis par la société Aquatic Science à la DGS en avril 2022 nommé « Dossier complet_05042022 » :	
1	Introduction - Sommaire.pdf
2	Dossier technique.pdf
3	Dossier scientifique détaillé Aquatic Science.pdf
4	Éléments constitutifs pour futur protocole.pdf
5	Présentations projets
6	Centre aquatique plateau Est Rouen
7	Belbeuf.docx
8	Note présentation projet TE bio SOGETI - Coste.docx
9	Centre aquatique plateau Est Rouen.pdf
10	Annexe 0 plan flux étage.pdf
11	Annexe 0 plan flux RDC.pdf
12	Annexe 1 - Contrôle sanitaire des EDCH du 02 03 2022.pdf
13	Annexe 2 - Plan d'exécution TRE RDC.pdf
14	Annexe 3 - Plan d'exécution TRE sous-sol zone 1.pdf
15	Annexe 4 - Plan d'exécution TRE sous-sol zone 2.pdf
16	Annexe 5 - Schéma de principe filtration C1.pdf
17	Annexe 6 - Schéma de principe filtration C2.pdf
18	Annexe 7 - Schéma de principe filtration C3.pdf
19	Annexe 8 - Schéma de principe filtration C4.pdf
20	Annexe 9 - Note de calculs bache tampon C1.pdf
21	Annexe 10 - Note de calculs bache tampon C2.pdf
22	Annexe 11 - Note de calculs bache tampon C3.pdf
23	Annexe 12 - Note de calculs bache tampon C4.pdf
24	Annexe 13 - Notice de fonctionnement TRE.pdf

25	Annexe 14 - Analyse fonctionnelle TRE.pdf
26	Annexe 15 - Bassin sportif.pdf
27	Annexe 16 - Bassin d'apprentissage.pdf
28	Annexe 17 - Pataugeoire.pdf
29	Annexe 18 - Bassin bien-être.pdf
30	Planning prévisionnel d'occupation des bassins EICAPER 27 11 2020.pdf
31	Piscine communautaire Amboise
32	Piscine Communautaire d'Amboise.pdf
33	Analyse fonctionnelle et notice de fonctionnement.pdf
34	Annexe 0 - calcul FMI FIMI_OM.pdf
35	Annexe 0 - Plan des flux intérieurs et contrôles d'accès_Mise en page.pdf
36	Annexe 0-Planning occupation prévisionnel_10.02.22.pdf
37	Annexe 1 - Résultats des analyses du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine du 02:03:2022.pdf
38	Annexe 2 - Plan des réseaux Traitement d'eau.pdf
39	Annexe 3 - Schéma de principe Traitement d'eau.pdf
40	Annexe 4 - Note de calcul des bâches tampon.pdf
41	Annexe 5 - Schéma de principe CVC.pdf
42	Centre aquatique Coudekerque--Branche
43	Centre aquatique Coudekerque-Branche.pdf
44	Annexe 0 - Schéma Flux R+1.pdf
45	Annexe 0 - AMPLITUDE HORAIRES.jpg
46	Annexe 0 - PREVISIONS ACTIVITES.pdf
47	Annexe 0 - Schéma Flux RDC.pdf
48	Annexe 1_COUDEKERQUE_DCE_SCH TE.pdf
49	Annexe 2_COUDEKERQUE_DCE_TE 03 - RDC - Partie 1.pdf
50	Annexe 3_COUDEKERQUE_DCE_TE 04 - RDC - Partie 2.pdf
51	Annexe 4_COUDEKERQUE_DCE_TE 01 - R-1 - Partie 1.pdf
52	Annexe 5_COUDEKERQUE_DCE_TE 02 - R-1 - Partie 2.pdf

53	Proposition modification réglementation.pdf
54	Compléments post réunion 7 juin
55	220425 - Résumé des points de la réunion du 07 avril 2022.docx
56	Brown et al 2020 - Compact dry e coli assays for water safety monitoring.pdf
57	Kodaka et al 2005 - comparison of Compact Dry TC method and Standard plate method.pdf
58	Mizuochi & Nelson 2016 - Validation of the compact dry TC method.pdf
59	Conclusion - Contacts.pdf
Dossier nommé « france expérimentation(dossier printemps 2022) »	
60	Dossier France Expérimentation - Belbeuf
61	Dossier déposé_FormulaireFranceExpérimentation_janvier 2021.pdf
62	22 02 17 Note de présentation Centre Aquatique Intercommunal de Belbeuf.pdf
63	Dossier France expérimentation - CC Val d'Amboise
64	Formulaire France expérimentation.pdf
65	Dossier France expérimentation - Coudekerque Branche
66	Formulaire France expérimentation.pdf
67	H490APDPresentationProjet111219-FINALE-02-02-2022-15-44-330.pptx
68	H490Planning ProjetRecalé18_10_21-02-02-2022-15-47-709.pdf
69	Piscine de Coudekerque_Présentation piscine biologique_vd_01.pdf
70	PiscineCoudekerque-interieur-Coste-02-02-2022-16-01-3034.jpg
71	PiscineCoudekerque-parvis-Coste-02-02-2022-16-00-2803.jpg
72	Dossier France expérimentation - Société Aquatic Science
73	Formulaire France expérimentation.pdf
74	201001 - synthèse qualité sani.pdf
75	22 02 17 Note de présentation Centre Aquatique Intercommunal de Belbeuf.pdf
76	Baignades publiques - Synthèse des analyses sanitaires RevA0.pdf
77	Principe de fonctionnement d'une filtration bio-minérale Vitii - descriptif et schéma de principe RevA0.pdf
78	these.pdf

Pièces complémentaires reçues à l'Anses en avril 2023 nommées « 2-piececomplémentaire_avril23 » :	
79	Annexe 1 Précisions questions point 1.pdf
80	Annexe 2.1 Multicyclon 70 xl.pdf
81	Annexe 2.2 Guide pratique de la gestion sanitaire des baignades.pdf
82	Annexe 3.1 Rapport étude CSTB.pdf
83	Annexe 3.2 Extrait de rapport de recherche.pdf
84	Annexe 5.1 Exemple de trois baignades en exploitation.pdf
85	Complément saisine Anses-procédé de filtration bio-minérale.pdf
Pièces complémentaires fournies par la société Aquatic Science à la DGS le 9 octobre 2023 :	
86	Annexe 2.2 - Guide pratique de la gestion sanitaire des baignades.docx
87	Annexe 7.1 - Manuel d'exploitation Vitii exemple de Templeuve.pdf
88	Annexe 7.2 - Suivi des paramètres –maintenance produits de traitements-exemple de Templeuve.pdf
89	Annexe 8.1 - FDS EU-Carboni liquide_V1_Fr_validé.pdf
90	Annexe 8.2 - FDS UE_Calci_V1.O_fr.pdf
91	Annexe 8.3 - FDS UE _pH_V1.0_Fr_draft.pdf
92	Annexe 8.4 - FDS EU_Antiphosphate_V1.0.pdf
93	Annexe 8.5 - FDS EU_Bactéri liquide_V1_Fr_valide.pdf
94	Annexe 8.6 - FDS UE_Optinit_V1.0_Fr.pdf
95	Annexe 9 - Données ARS France et complément BE.xlsx
96	Annexe 10 - Données piscine chlorée Montreuil.xlsx
97	Réponse éléments complémentaires.docx
Pièces complémentaires transmises par la société Aquatic Science à l'Anses par mail le 18 décembre 2023 :	
98	Annexe 11.1 - Degradation of p nitrophenol and bacteria.pdf
99	Annexe 11.2 - Thèse Ulg ZnO photocatalysis.pdf
100	Annexe 11.3 - TFE ULg Charles Reyserhoven désinfection TiO ₂ .pdf
101	Annexe 11.4a - UVozone Rapport de faisabilité Test A et B.pdf
102	Annexe 11.4b - Uvozone Rapport de faisabilité Test de prototype.pdf

103	Annexe 11.5 - Ziegler Electronic Devices GmbH UVCSensor D-SiC133-I.pdf
104	Annexe 11.6 - FT UV ozone 120.pdf
105	Annexe 11.7 - Présentation comité PME AOPTI.pdf
106	Annexe 11.8 - Mahy 2019 JEM.pdf
107	Annexe 11.9 - Analyses Senonches 110928.xlsx
108	Réponses – questions posées après l'audition du 16 novembre 2023.pdf

ANNEXE 4 : LIMITES DE QUALITE PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DE PISCINE CONFORMEMENT A L'ARRETE DU 26 MAI 2021 RELATIF AUX LIMITES ET REFERENCES DE QUALITE DES EAUX DE PISCINE PRIS EN APPLICATION DE L'ARTICLE D. 1332-2 DU CODE DE LA SANTE PUBLIQUE

Paramètres	Limites de qualité	Unités	NOTES
Acide isocyanurique	75	mg/L	
Brome total	≥ 1 et ≤ 2	mg/L	Concerne les bassins d'eau de mer ou d'eau fortement minéralisée (1)
Chlore combiné	0,6	mg/L	
Chlore disponible	≥ 2 et ≤ 5	mg/L	Concerne les bassins dont la concentration en acide isocyanurique est supérieure ou égale à 15 mg/L
Chlore libre actif	$\geq 0,4$ et $\leq 1,4$	mg/L	Concerne les bassins dont la concentration en acide isocyanurique est inférieure à 15 mg/L
Ozone	Absence		Concerne les bassins traités à l'ozone
pH	$\geq 6,9$ et $\leq 7,7$		Concerne les bassins d'eau douce traités au chlore
	$\geq 7,5$ et $\leq 8,2$		Concerne les bassins d'eau de mer ou d'eau fortement minéralisée traités au chlore (1)
Température	36	°C	Concerne les bains à remous
Transparence	La transparence doit être telle qu'elle permet de voir parfaitement au fond de chaque bassin les lignes de nage ou un repère sombre		

	de 0,30 mètre de côté, placé au point le plus profond		
Trihalométhanes (somme de chloroforme, bromoforme, dibromochlorométhane et bromo-dichlorométhane)	100	µg/L	Applicable à compter du 1er janvier 2025 La valeur la plus faible possible inférieure à cette limite de qualité doit être visée sans pour autant compromettre la désinfection

ANNEXE 5 : CLASSES DE QUALITE DES EAUX DE BAINADE EN FONCTION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES MESURES SUR SITE (SELON AQUATIC SCIENCE, PIECE N°81)

Paramètre	Eau Excellente	Eau Très Bonne	Eau Bonne	Eau Mauvaise
pH	7-7.5	6.8-8	6.5-8,5	<6.5-8,5<
KH (°A)	8-12	6-18	6-21	<6-21<
GH (°A)	12-16	10-22	10-28	<10-28<
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0	<0.2	<2	>2
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0	<0.2	<0.5	>0.5
NO ₃ ⁻ (mg/l)	<20	<50	<100	>100
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	<0.030	<0.3	<1	>1

ANNEXE 6 : CLASSES DE QUALITE DES EAUX DE BAINADE EN FONCTION DES PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES MESURES SUR SITE (SELON AQUATIC SCIENCE, PIECE N°81)

Paramètre	Eau Excellente	Eau Très Bonne	Eau Bonne	Eau Mauvaise	Directive 2006/7/CE
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	<25	26-100	101-1000	>1000	>1000
Enterococcus (UFC/100ml)	<15	16-50	51-400	>400	>400
<i>P. aeruginosa</i> (UFC/100ml)	0	1<25	25<100	>100	
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/100ml)	0	0<20	20<50	>50	

ANNEXE 7 : MODALITÉS DE SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE LA ZONE DE BAINNADE DANS LE CADRE DE LA SURVEILLANCE MISE EN ŒUVRE PAR LA PERSONNE RESPONSABLE D'UNE BAINNADE ARTIFICIELLE CONFORMEMENT A L'ARRETE DU 15 AVRIL 2019 RELATIF AU PROGRAMME D'ANALYSES DE LA QUALITE DE L'EAU ET AUX LIMITES ET REFERENCES DE QUALITE DES BAINNADES ARTIFICIELLES

Paramètre	Méthode d'analyse
Température de l'eau	-
Biofilm	Surveillance visuelle
Macroalgues, microalgues et cyanobactéries	Surveillance visuelle
Transparence	Surveillance visuelle
pH	La méthode mise en œuvre permet l'obtention de résultats représentatifs de la zone fréquentée par les baigneurs.

ANNEXE 8 : PARAMETRES ET FREQUENCE DE SURVEILLANCE DES EAUX DE PISCINE REALISEE PAR LA PERSONNE RESPONSABLE DE LA PISCINE CONFORMEMENT A L'ARRETE DU 26 MAI 2021 RELATIF AU CONTROLE SANITAIRE ET A LA SURVEILLANCE DES EAUX DE PISCINE PRIS EN APPLICATION DES ARTICLES D. 1332-1 ET D. 1332-10 DU CODE DE LA SANTE PUBLIQUE

Paramètres	Fréquence par bassin selon le type de piscine				NOTES
	Type A	Type B	Type C	Type D	
Entérocoques intestinaux (2)	-	-	une fois par trimestre	une fois par an	
Escherichia coli (E. coli) (2)	-	-	-	-	Peut être recherché en tant que de besoin
Legionella pneumophila (2)	-	-	une fois par an, par circuit hydraulique	une fois par an, par circuit hydraulique	Paramètre mesuré uniquement pour les bains à remous
Nombre de microorganismes revivifiables à 36 °C (2)	-	-	une fois par trimestre	une fois par an	
Pseudomonas aeruginosa (2)	-	-	une fois par trimestre	une fois par an	
Spoires de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (2)	-	-	-	-	Peut être recherché en tant que de besoin
Staphylocoques pathogènes (2)	-	-	une fois par trimestre	une fois par an	
Acide isocyanurique	une fois par semaine	une fois par semaine	une fois par semaine	une fois par semaine	
Brome total	deux fois par jour	deux fois par jour	une fois par jour	une fois par jour	Paramètre mesuré uniquement pour les bassins

					d'eau de mer ou d'eau fortement minéralisée
Carbone organique total (COT) (2)	-	-	une fois par trimestre	une fois par an	
Chlore total (1)	deux fois par jour	deux fois par jour	une fois par jour	une fois par jour	
Chlore combiné (1)	deux fois par jour	deux fois par jour	une fois par jour	une fois par jour	
Chlore libre (1)	deux fois par jour	deux fois par jour	une fois par jour	une fois par jour	Paramètre mesuré uniquement pour les bassins dont la concentration en acide isocyanurique est inférieure à 15 mg/L
Chlore disponible (1)	deux fois par jour	deux fois par jour	une fois par jour	une fois par jour	Paramètre mesuré uniquement pour les bassins dont la concentration en acide isocyanurique est supérieure ou égale à 15 mg/L
Chlore libre actif (1)	deux fois par jour	deux fois par jour	une fois par jour	une fois par jour	Paramètre mesuré uniquement pour les bassins dont la concentration en acide isocyanurique est inférieure à 15 mg/L
Chlorures (2)	-	-	une fois par an	une fois par an	
Ozone (1)	deux fois par jour	deux fois par jour	une fois par jour	une fois par jour	Paramètre mesuré uniquement pour

					les bassins traités à l'ozone
pH (1)	deux fois par jour	deux fois par jour	une fois par jour	une fois par jour	
Température (1)	deux fois par jour	deux fois par jour	une fois par jour	une fois par jour	
Teneur en chlore des pédiluves	une fois par jour	une fois par jour	une fois par jour	une fois par jour	
Transparence (1)	deux fois par jour	deux fois par jour	une fois par jour	une fois par jour	
Trihalométhanes (somme de chloroforme, bromoforme, dibromochlorométhane et bromodichlorométhane (2)	-	-	une fois par an, par circuit hydraulique**	-	Paramètre mesuré uniquement pour les bassins couverts
Turbidité en sortie de filtre (2)	-	-	-	-	Peut être recherché en tant que de besoin

(1) La fréquence de surveillance peut être réduite d'un facteur 2 au maximum sans être inférieure à une fois par jour, pour les piscines de type A et B, conformément au III de l'article 2 du présent arrêté.

(2) Le prélèvement et l'analyse doivent être réalisés par un laboratoire accrédité par le Comité français d'accréditation (COFRAC) ou par tout autre organisme d'accréditation équivalent européen signataire de l'accord multilatéral pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation, pendant la période d'ouverture au public de la piscine.

** Le contrôle n'est pas réalisé lorsque la piscine est ouverte moins de six mois dans l'année.