

PROFIL DE VULNERABILITE DES BAIGNADES DU PLAN D'EAU DE CHAMPS-SUR-MARNE REACTUALISATION

Version n°2 du 20/07/2023



I.D. EAUX

La Filature - 46170 CASTELNAU MONTRATIER

Tél : 05 65 21 85 01

E-mail : quercyaqua@aol.com

Site internet : www.id-eaux.com

SOMMAIRE

1.	CONTEXTE.....	6
2.	ZONE D'ETUDE, ETAT DES LIEUX ET CARACTERISTIQUES DES ZONES DE BAINADE	7
2.1.	DETERMINATION DE LA ZONE D'ETUDE	7
2.2.	STATIONS DE SUIVI	8
2.3.	ETAT DES LIEUX : CARACTERISTIQUES DU PLAN D'EAU ET DES ZONES DE BAINADE	10
2.3.1.	<i>Contexte météorologique, géologique et hydrologique</i>	10
2.3.2.	<i>Caractéristiques des zones de baignade</i>	11
3.	RAPPEL ET SYNTHESE DES DONNEES ANTERIEURES	17
3.1.	GRANDE BAINADE	17
3.2.	PETITE BAINADE	18
3.3.	CENTRE DU LAC	19
4.	MISE A JOUR DES DONNEES ANALYTIQUES SUR LA QUALITE DE L'EAU : RESULTATS ACQUIS ENTRE 2017 ET 2022	22
4.1.	PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES.....	22
4.1.1.	<i>Grande baignade</i>	23
4.1.2.	<i>Petite baignade</i>	24
4.1.3.	<i>Centre</i>	26
4.2.	PHYTOPLANCTON – BIOMASSE ALGALE.....	28
4.2.1.	<i>Grande baignade</i>	28
4.2.2.	<i>Petite baignade</i>	30
4.2.3.	<i>Centre</i>	32
4.3.	CYANOBACTERIES.....	34
4.3.1.	<i>Grande baignade</i>	34
4.3.2.	<i>Petite baignade</i>	40
4.3.3.	<i>Centre du lac</i>	44
4.4.	BACTERIOLOGIE	48
4.4.1.	<i>Grande baignade</i>	51
4.4.2.	<i>Petite baignade</i>	54
4.4.3.	<i>Centre</i>	60
5.	ACTUALISATION DES SOURCES D'IMPACT, DES RISQUES, ET DU DIAGNOSTIC	63
5.1.	ACTIVITES DE BAINADE ET IMPACTS ASSOCIES	63
5.2.	ACTIVITES AGRICOLES.....	64
5.3.	EAUX PLUVIALES	64
5.4.	EAUX USEES	69
5.5.	AVIFAUNE.....	71
5.6.	RONGEURS.....	73
5.7.	ANIMAUX DE COMPAGNIE	73
5.8.	RISQUE LIE AUX CYANOBACTERIES	73
5.9.	RISQUE D'EUTROPHISATION	74
5.10.	SYNTHESE DES SOURCES DE POLLUTION ET DU DIAGNOSTIC	78
6.	ACTUALISATION DES MESURES DE GESTION	79
6.1.	GESTION DU RISQUE BACTERIOLOGIQUE LIE AUX GERMES INDICATEURS DE CONTAMINATION FECALE	80
6.1.1.	<i>Suivi de la qualité bactériologique</i>	80
6.1.2.	<i>Fréquentation des sites de baignade</i>	82

6.1.3.	<i>Animaux de compagnie</i>	82
6.1.4.	<i>Avifaune</i>	83
6.1.5.	<i>Rongeurs</i>	84
6.1.6.	<i>Les eaux usées</i>	84
6.2.	GESTION DU RISQUE LIE A LA TURBIDITE	84
6.2.1.	<i>Autosurveillance</i>	84
6.2.2.	<i>Diagnostic</i>	85
6.3.	GESTION DU RISQUE SANITAIRE LIE A LA PRESENCE DE CYANOBACTERIES	85
6.3.1.	<i>Suivi des cyanobactéries</i>	85
6.3.2.	<i>Mise en place d'un barrage flottant</i>	88
6.4.	SUIVI COMPLEMENTAIRE SUR LE FONCTIONNEMENT ET L'ÉVOLUTION TROPHIQUE DU PLAN D'EAU ET DES BAIGNADES	89
6.5.	GESTION DU RISQUE LIE A L'EUTROPHISATION DU PLAN D'EAU.....	89
7.	PROCEDURES « ACTEURS – ACTIONS – OUTILS ».....	90
7.1.	INDICE DE SECCHI INSUFFISANT	90
7.2.	APPARITION D'UNE EFFLORESCENCE ET/OU PRESENCE DE CYANOBACTERIES	90
7.3.	PH EXCESSIF	91
7.4.	PROBLEME SUR LE RESEAU D'EAUX USEES	91
7.5.	PRESENCE DE RONGEURS	92
7.6.	APPARITION DE PROBLEMES PATHOLOGIQUES SUSPECTS OU ANORMAUX	92
7.7.	SYNTHESE ET ORGANISATION DES OPERATIONS DE SURVEILLANCE	93

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures

FIGURE 1 : PLAN D'EAU DE CHAMPS-SUR-MARNE ET SON ENVIRONNEMENT HYDROGRAPHIQUE	7
FIGURE 2 : LOCALISATION DES STATIONS DE MESURES ET PRELEVEMENTS	9
FIGURE 3 : PLAN SCHEMATIQUE DES ZONES DE Baignade	15
FIGURE 4 : VALEURS DE TRANSPARENCE, PH ET SATURATION EN OXYGENE EN GRANDE Baignade ENTRE 2017 ET 2022	23
FIGURE 5 : VALEURS DE TRANSPARENCE, PH ET SATURATION EN OXYGENE EN PETITE Baignade ENTRE 2017 ET 2022	25
FIGURE 6 : VALEURS DE TRANSPARENCE, PH ET SATURATION EN OXYGENE AU CENTRE DU LAC ENTRE 2017 ET 2022	27
FIGURE 7 : BIOMASSES ALGALES (CONCENTRATIONS EN CHLOROPHYLLE (A)) EN ZONE DE GRANDE Baignade POUR LES ANNEES 2017 A 2022	28
FIGURE 8 : ABONDANCES RELATIVES DES COMMUNAUTES PHYTOPLANCTONIQUES IDENTIFIEES SUR LES SAISONS ESTIVALE 2017 A 2022 ET EVOLUTION PLURIANNUELLE ENTRE 2017 ET 2022 EN GRANDE Baignade	29
FIGURE 9 : BIOMASSES ALGALES (CONCENTRATIONS EN CHLOROPHYLLE (A)) EN ZONE DE PETITE Baignade POUR LES ANNEES 2017 A 2022	30
FIGURE 10 : ABONDANCES RELATIVES DES COMMUNAUTES PHYTOPLANCTONIQUES IDENTIFIEES SUR LES SAISONS ESTIVALE 2017 A 2022 ET EVOLUTION PLURIANNUELLE ENTRE 2017 ET 2022 EN PETITE Baignade	31
FIGURE 11 : BIOMASSES ALGALES (CONCENTRATIONS EN CHLOROPHYLLE (A)) AU CENTRE DU LAC POUR LES ANNEES 2017 A 2022 .	32
FIGURE 12 : ABONDANCES RELATIVES DES COMMUNAUTES PHYTOPLANCTONIQUES IDENTIFIEES SUR LES SAISONS ESTIVALE 2017 A 2022 ET EVOLUTION PLURIANNUELLE ENTRE 2017 ET 2022 AU CENTRE DU LAC	33
FIGURE 13 : CONCENTRATIONS EN CYANOBACTERIES (CELLULES/ML) EN ZONE DE GRANDE Baignade ENTRE 2017 ET 2022	35
FIGURE 14 : INCIDENCE DES CYANOBACTERIES ENTRE 2017 ET 2022 SELON L'ANCIENNE REGLEMENTATION (CSHPF) EN GRANDE Baignade	35
FIGURE 15 : BIOVOLUMES CELLULAIRES MESURES EN ZONE DE GRANDE Baignade ENTRE 2020 ET 2022	36
FIGURE 16 : INCIDENCE DES CYANOBACTERIES ENTRE 2020 ET 2022 SELON LA NOUVELLE REGLEMENTATION (ANSES) EN GRANDE Baignade	37
FIGURE 17 : CONCENTRATIONS EN CYANOBACTERIES (CELLULES/ML) EN ZONE DE PETITE Baignade ENTRE 2017 ET 2022	41
FIGURE 18 : INCIDENCE DES CYANOBACTERIES ENTRE 2017 ET 2022 SELON L'ANCIENNE REGLEMENTATION (CSHPF) EN PETITE Baignade	41
FIGURE 19 : BIOVOLUMES CELLULAIRES MESURES EN ZONE DE PETITE Baignade ENTRE 2020 ET 2022	42
FIGURE 20 : INCIDENCE DES CYANOBACTERIES ENTRE 2020 ET 2022 SELON LA NOUVELLE REGLEMENTATION (ANSES) EN PETITE Baignade	43
FIGURE 21 : CONCENTRATIONS EN CYANOBACTERIES (CELLULES/ML) AU CENTRE DU LAC ENTRE 2017 ET 2022	45
FIGURE 22 : INCIDENCE DES CYANOBACTERIES ENTRE 2017 ET 2022 SELON L'ANCIENNE REGLEMENTATION (CSHPF) AU CENTRE DU LAC	45
FIGURE 23 : BIOVOLUMES CELLULAIRES MESURES AU CENTRE DU LAC ENTRE 2020 ET 2022	46
FIGURE 24 : INCIDENCE DES CYANOBACTERIES ENTRE 2020 ET 2022 SELON LA NOUVELLE REGLEMENTATION (ANSES) EN PETITE Baignade	47
FIGURE 25 : CONCENTRATIONS EN E.COLI ET ENTEROCOQUES INTESTINAUX SUR LES EAUX DE LA GRANDE Baignade ENTRE 2007 ET 2022	51
FIGURE 26 : PROPORTION DE RESULTATS BACTERIOLOGIQUES BONS, MOYENS ET MAUVAIS EN ZONE DE GRANDE Baignade ENTRE 2007 ET 2022	53
FIGURE 27 : CONCENTRATIONS EN E.COLI ET ENTEROCOQUES INTESTINAUX SUR LES EAUX DE LA PETITE Baignade ENTRE 2007 ET 2022	54
FIGURE 28 : CONCENTRATIONS EN PSEUDOMONAS AERUGINOSA ET STAPHYLOCOQUES DORES POUR LES EAUX DE LA PETITE Baignade ENTRE 2011 ET 2022	54
FIGURE 29 : PROPORTION DE RESULTATS BACTERIOLOGIQUES BONS, MOYENS ET MAUVAIS EN ZONE DE PETITE Baignade ENTRE 2007 ET 2022	56

FIGURE 30 : CONCENTRATIONS EN E.COLI ET ENTEROCOQUES INTESTINAUX SUR L'EAU PROVENANT DU FORAGE ENTRE 2017 ET 2021	57
FIGURE 31 : CONCENTRATIONS EN PSEUDOMONAS AERUGINOSA ET STAPHYLOCOQUES DORES SUR L'EAU PROVENANT DU FORAGE ENTRE 2017 ET 2021	57
FIGURE 32 : CONCENTRATIONS EN E.COLI ET ENTEROCOQUES INTESTINAUX SUR LES EAUX DU CENTRE DU LAC ENTRE 2012 ET 2021	60
FIGURE 33 : PROPORTION DE RESULTATS BACTERIOLOGIQUES BONS, MOYENS ET MAUVAIS AU CENTRE DU LAC ENTRE 2012 ET 2021	61
FIGURE 34 : ZONE D'ECOULEMENT SURFACIQUE DIRECT AU PLAN D'EAU (EN ORANGE) ; EN ROUGE : LIMITE DE LA BASE DE LOISIRS... ..	65
FIGURE 35 : RESEAUX DE COLLECTE DES EAUX USEES ET DES EAUX PLUVIALES	68
FIGURE 36 : RESEAU D'EVACUATION DES EAUX USEES DE LA BASE DE LOISIRS DE CHAMPS-SUR-MARNE	69
FIGURE 37 : PLAN DE MASSE DES RESEAUX DE LA BASE DE LOISIRS DE CHAMPS-SUR-MARNE	70
FIGURE 38 : PLAN DE PREVENTION DES RISQUES DANS LE CADRE DU SUIVI BACTERIOLOGIQUE (E.COLI ET ENTEROCOQUES)	81
FIGURE 39 : PLAN DE PREVENTION DU RISQUE LIE AUX CYANOBACTERIES, SUIVI REGLEMENTAIRE ET ARBRE DECISIONNEL	87

Tableaux

TABEAU 1 : CONTEXTE METEOROLOGIQUE, HYDROLOGIQUE ET GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	11
TABEAU 2 : CARACTERISTIQUES, MATERIELS ET SECURITE DES ZONES DE Baignade	14
TABEAU 3 : RESULTATS DES ANALYSES REALISEES SUR LES CYANOTOXINES EN GRANDE Baignade ENTRE 2017 ET 2022	39
TABEAU 4 : RESULTATS DES ANALYSES REALISEES SUR LES CYANOTOXINES EN PETITE Baignade ENTRE 2017 ET 2022	43
TABEAU 5 : RESULTATS DES ANALYSES REALISEES SUR LES CYANOTOXINES AU CENTRE DU LAC ENTRE 2017 ET 2022	47
TABEAU 6 : SEUILS DE QUALITE POUR LES Baignades ARTIFICIELLES	50
TABEAU 7 : CONCENTRATIONS MOYENNES EN GERMES PATHOGENES ET POURCENTAGE DE DEPASSEMENT DES SEUILS GUIDE ET DE QUALITE, EN GRANDE Baignade, ENTRE 2007 ET 2022	52
TABEAU 8 : CLASSEMENT DE LA QUALITE DES EAUX DE Baignade DE LA GRANDE Baignade DE CHAMPS-SUR-MARNE SUIVANT LES NORMES EN VIGUEUR	53
TABEAU 9 : CONCENTRATIONS MOYENNES EN GERMES PATHOGENES ET POURCENTAGE DE DEPASSEMENT DES SEUILS DE QUALITE EN PETITE Baignade ENTRE 2007 ET 2022	55
TABEAU 10 : CONCENTRATION EN PHOSPHORE TOTAL DE L'EAU PROVENANT DU FORAGE ENTRE 2017 ET 2021	58
TABEAU 11 : CLASSEMENT DE LA QUALITE DES EAUX DE Baignade DE LA PETITE Baignade DE CHAMPS-SUR-MARNE SUIVANT LES NORMES EN VIGUEUR	59
TABEAU 12 : CONCENTRATIONS MOYENNES EN GERMES PATHOGENES ET POURCENTAGE DE DEPASSEMENT DES SEUILS GUIDE ET DE QUALITE AU CENTRE DU LAC ENTRE 2012 ET 2021	60
TABEAU 13 : CLASSEMENT DE LA QUALITE DES EAUX DU CENTRE DU LAC DE CHAMPS-SUR-MARNE SUIVANT LES NORMES EN VIGUEUR	62
TABEAU 14 : SYNTHESE DES SOURCES DE POLLUTION ET NIVEAU DE RISQUE ASSOCIE SUR LA ZONE D'ETUDE DU LAC DE CHAMPS-SUR-MARNE	78
TABEAU 15 : SYNTHESE DES MESURES DE GESTION	79
TABEAU 16 : SYNTHESE ET ORGANISATION DES OPERATIONS DE SURVEILLANCE SUR LE LAC DE CHAMPS-SUR-MARNE	93

Photos

PHOTO 1 : PANNEAU D'INTERDICTION D'ACCES AU SITE	11
PHOTO 2 : (A) GRANDE Baignade, (B) Plage de la Grande Baignade, (C) Tableau d'affichage Grande Baignade, (D) Petite Baignade, (E) Plage de la Petite Baignade, (F) Tableau d'affichage Petite Baignade, (G) Accueil et poste de secours, (H) Douches, (I) Sanitaires, (J) Parking et chemin d'accès des secours, (K) Poubelles, (L) Blocs poubelles de tri	16

PHOTO 3 : (A) GRILLE D'EVACUATION INCONNUE, (B) RUISSELLEMENT DIRECT CHEMIN AU NORD, DIRECTEMENT DANS LE LAC, (C) RUISSELLEMENT DIRECT ROUTE A L'EXTREMITÉ NORD-OUEST, DANS LE LAC, (D) RUISSELLEMENT DIRECT BERGE EST, DIRECTEMENT DANS LE LAC	66
PHOTO 4 : (A), (B) ET (C) LIMITE ZONE D'ÉCOULEMENT DIRECT ET EAU CANALISÉE AU NORD DU PLAN D'EAU, (D) FOSSE TYPIQUE RETROUVE SUR LE SITE, (E) RECUPERATION DES EAUX PLUVIALES.....	67
PHOTO 5 : AVIFAUNE ABONDANTE SUR LE SITE D'ÉTUDE	71
PHOTO 5 : AVIFAUNE SUR LE PLAN D'EAU ET FIENTES SUR LE PONTON.....	72
PHOTO 7 : BARRIÈRE FIXE EN ZONE DE Baignade ET PANNEAU INFORMATIF SUR L'AVIFAUNE	83
PHOTO 8 : BARRAGE FLOTTANT EN ZONE DE GRANDE Baignade	88

1. Contexte

La **DCE 2006/7** du Parlement Européen impose aux gestionnaires de baignades de réaliser un « Profil de baignade », document de synthèse destiné à dresser un état des lieux de ces sites récréatifs, en identifiant notamment les impacts, avérés ou potentiels, auxquels ceux-ci sont soumis. Il est ensuite primordial de proposer des mesures visant à prévenir tout problème sanitaire, lequel pourrait en particulier être lié à la présence de bactéries pathogènes ou de cyanobactéries potentiellement toxiques. Le document initial a été rédigé en 2012.

La qualité de l'eau de baignade du lac de Champs-sur-Marne a été suivie par trois entités distinctes :

- Le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHM), entre 2005 et 2019 ;
- Le laboratoire Limnologie, depuis 2020 ;
- Le bureau d'études I.D.Eaux, depuis 2006.

Ces investigations ont permis de mieux comprendre le fonctionnement trophique du lac, et d'étudier plus spécifiquement le risque lié au développement des cyanobactéries. En parallèle, l'ARS 77 surveille depuis 2000 la qualité bactériologique du plan d'eau en période balnéaire afin d'assurer la sécurité sanitaire des baigneurs.

Comme défini par l'article D.1332-21 du code de la Santé publique, afin de faire évoluer le plan de gestion et pour vérifier l'efficacité des mesures mises en œuvre, il est par la suite demandé de réactualiser le profil de baignade initial. Plusieurs réactualisations ont ainsi déjà été réalisées entre 2012 et 2016.

Dans cette même optique, le présent document reprend les grandes lignes du profil de baignade établi en 2012, des documents de réactualisation, ainsi que les éléments collectés depuis 2017, en les interprétant et en les actualisant.

2. Zone d'étude, état des lieux et caractéristiques des zones de baignade

2.1. Détermination de la zone d'étude

Le lac de la base de loisirs de Champs-sur-Marne est une ancienne sablière située sur la commune du même nom, dans l'ouest du département de la Seine-et-Marne, en région Ile-de-France. Il est localisé sur la plaine alluviale de la Marne, à une centaine de mètres de sa rive gauche.

Cette ancienne sablière d'une superficie de 9,7 ha, a d'abord été utilisée pour l'exploitation des alluvions actuels et subactuels de la Marne. Comme de nombreuses autres sablières, elle est désormais inondée par les eaux de la nappe alluviale et a par la suite été aménagée en zone récréative, pour devenir la base de loisirs que l'on connaît aujourd'hui.

Le bassin versant théorique du lac est très étendu puisqu'il comprend une grande partie du bassin versant de la Marne du fait de son alimentation par les eaux de cette dernière. Il paraît donc illusoire de prétendre réaliser une étude exhaustive du bassin versant. Il est plus pertinent de s'attacher aux relations qui existent entre les diverses masses d'eau (nappe alluviale, ruisseaux périphériques) en lien avec leurs qualités respectives afin de mettre en évidence un éventuel impact sur le fonctionnement du milieu, les sources d'impact les plus probables étant situées à proximité immédiate du plan d'eau.

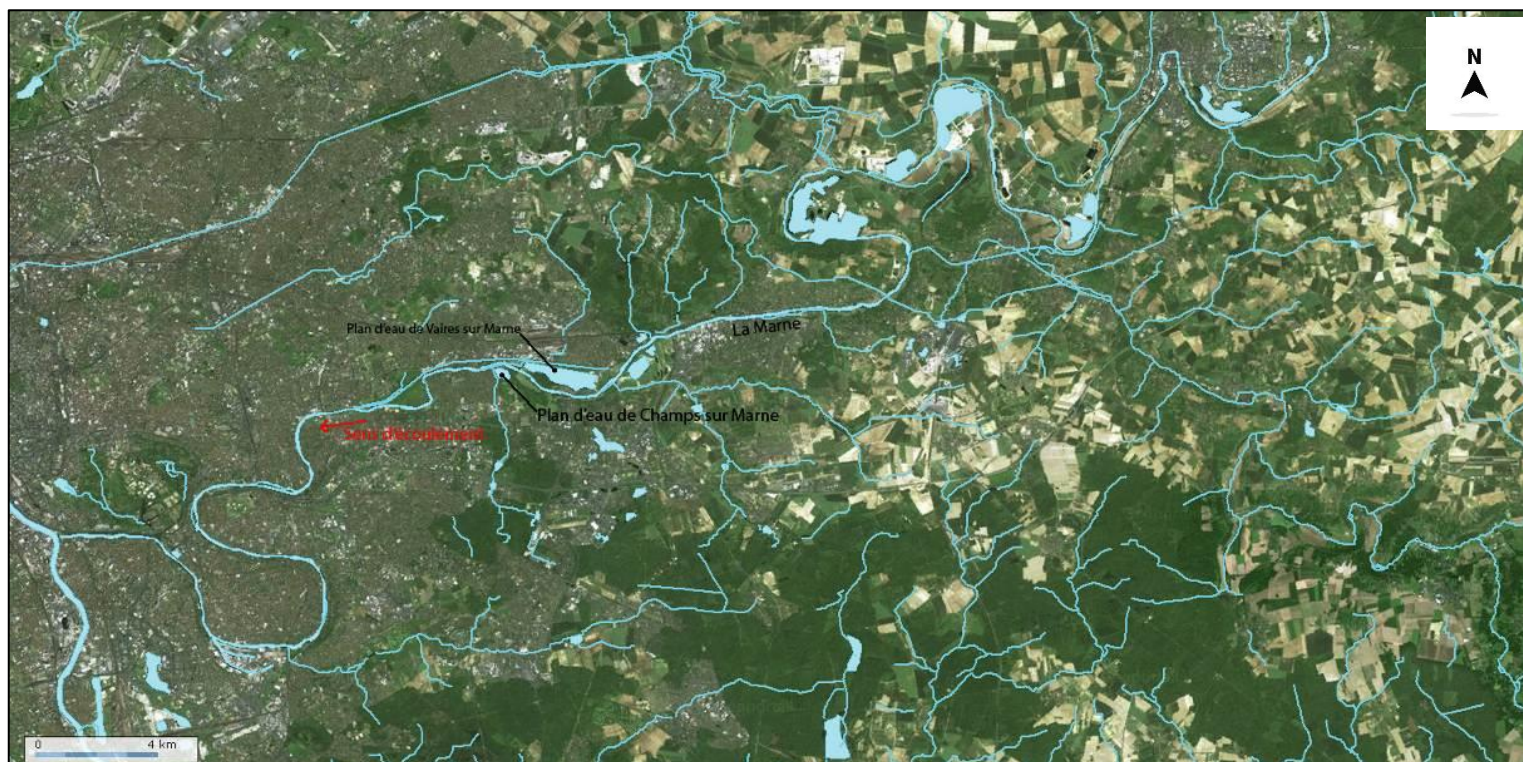


Figure 1 : Plan d'eau de Champs-sur-Marne et son environnement hydrographique

2.2. Stations de suivi

Etant donné la présence de deux baignades distinctes sur ce site récréatif, ainsi que l'utilisation de ce plan d'eau pour la pratique d'activités nautiques, un suivi spécifique a été mis en place pour chacune des zones concernées :

- Une première station est présente au niveau de la « Grande baignade ». Cette dernière est ouverte sur le lac et subit donc directement son influence. C'est également pour cette raison que celle-ci est considérée comme étant une « baignade naturelle ». Par conséquent, elle fait l'objet d'un suivi réglementaire par l'ARS, comportant des analyses bactériologiques (*E.coli* et entérocoques intestinaux) et des analyses portant sur le phytoplancton, réalisées bimensuellement. Etant donné la présence récurrente des cyanobactéries sur ce plan d'eau, un suivi biologique et physico-chimique supplémentaire (concentration en chlorophylle(a) et composition des peuplements phytoplanctoniques) a également été diligenté. Cette prestation a été réalisée entre 2005 et 2019 par le Museum d'Histoire Naturelle, depuis 2020 par le Laboratoire Limnologie, et depuis 2006 par le bureau d'études I.D.Eaux (en ce qui concerne la partie physico-chimie) ;
- La seconde station est localisée au niveau de la deuxième baignade du site, dite « Petite baignade ». Cette dernière, à la différence de la Grande baignade, est séparée du lac par un rideau de palplanches, limitant donc considérablement les échanges avec celui-ci. Son alimentation jusqu'en 2021 était assurée par l'eau du forage dans la nappe d'accompagnement de la Marne. Suite à l'arrêté du 09 juin 2021, les gestionnaires ont dû arrêter d'utiliser cette eau entre le 15 juin et le 30 septembre et ont donc rempli et renouvelé l'eau de la Petite baignade avec celle du lac. Etant donné ces caractéristiques, cette baignade est considérée comme étant une « baignade artificielle à système ouvert ». L'ARS effectue donc un suivi réglementaire plus poussé que sur la Grande baignade, avec en plus des indicateurs précédemment cités (*E.coli* et entérocoques intestinaux, et suivi des cyanobactéries), des analyses bactériologiques bimensuelles portant sur les *Staphylococcus aureus* et les *Pseudomonas aeruginosa*. Comme pour la Grande baignade, un suivi biologique et physico-chimique a été réalisé en plus lors de chaque saison, suivant les mêmes modalités et par les mêmes organismes ;
- Une troisième station située au « Centre du lac » a également été suivie. En effet, le plan d'eau est utilisé pour la pratique de nombreuses activités nautiques (voile, canoë, kayak et jusqu'en 2020 des entraînements en eau libre par le club de triathlon), étant susceptibles de mettre les usagers en contact avec l'eau. Cette station a donc été positionnée à l'endroit le plus représentatif du lac, au niveau du point le plus profond. Un suivi bimensuel physico-chimique (permettant notamment une meilleure connaissance du fonctionnement endogène du plan d'eau), biologique (avec un suivi quantitatif et qualitatif des communautés algales, dont les cyanobactéries) et bactériologique (concentration en *E.coli* et entérocoques intestinaux), est donc réalisé au niveau de cette station en saison estivale par le bureau d'études I.D.Eaux.

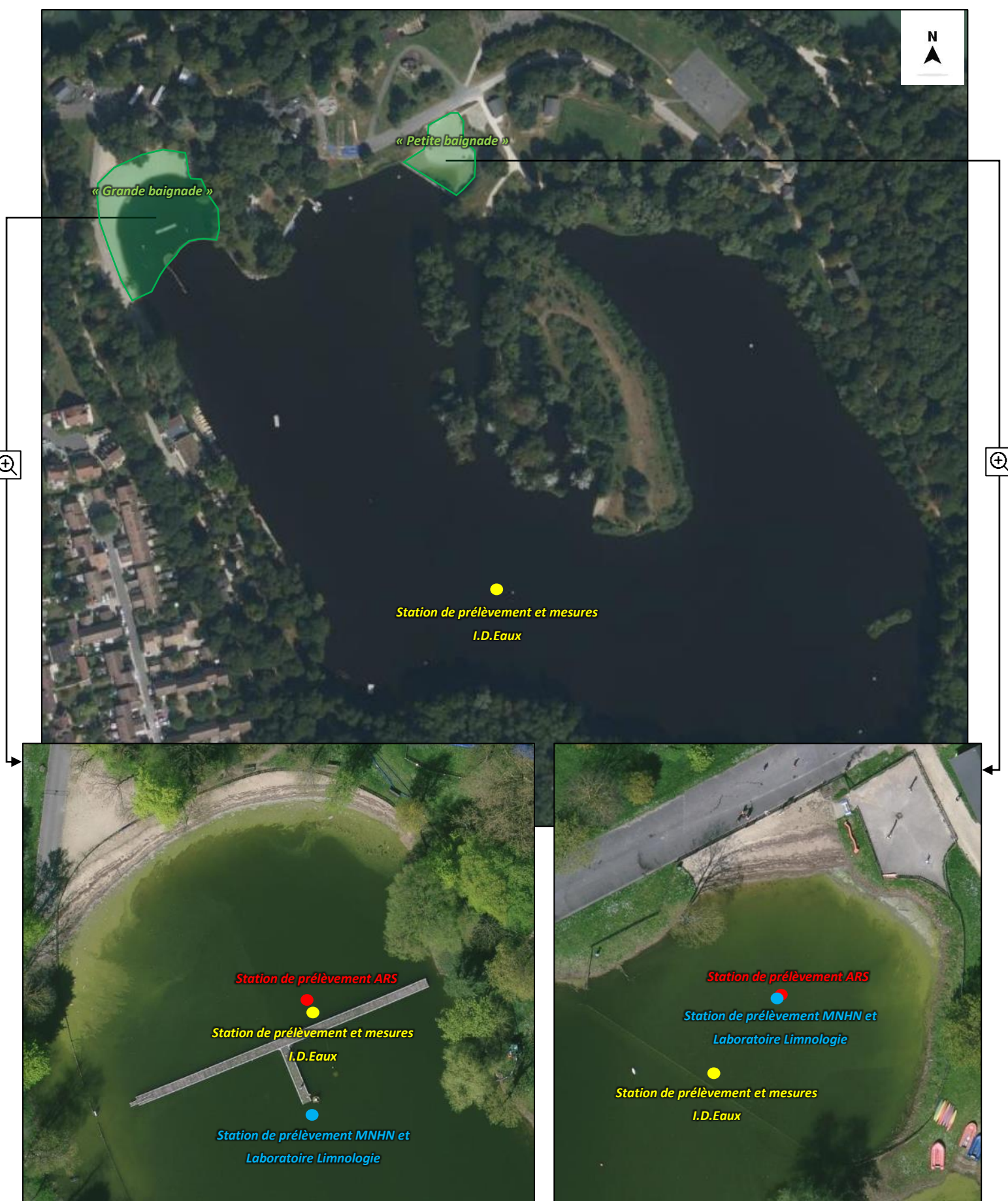
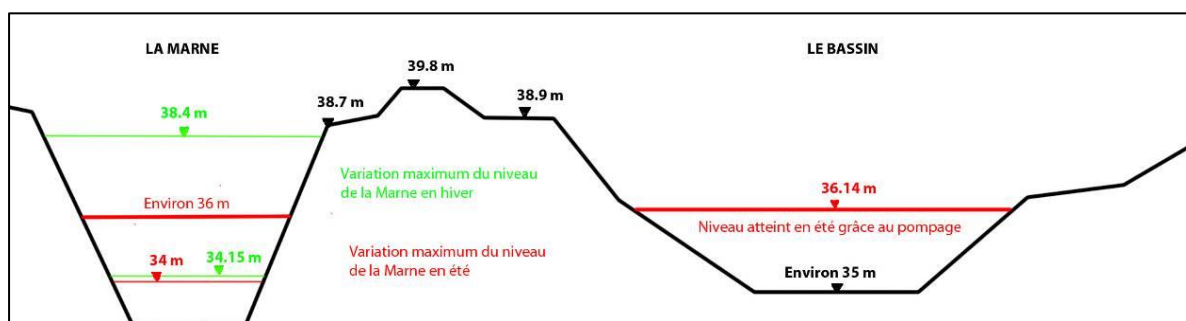


Figure 2 : Localisation des stations de mesures et prélèvements

2.3. Etat des lieux : caractéristiques du plan d'eau et des zones de baignade

2.3.1. Contexte météorologique, géologique et hydrologique

Paramètres	Caractéristiques
Contexte météorologique	- Climat tempéré océanique, sans saison sèche et à été tempéré ; - Précipitations annuelles moyennes modérées : pluviométrie moyenne des 30 dernières années = 618 mm ; - Hiver relativement doux (25 jours/an en moyenne, avec des températures < 5°C) et chaleurs plutôt modérées en été (8 jours avec des maximales quotidiennes > 30°C entre juin et septembre) ; - Vents dominants provenant principalement du sud-ouest, ponctuellement importants.
Contexte géologique	- Les alluvions dans lesquelles est creusé le plan d'eau = complexe d'éléments sableux et argileux, surmontant un lit de galets et graviers calcaires qui contient la nappe d'accompagnement de la Marne ; - Composition du sous-sol, de haut en bas : - Formation calcaire de l'éocène moyen et inférieur (calcaires de Saint-Ouen) renfermant une nappe elle-même en relation directe avec la nappe alluviale ; - Alternance de marnes, de sables, et de calcaire, renfermant par endroit des nappes individualisées et ailleurs en relation avec d'autres aquifères (nappes généralement en charge voire artésiennes dans certains cas). Schématisation de la structuration des diverses strates composant ce faciès :
Contexte hydrologique	Alimentation en eau - Impluvium direct et ruissellement ; - Nappe alluviale de La Marne, qui influence fortement le niveau du plan d'eau. La Marne est sujette à des crues hivernales, et son niveau contrôlé par de nombreux seuils. Les variations saisonnières affectent donc le niveau du lac et amplifient les effets du déséquilibre hydrique lié à l'évaporation (déséquilibre négatif).



- Pompage via un forage, permettant de maintenir un niveau d'eau satisfaisant (et donc compatible avec la pratique des activités nautiques) en été. Volumes pompés très variables : de 1 000 à 65 000 m³/an. Ce mode d'alimentation n'est plus utilisé depuis 2022 entre le 15 juin et le 30 septembre, selon l'arrêté du 09 juin 2021, fixant les prescriptions techniques générales applicables aux plans d'eau ;
- Ecoulements hypodermiques issus des coteaux du Val-Maubuée.

Caractéristiques du plan d'eau

- Profondeur moyenne : 2,47m
- Volume : 240 000m³
- Superficie : 9,7 ha

Tableau 1 : Contexte météorologique, hydrologique et géologique de la zone d'étude

2.3.2. Caractéristiques des zones de baignade

Le site n'est pas ouvert au grand public ; la base de loisirs accueille uniquement sur réservation les collectivités (écoles, associations, clubs sportifs, centres de loisirs, etc ...), entre mi-mars et mi-novembre (ouverture du site durant 8 mois). Son accès s'effectue exclusivement par un portail qui ne s'ouvre qu'au moyen d'un code, permettant donc de contrôler efficacement l'entrée du site.



Photo 1 : Panneau d'interdiction d'accès au site

Le site est utilisé à des fins récréatives et propose de très nombreuses activités terrestres comme aquatiques (par exemple : la pratique de la voile, du canoë, du kayak, mais aussi des activités d'escalade, VTT, football, etc ...), organisées et encadrées par les associations partenaires du département. En plus de ces diverses activités, deux zones de baignade distinctes sont implantées sur le lac et représentent un peu moins de 2% de la surface totale du plan d'eau.

Les caractéristiques des deux zones de baignade, les moyens techniques, les installations déjà présentes sur la base de loisirs, le matériel disponible, ainsi que les modalités de surveillance et les dispositifs de sécurité, sont résumés dans le tableau suivant :

Paramètres	Caractéristiques / matériel		Commentaires
Accès	Zones de stationnement		Parking à l'entrée de la base de loisirs (présence d'environ 10 places de bus)
	Chemin d'accès		Via chemin Promenade des Patis
	Autres		Le site est privé, fermé par un portail, et uniquement accessible sur réservation pour les collectivités
Plage de baignade	Nature	Grande baignade	Plage de baignade ensablée (sable fin) Hersage et nettoyage avant chaque saison
		Petite Baignade	
	Superficie	Grande baignade	1 000m ²
		Petite Baignade	Pour éviter le comblement de la zone de baignade, le sable est remonté annuellement sur la plage
	Clôture	Grande baignade	290m ²
		Petite Baignade	
	Inspection et nettoyage des plages de baignade	Grande baignade	OUI, entourant chacune des aires de baignade, afin de délimiter chaque zone
		Petite Baignade	
Zone baignée	Superficie	Grande baignade	1 260m ²
		Petite Baignade	700m ²
	Profondeur min.	Grande baignade	0m
		Petite Baignade	
	Profondeur max.	Grande baignade	1,20m
		Petite Baignade	0,70m
	Profondeur moyenne	Grande baignade	0,63m
		Petite Baignade	1,10m au remplissage maximum
	Volume de baignade	Grande baignade	800m ³
		Petite Baignade	390m ³
	Pente de baignade	Grande baignade	Pente moyenne = 3,2%
		Petite Baignade	Pente moyenne = 3,5%
	Fréquentation de la baignade (selon ANSES)	Grande baignade	Estimation d'environ 343 baigneurs par jour et jusqu'à 113 baigneurs en instantané Fréquentation maximale journalière : 267 baigneurs Fréquentation maximale instantanée (FMI) : 80 baigneurs

		Petite Baignade	Estimation d'environ 155 baigneurs par jour et jusqu'à 36 baigneurs en instantané Fréquentation maximale journalière : 130 baigneurs Fréquentation maximale instantanée (FMI) : 39 baigneurs
Sécurité du site	Présence de panneaux d'affichage en entrée des zones de baignade sur les plages		Réglementation en vigueur Résultats des analyses d'eau (qualité d'eau de baignade : résultats bactériologiques) Poster de baignade L'affichage des conditions météo du jour et de la température de l'eau est un plus
	Présence d'un barrage flottant au niveau de la Grande baignade		Le barrage délimite la zone de Grande baignade du reste du plan d'eau et permet de stopper les efflorescences
	Suppression du ponton flottant initialement présent au niveau de la Grande baignade (les deux extrémités retirées en 2019, et la partie centrale en 2022)		Meilleure circulation de l'eau
	Suppression en 2018, du filet existant entre la Grande baignade et l'embarquement kayaks		Meilleure circulation de l'eau
	Accès pompier et secours		Accès dégagé et réservé
	Mise à disposition d'une embarcation motorisée		OUI
	Poste de secours avec matériel de premiers soins		Situé à 60m de la Grande baignade et à 80m de la Petite baignade Matériel de premiers soins : pansements, bandages stériles, désinfectants, gants, crème anti-piqûres, antalgiques, bandes, ciseaux, défibrillateur, etc...
	Surveillance de chacune des baignades par 1 MNS disposant du brevet BNSSA au minimum		
	Présence d'un drapeau de baignade au niveau de chacune des aires baignées. Les drapeaux sont hissés tous les jours et le code couleur est défini suivant les paramètres météorologiques, l'affluence de la zone de baignade, la qualité de l'eau etc...		VERT = Baignade surveillée sans danger apparent ROUGE = Baignade interdite
	Surveillance journalière		Suivi quotidien de la température et de l'aspect de l'eau en période balnéaire : apparition de phénomènes anormaux (ex : efflorescences)
Sanitaires	Toilettes		11 WC dont 1 PMR Situés à 50m de la Grande baignade et à 100m de la Petite baignade 1 bloc WC comprenant 5 WC dont 2 PMR Situés à 170m de la Grande baignade et à 420m de la Petite baignade
	Douches		10 douches dont 2 à proximité immédiate de la zone de Petite baignade Situées à 50m de la Grande baignade
	Vestiaires		Oui
	Poubelles		Environ 12 + 1 ensemble de poubelles de tri pour chaque chalet Ramassage quotidien des déchets et des poubelles.

		Présence de poubelles à proximité des baignades et des infrastructures tous les 50m environ
<u>Périodes et horaires d'ouverture et de surveillance :</u> L'ouverture des baignades est assurée du 1^{er} juillet au 03 septembre. Les horaires de surveillance des zones de baignade sont les suivants : 10h00 – 11h45 / 13h00 – 14h45 / 15h00 – 16h45 Ces dates et horaires sont notifiés aux tableaux d'affichage présents au niveau des plages de baignade.		

Tableau 2 : Caractéristiques, matériels et sécurité des zones de baignade



Figure 3 : Plan schématique des zones de baignade



Photo 2 : (A) Grande baignade, (B) Plage de la Grande baignade, (C) Tableau d'affichage Grande baignade, (D) Petite baignade, (E) Plage de la Petite baignade, (F) Tableau d'affichage Petite baignade, (G) Accueil et poste de secours, (H) Douches, (I) Sanitaires, (J) Parking et chemin d'accès des secours, (K) Poubelles, (L) Blocs poubelles de tri

3. Rappel et synthèse des données antérieures

3.1. Grande baignade

Les résultats des **analyses bactériologiques** mettent en évidence des variations selon les années. Des dépassements de la norme guide sont parfois observés, et d'importants pics de concentration sont ponctuellement enregistrés. Cependant, de manière générale les concentrations en germes fécaux se positionnent dans des gammes plutôt basses. Les déclassements de la qualité bactériologique qui ont pu être observés interviennent généralement lors d'événements isolés. Les contaminations sont donc ponctuelles et non systématiques, même si un bruit de fond bactériologique reste perceptible. L'hypothèse la plus probable est celle d'une contamination par l'avifaune, très présente sur le site.

Concernant les **paramètres physico-chimiques**, les faits suivants sont à noter :

- L'évolution de la transparence de l'eau suit classiquement la dynamique algale. Il a d'ailleurs été mis en évidence, lors de chaque campagne de suivi, une corrélation entre biomasse algale et indices de Secchi. Quant à la fréquentation humaine, celle-ci ne semble pas avoir d'influence significative sur la transparence. De manière régulière, durant les mois de juillet et d'août, la turbidité du plan d'eau est soutenue. Les valeurs de transparence sont en effet régulièrement inférieures à la norme indicative de 1m ;
- Le pH est corrélé à l'intensité de la photosynthèse. Il évolue concomitamment avec la transparence de l'eau, lorsque le phytoplancton est abondant, plus spécifiquement en été, et avec la biomasse macrophytique, généralement au printemps ;
- Les concentrations en nitrates, nutriment directement assimilable par les producteurs primaires (macrophytes et phytoplancton), sont systématiquement inférieures à la limite de quantification de 1 mg/L. Dans le même temps, les concentrations en ammonium sont fluctuantes puisqu'elles subissent l'influence des cycles de recyclage de la nécromasse. La teneur en NTK se positionne logiquement dans une fourchette haute (5 à 10 mg/L) ;
- Le phosphore est présent en quantité suffisante pour dynamiser le développement des producteurs primaires (dont les cyanobactéries) ;
- Le milieu peut ainsi être déficitaire en azote mais jamais en phosphore : en résulte un déséquilibre du ratio N-min / P-min, qui est fréquemment inférieur à 4 (la valeur idéale se positionnant dans une fourchette de 4 à 10). Ce basculement favorise donc l'implantation de cyanobactéries captatrices d'azote atmosphérique (dont *Aphanizomenon* et *Dolichospermum*, fréquemment présentes sur ce lac).

Pour ce qui est du suivi des **peuplements phytoplanctoniques** :

- Entre 2006 et 2013, la biomasse algale excède régulièrement le seuil d'alerte OMS qui est fixé à 50µg/L de chlorophylle(a). Logiquement, ces dynamisations trophiques sont observées en période estivale (entre juillet et septembre). L'augmentation de la température de l'eau et de la photopériode stimulent en effet la prolifération algale et, plus spécifiquement ici, l'implantation des cyanobactéries ;



- La prolifération de cyanobactéries est un phénomène bien connu sur le plan d'eau de Champs-sur-Marne. Celles-ci sont présentes dans la grande majorité des prélèvements effectués sur la Grande baignade. En période hivernale et au début du printemps, les cyanobactéries ne sont encore que peu présentes, puis leur abondance augmente avec le passage à des conditions climatiques qui leur sont davantage favorables (saison estivale). La grande majorité des taxons cyanobactériens observés sont réputés potentiellement toxigènes. En début de saison, les genres captateurs d'azote atmosphérique sont les principaux représentants de cette famille, puis ils sont progressivement remplacés par des taxons dépourvus de cette faculté. On observe toutefois une forte variabilité interannuelle à ce niveau. On soulignera également la présence d'efflorescences au niveau de cette baignade, niveau de risque maximal qui impose l'arrêt immédiat de toutes activités ;
- Etant donné les concentrations cyanobactériennes très élevées enregistrées, des dosages de microcystines avaient été réalisés (seule toxine dosée dans le cadre réglementaire à cette époque). Dans la majorité des cas, les concentrations relevées sont $< 2\mu\text{g/L}$, pour un seuil critique de $13\mu\text{g/L}$. De rares pics de concentrations ont été enregistrés, impliquant de facto une fermeture de baignade. Quelques dosages d'anatoxines et de saxitoxines ont également été effectués, les valeurs mesurées étant à chaque fois faibles et non discriminantes.

La Grande baignade ne peut être vidangée, ce qui facilite l'implantation de **macrophytes**. L'assemblage suivant est classiquement observé : des phanérogames (*Potamogeton natans*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton pectinatus*), associées à des charophyceae (*Chara sp.*), et à des algues filamenteuses (*Spirogyra* et *Enteromorpha* dominantes, *Cladophora*, *Mougeotia* et *Zygnema* à l'arrière-plan). La présence de ces végétaux qui pourrait se révéler problématique, est d'abord contrôlée de façon mécanique (arrachage manuel), et subit également une forte pression de compétition interspécifique, tournant plutôt à l'avantage des algues microphytiques. Par conséquent, la régulation de ces macrophytes ne revêt pas de caractère problématique.

3.2. Petite baignade

L'étude des **résultats bactériologiques** révèle des dépassements réguliers des normes guides pour *E.coli* et les entérocoques intestinaux, phénomènes qui sont souvent concomitants. Il existe donc un impact bactériologique significatif sur la Petite baignade (encore plus marqué que ce qui a pu être observé sur la Grande baignade). De plus, des concentrations très excessives en *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*, ont pu être enregistrées. La contamination bactériologique de cette baignade trouve donc très probablement deux origines : la première animale, et plus spécifiquement les oiseaux aquatiques qui ont tendance à se cantonner dans ce secteur, et la seconde possiblement humaine, la présence des deux derniers germes évoqués pouvant traduire une sur fréquentation de la baignade.

En ce qui concerne les **mesures physico-chimiques**, l'artificialisation du système et donc du fonctionnement de la Petite baignade a permis de maintenir le pH dans une gamme de valeur optimale

(aux alentours de 7,40 en moyenne), ainsi qu'une transparence systématiquement supérieure à 1m. Aucun déséquilibre particulier n'est donc à souligner pour ces deux paramètres. Les analyses chimiques montrent que les nitrates présentent des concentrations systématiquement inférieures à 1,00 mg/L, et que le phosphore est limitant pour la production primaire. Parfois, une dynamisation trophique modérée a pu être observée, tout comme la présence en faibles concentrations cyanobactériennes. Ces phénomènes étaient probablement imputables au passage limité de l'eau du lac vers la Petite baignade, à la faveur de la baisse de niveau de cette dernière. Jusqu'en 2016, la problématique cyanobactérienne n'était donc pas d'actualité.

Compte tenu du fonctionnement artificialisé de cette baignade, avec un renouvellement fréquent de l'eau qui maintient des conditions défavorables à la croissance des microalgues (thermie contenue et fonctionnement hydrodynamique particulier), le **développement phytoplanctonique** est limité. L'eau d'alimentation étant également pauvre en nutriments (azote et phosphore), cette situation est peu favorable à la dynamisation trophique. Les concentrations en chlorophylle(a) sont ainsi quasi-systématiquement inférieures au seuil de vigilance OMS de 10 µg/L.

Les cyanobactéries sont présentes de manière récurrente dans le milieu, mais en abondance très faible (maximum de quelques centaines de cellules). On soulignera que, lorsque la Petite baignade était alimentée par l'eau du lac, des développements cyanobactériens significatifs avaient pu être observés. Etant donné les faibles densités cyanobactériennes en jeu, aucune toxine n'avait été dosée.

Le mode de gestion de la Petite baignade, qui intègre un assec prolongé, limite considérablement le **développement des macrophytes**. On observe cependant la présence ponctuelle d'algues filamenteuses, qui profitent de l'instabilité trophique générée par l'apport en eau de forage. Aucune gêne significative n'est associée à ces végétaux aquatiques peu abondants.

3.3. Centre du lac

Le **suivi bactériologique** permet de qualifier d'« excellente » l'eau du lac utilisée pour les usages récréatifs. La norme guide de 100 UFC/100 ml n'est dépassé qu'à de rares occasions et les normes impératives respectives pour les deux paramètres analysés dans le cadre réglementaire (*E.coli* et entérocoques intestinaux) n'ont jamais été atteintes. Le risque d'une contamination par des germes fécaux peut donc être considéré comme faible.

Concernant les **suivis physico-chimiques** :

- La transparence évolue entre 0,5m et 4,0m au niveau du **Centre** du lac. Comme pour la Grande baignade, les mois de juillet et d'août sont les plus critiques et l'altération de la transparence est à mettre en lien avec d'importantes biomasses algales, responsables principales de cette turbidité ;

- Les variations de pH en cours de saison confirment l'implication du phytoplancton dans l'altération de la transparence. La phase photosynthétique diurne s'accompagne de la consommation de dioxyde de carbone qui est un acide faible. En conséquence, le pH a tendance à augmenter ;
- Les remarques précédemment émises pour la Grande baignade concernant la chimie de l'eau sont également valables pour le Centre du lac. L'eau de la Grande baignade étant celle du lac, il est normal que les résultats soient identiques.

Le suivi du **peuplement phytoplanctonique** repose sur des critères quantitatifs et qualitatifs :

- En suivant l'évolution moyenne de la concentration en chlorophylle(a), la biomasse algale augmente de manière progressive entre mars et août, où l'on enregistre généralement les valeurs les plus élevées. Le seuil de vigilance est très régulièrement dépassé (50% des relevés mensuels) et le seuil d'alerte est lui aussi atteint à plusieurs reprises. On notera que de fortes oscillations sont observées d'une année sur l'autre ;
- Le développement phytoplanctonique du plan d'eau a tendance à suivre les grandes tendances suivantes :
 - Les diatomées, maintenues en suspension par le brassage de l'eau, dominent les eaux fraîches (hiver et début de printemps) ;
 - Les chlorophytes, ont tendance à se développer de manière maximale au printemps. Leur abondance relative est globalement modérée, voir faible certaines années (très forte compétition avec les cyanobactéries) ;
 - Les cyanobactéries sont retrouvées en forte proportion lorsque les eaux sont plus chaudes (entre mai et septembre) et dominent nettement les autres communautés ;
 - En arrière-plan, et en moindre abondance, des familles opportunistes (dinophytes, cryptophytes, euglénophytes et chrysophytes) sont également identifiées.

Une variabilité interannuelle de ces familles est à noter, notamment au sein des peuplements de cyanobactéries et de chlorophytes.

- Les cyanobactéries sont majoritairement responsables des blooms, et les efflorescences observées sur le plan d'eau sont très problématiques sur le plan sanitaire. Les densités cyanobactériennes enregistrées dépassent très régulièrement le premier seuil d'alerte S1, mais aussi le second seuil d'alerte S2, bien que de manière moins régulière. 12 genres cyanobactériens différents sont identifiés, avec 3 taxons majoritaires et potentiellement toxigènes : *Aphanizomenon* et *Dolichospermum*, qui sont captatrices d'azote atmosphérique, et *Microcystis*, qui a tendance à s'implanter lorsque la décomposition des premières remobilise des nutriments. Pour l'année 2016, les densités cyanobactériennes sont relativement importantes et dépassent le premier seuil d'alerte à 3 reprises et le second seuil d'alerte à une seule reprise. Des dosages de saxitoxines et microcystines ont donc été réalisés. Les résultats obtenus révèlent des valeurs inférieures aux seuils impératifs de chacune des cyanotoxines dosées, et ne présentent donc pas de danger sur la santé humaine, les activités nautiques pouvant être maintenues sur le plan d'eau. La problématique cyanobactérienne est à prendre très au sérieux et la présence de ces microalgues se révèle pénalisante.

Des **analyses sédimentaires** ont été réalisées entre 2007 et 2013. Les résultats mettent en évidence des concentrations élevées en phosphore et azote (concentrations supérieures aux seuils de richesse). Cette importante richesse en nutriments est liée au caractère dynamique du système et à

l'accumulation de matériel algal et macrophytique. Cette ressource peut par la suite être relarguée à la faveur de l'activité bactérienne, et explique notamment l'ampleur des blooms observés. Une forte relation semble donc exister entre phosphore sédimentaire et implantation des cyanobactéries. En effet, des relargages sédimentaires ont pu être observés, en lien avec une anoxie au niveau de la strate profonde, favorisant par la suite le développement de ces dernières. L'origine de ce phosphore semble en partie liée à la présence de l'avifaune.

4. Mise à jour des données analytiques sur la qualité de l'eau : résultats acquis entre 2017 et 2022

4.1. Paramètres physico-chimiques

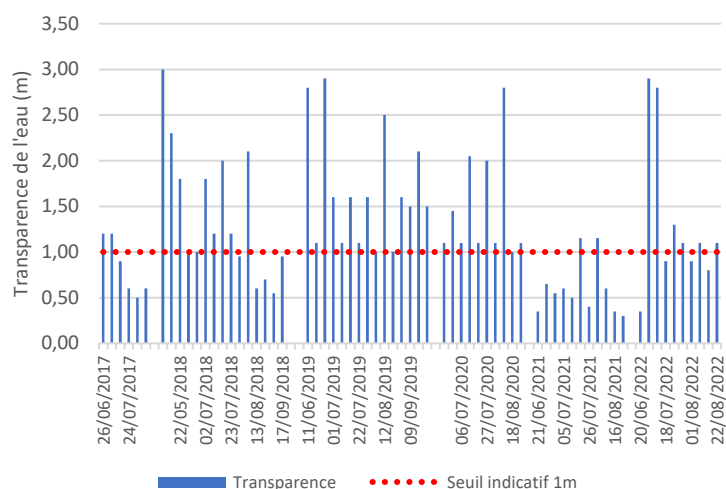
Comme déjà évoqué, l'état fonctionnel et trophique d'un milieu peut être apprécié par certains paramètres physico-chimiques tels que la transparence de l'eau ou le pH. Ces paramètres étaient auparavant déclassants pour la pratique de la baignade, si les valeurs enregistrées se situaient en dehors des gammes admises (<1m pour la transparence et entre 6 et 9 pour le pH), mais ce n'est désormais plus le cas. En revanche, il appartient au gestionnaire de mettre en œuvre toutes les mesures permettant d'assurer la sécurité des baigneurs, notamment en cas de transparence insuffisante. Concrètement, cela se traduit par des mesures de surveillance renforcées.

- Le pH représente un bon reflet de l'état trophique du milieu. La variation du pH en milieu lacustre a de multiples sources, dont au premier plan l'intensité de la photosynthèse. Des pH élevés (> 9) sont souvent associés à des proliférations (ou blooms) phytoplanctoniques ;
- La turbidité de l'eau ne présente pas en soi un risque sanitaire direct, mais elle peut compromettre la sécurité des baigneurs. Elle peut aussi être associée à une odeur désagréable et à une modification de la couleur de l'eau indiquent un développement algal important (dont potentiellement cyanobactéries) ;
- L'oxygénation de la masse d'eau est théoriquement indépendante de sa qualité. Cependant, son suivi en complément des autres paramètres physico-chimiques permet d'appréhender d'éventuels dysfonctionnements internes. Des valeurs supérieures à la normale signalent une activité intense des producteurs primaires. A l'inverse, une faible oxygénation de l'eau peut entraîner directement ou indirectement des déséquilibres physico-chimiques et biologiques (ex : altération de la minéralisation, relargages phosphoriques, secondairement phases de prolifération phytoplanctonique, mortalités piscicoles...)

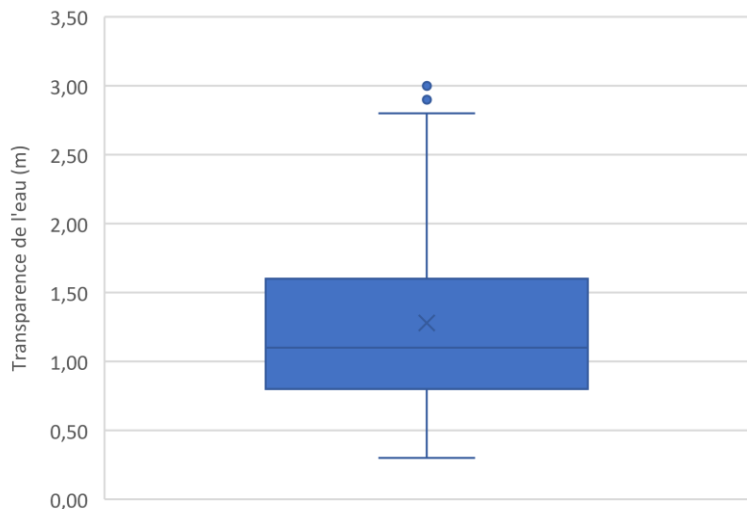
Les données collectées entre 2017 et 2022 concernant ces différents indicateurs pour les trois zones de suivi, sont synthétisées dans les graphiques présentés dans la suite de ce document.

4.1.1. Grande baignade

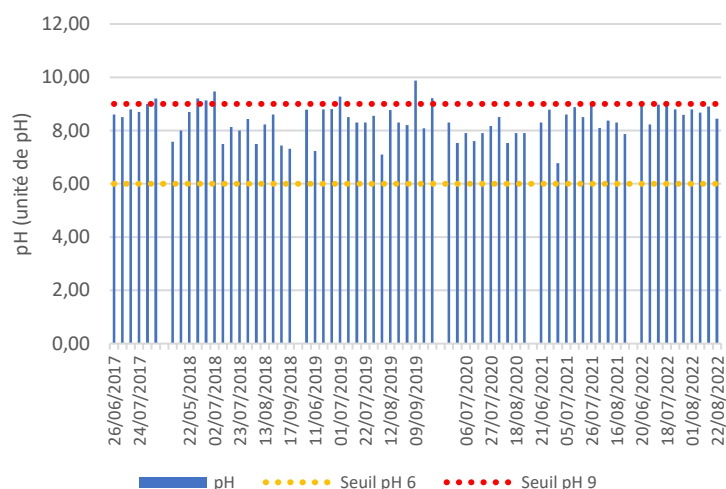
Transparence de l'eau (2017 - 2022) : Grande baignade



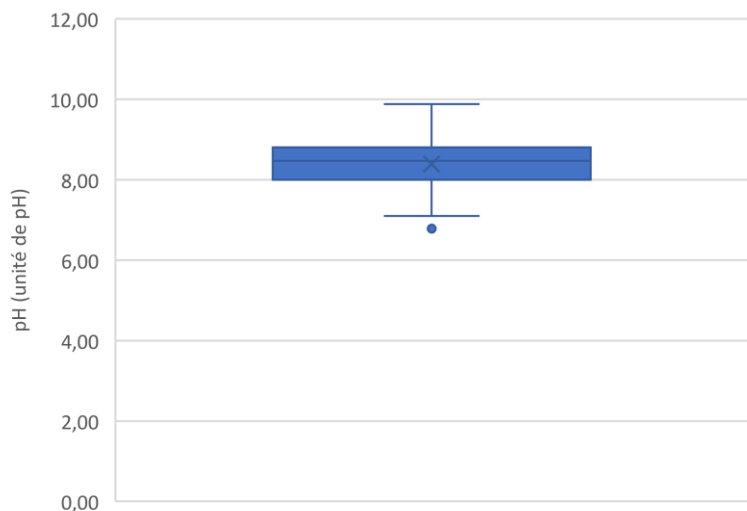
Transparence de l'eau (2017 - 2022) : Grande baignade



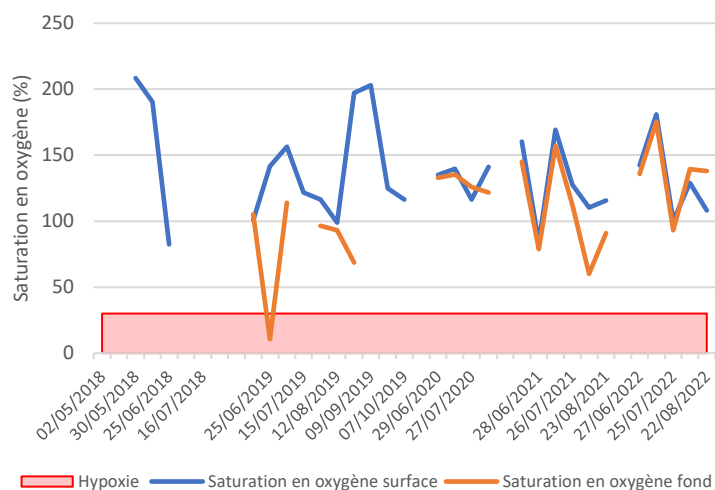
pH de l'eau (2017 - 2022) : Grande baignade



pH de l'eau (2017 - 2022) : Grande baignade



Saturation en oxygène surface et fond : Grande baignade



Saturation en oxygène surface et fond (2018 - 2022) : Grande baignade

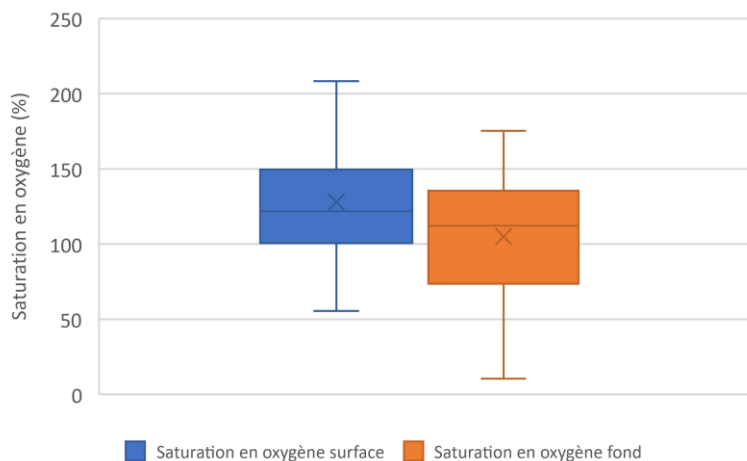
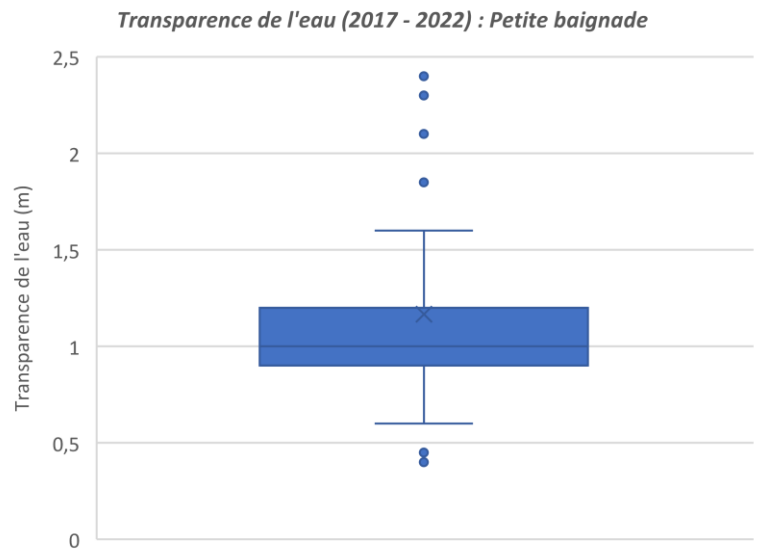
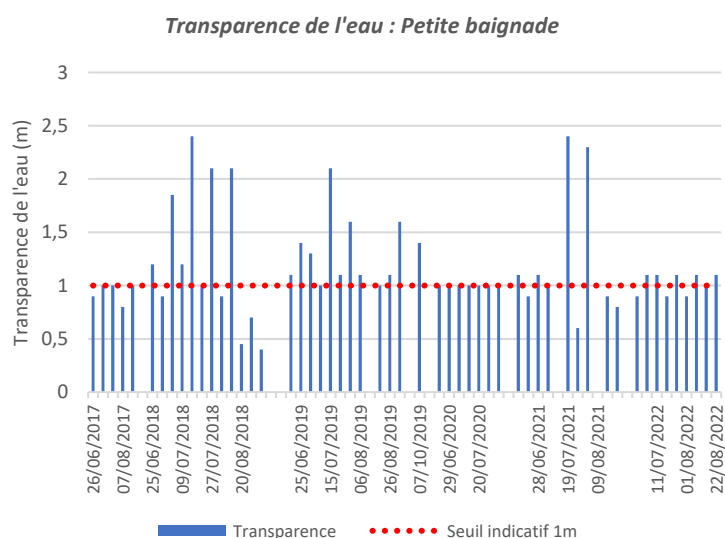


Figure 4 : Valeurs de transparence, pH et saturation en oxygène en Grande baignade entre 2017 et 2022

Ces paramètres, suivis par le bureau d'études I.D.Eaux et l'ARS de la Seine-et-Marne entre 2017 et 2022, et apportent les informations suivantes :

- Sur les six dernières années, la transparence de l'eau est régulièrement altérée, plus particulièrement en fin de saison estivale, lorsque la thermie de l'eau est élevée et le développement phytoplanctonique (et plus spécifiquement cyanobactérien), particulièrement important. Entre 2017 et 2022, près d'un tiers (32%) des mesures de transparence sont inférieures à la norme indicative de 1m. La valeur moyenne de la transparence sur ces six campagnes est de 1,28m. On notera que la turbidité de la Grande baignade est particulièrement soutenue pour les années 2017 et 2021, avec 76% des valeurs inférieures à 1m. Cette importante altération de la transparence est principalement à mettre en lien avec des biomasses algales excessives et d'importantes proliférations cyanobactériennes. Dans une moindre mesure, une origine abiotique peut également être en partie responsable de la turbidité (notamment lessivage du sable de la plage de baignade par les précipitations, recouvrant le substrat immergé), via la remise en suspension de matériaux fins ;
- Les pH sont variables selon les années mais aussi au cours d'une même saison. Sur l'ensemble des résultats obtenus entre 2017 et 2022, 87% des mesures de pH sont positionnées dans une fourchette idéale et en adéquation avec la pratique des activités récréatives proposées sur ce site. 9 dépassements du seuil maximum de 9 ont pu être enregistrés au cours des six dernières années, en lien avec un dynamisme intense des producteurs primaires. La moyenne du pH sur l'ensemble des années suivies est de 8,39. De manière générale, les valeurs sont alcalines et situées dans une gamme haute ;
- Les eaux de surface sont toujours bien oxygénées mais très régulièrement sursaturées, témoignant d'une intense production photosynthétique (macrophytes et phytoplancton). Ponctuellement, les eaux profondes sont sous-saturées en oxygène et même à la limite de l'anoxie le 25/06/2019. Pour autant, les valeurs enregistrées restent sans conséquences fonctionnelles significatives sur le milieu.

4.1.2. Petite baignade



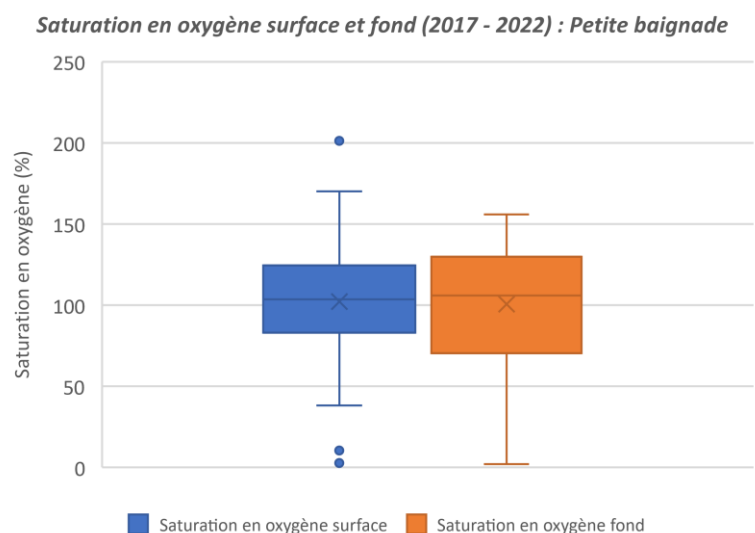
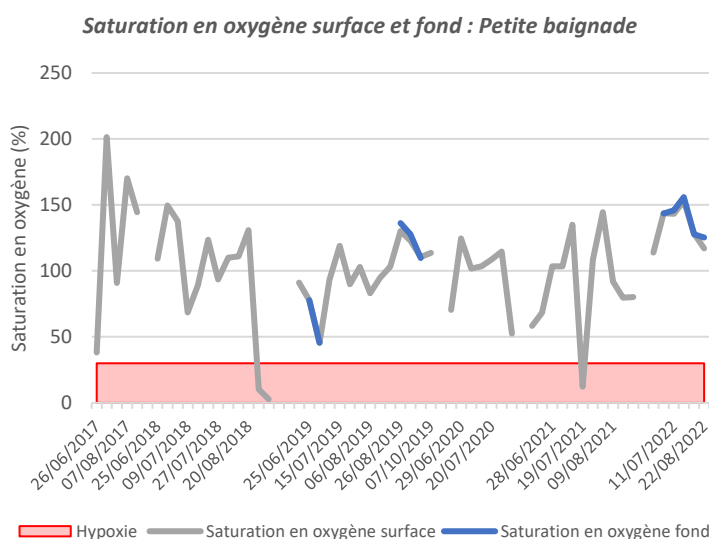
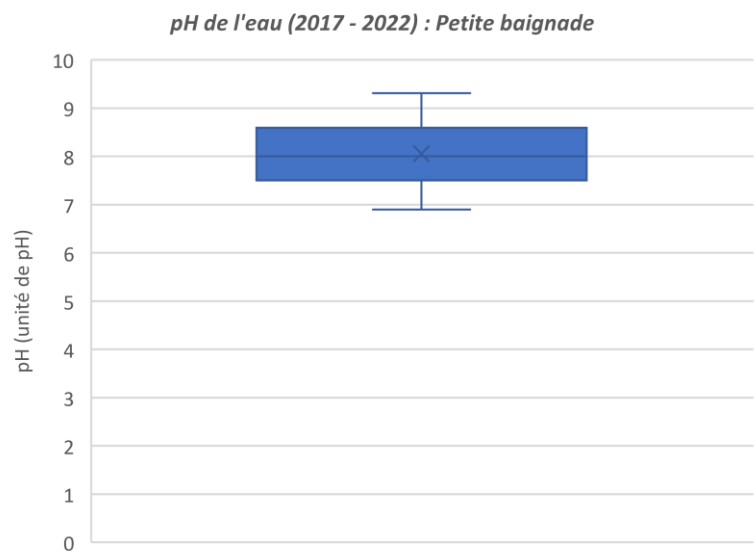
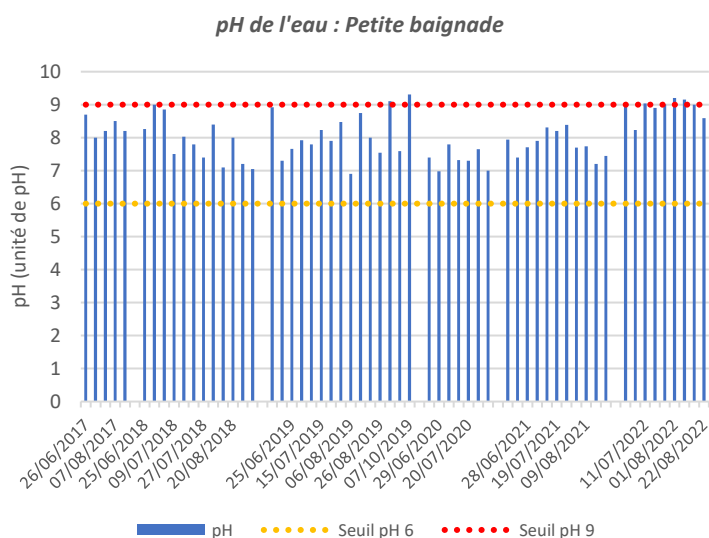


Figure 5 : Valeurs de transparence, pH et saturation en oxygène en Petite baignade entre 2017 et 2022

Les résultats collectés pour la Petite baignade entre 2017 et 2022 nous renseignent sur les faits suivants :

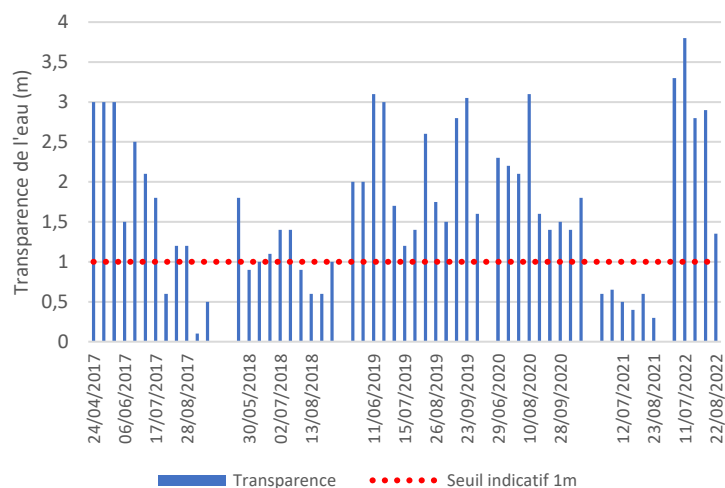
- Du fait de l'artificialisation du système et donc de son fonctionnement, de manière générale la transparence de l'eau de la Petite baignade est plutôt bonne. Sur les 6 années de suivi, 25% des mesures de transparence sont inférieures à la norme indicative de 1m. On notera par ailleurs qu'étant donné la faible profondeur du milieu, certaines des valeurs relevées par l'ARS correspondent à la profondeur maximale du bassin qui est inférieure à 1m, ou tout juste de 1m, bien que le disque de Secchi soit encore visible bien au-delà du fond. La valeur moyenne sur les 6 dernières années est de 1,17m ;
- A l'image de la Grande baignade, le pH est variable au cours d'une même saison, mais aussi en fonction des années. 90% des valeurs de pH sont comprises dans une gamme idéale pour la pratique de la baignade (entre 6 et 9). Les dépassements du seuil maximal de 9 ont été enregistrés uniquement pour les années 2019 et 2022. Ces pH excessifs peuvent être corrélés à la présence d'algues filamenteuses qui, ponctuellement, tapissent le fond de la Petite

baignade. Globalement, les pH mesurés sont plutôt alcalins avec une moyenne de 8,05 entre 2017 et 2022 ;

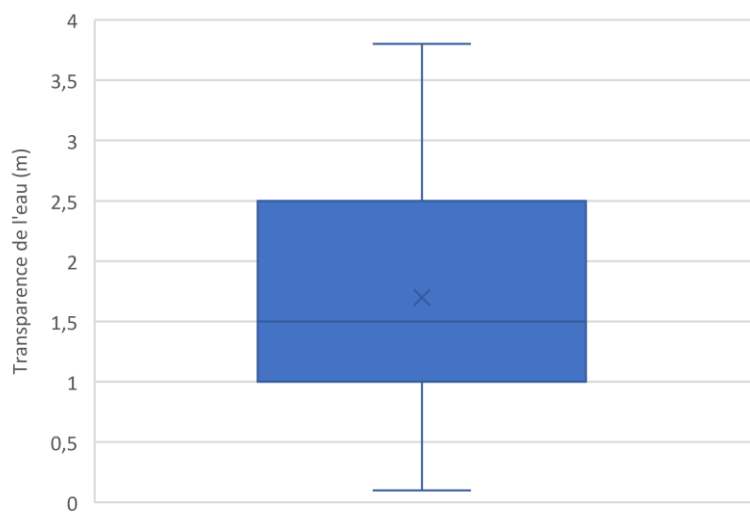
- L'oxygénation de la Petite baignade est très variable. Du fait de la faible profondeur du bassin, aucune stratification n'est enregistrée entre la surface et le fond. Le milieu est régulièrement sursaturé en oxygène, mettant en évidence une production photosynthétique intense à mettre à l'actif du phytoplancton mais aussi et surtout des macrophytes bien présentes. On enregistre également et régulièrement des sous-saturation en oxygène, pouvant s'expliquer par l'utilisation de l'eau du forage naturellement pauvre en oxygène.

4.1.3. Centre

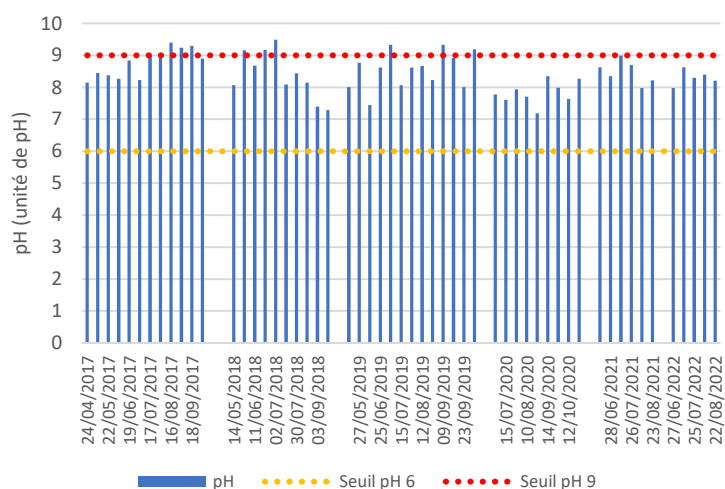
Transparence de l'eau : Centre du lac



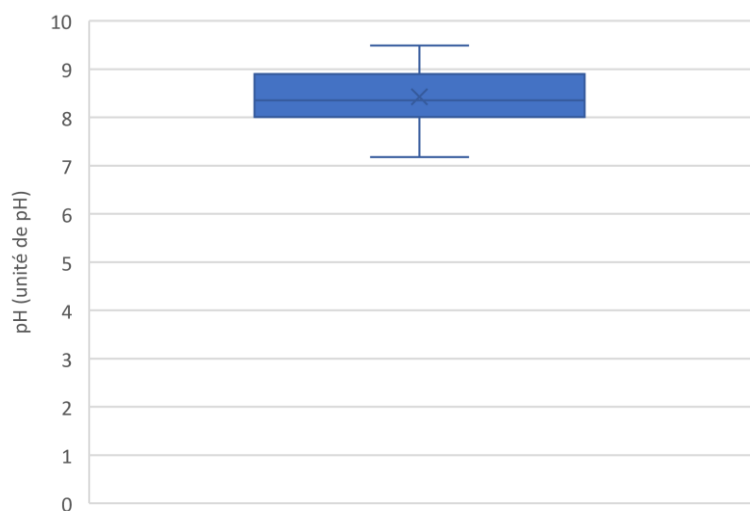
Transparence de l'eau (2017 - 2022) : Centre du lac



pH de l'eau : Centre du lac



pH de l'eau (2017 - 2022) : Centre du lac



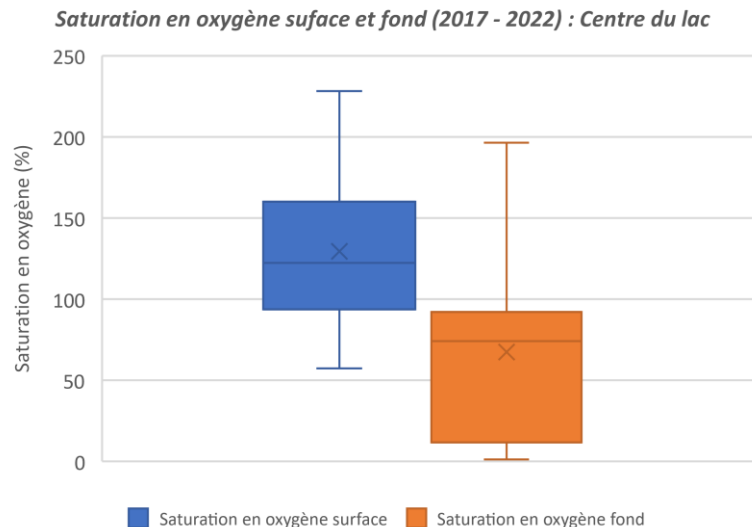
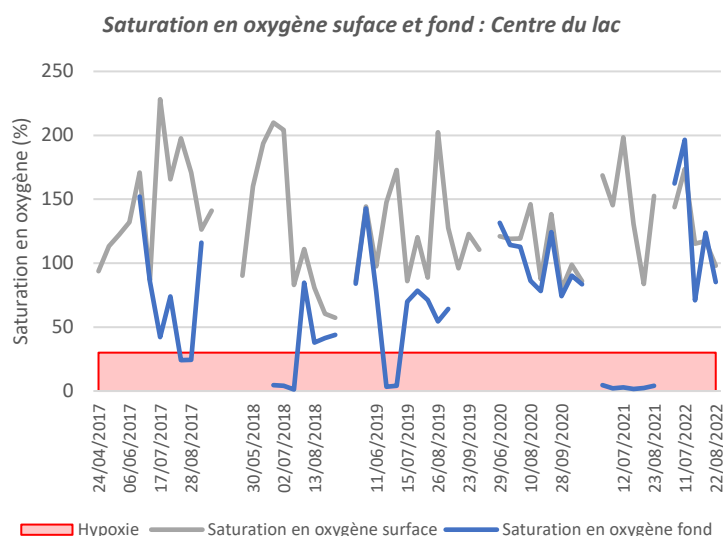


Figure 6 : Valeurs de transparence, pH et saturation en oxygène au Centre du lac entre 2017 et 2022

Les résultats du suivi physico-chimique au Centre du lac amènent les conclusions suivantes :

- Comme pour les deux autres stations de suivi, selon les années et au cours d'une même saison, l'oxygénation de la colonne d'eau est variable. Elle est étroitement liée à la spatialisation de la zone euphotique (transparence de l'eau). En effet, lorsque la turbidité du milieu est importante, les concentrations en oxygène ont tendance à s'infléchir rapidement, jusqu'à atteindre un niveau anoxique dans les zones les plus profondes. A l'inverse, une bonne transparence permet une oxygénation totale de la masse d'eau. Régulièrement, les concentrations en oxygène sont sursaturées dans la zone sub-surfacique. Elles témoignent du dynamisme des producteurs primaires (phytoplancton et macrophytes) et sont corrélées à de fortes biomasses algales et d'importantes concentrations cyanobactériennes ;
- On notera qu'en lien avec une anoxie du plan d'eau, deux épisodes de mortalité piscicole ont été enregistrés en 2021 sur le lac (environ 600 poissons morts, dont principalement des carpes) ;
- Le pH est également variable selon les années et les saisons. Globalement, il est positionné dans une gamme de valeur haute (moyenne sur les 6 ans de 8,42) et dépasse ponctuellement le seuil de 9 (20% des pH mesurés sont supérieurs à cette valeur). A l'image de la saturation en oxygène, il est corrélé à l'intensité de la production primaire ;
- Comme pour les autres indicateurs de terrain, la transparence est variable. Elle est régulièrement inférieure à la norme guide de 1m pour les années 2017 et 2018, et systématiquement positionnée en-dessous pour l'année 2021. A l'inverse, les transparences enregistrées en 2022 étaient particulièrement élevées et même quasi-systématiquement supérieure à 2m. L'altération de la transparence de l'eau est également liée à des biomasses algales élevées et à des proliférations cyanobactériennes importantes. La moyenne enregistrée entre 2017 et 2022 est de 1,70m.

4.2. Phytoplancton – biomasse algale

Le phytoplancton est l'un des maillons essentiels pour comprendre le fonctionnement trophique d'un plan d'eau. C'est également un élément indispensable à prendre en compte dans l'évaluation de la qualité d'un milieu aquatique. En effet il est directement impacté par les conditions nutritives du milieu (N et P), responsables de l'eutrophisation d'un plan d'eau. Les cyanobactéries qui font partie du phytoplancton, doivent également être suivies bimensuellement sur toute la période balnéaire.

Afin d'estimer la biomasse algale, **la concentration en chlorophylle(a)** a été étudiée entre 2017 et 2022.

Des **inventaires phytoplanctoniques** ont également été réalisés en parallèle des analyses de chlorophylle(a). La composition de la population phytoplanctonique en période de production végétale (Avril à Octobre) permet d'appréhender la dynamique des microalgues. En effet, les cyanobactéries sont en compétition directe avec d'autres familles algales (ex : chlorophytes).

Les données relatives à ces thématiques sont présentées dans la suite de ce document pour chacune des stations de suivi.

4.2.1. Grande baignade

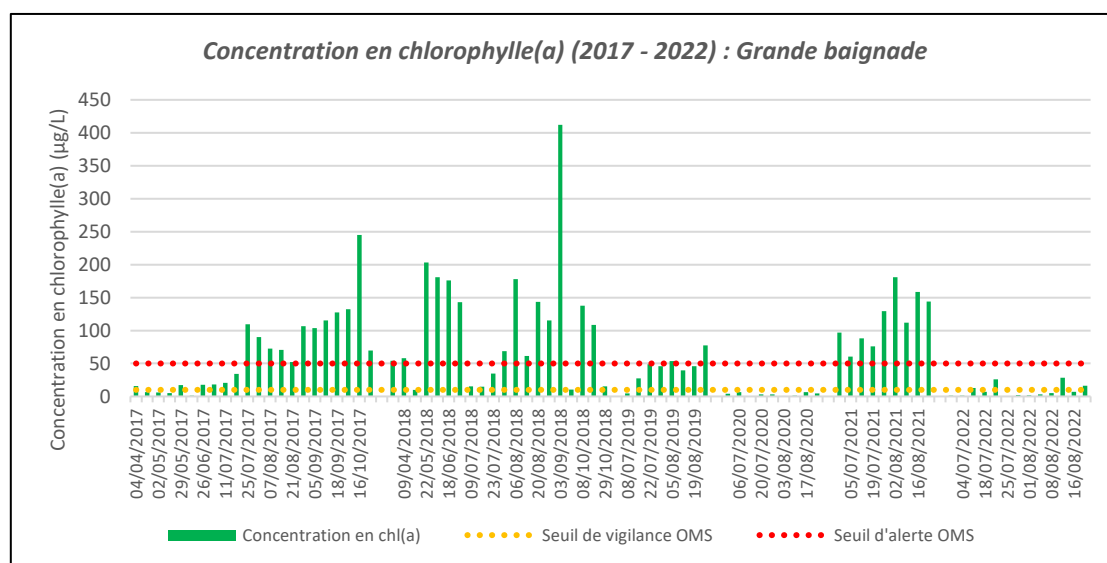


Figure 7 : Biomasses algales (concentrations en chlorophylle (a)) en zone de Grande baignade pour les années 2017 à 2022

Les résultats relatifs aux analyses de la chlorophylle(a) nous permettent de souligner les faits suivants :

- La biomasse algale est fluctuante en fonction des années. Globalement elle peut être qualifiée de très élevée. La moyenne enregistrée sur les 6 dernières années est de 63,08 µg/L (valeur supérieure au seuil d'alerte OMS) ;
- Sur la même période, 70% des résultats sont supérieurs au seuil de vigilance OMS défini à 10µg/L, et 46% des concentrations sont positionnées au-dessus du seuil d'alerte fixé à 50µg/L;

- Les années 2020 et 2022 sont celles où les biomasses phytoplanctoniques sont les plus faibles, avec seulement 4 dépassements du seuil de vigilance en 2022 (tous les résultats y étaient supérieurs en 2021) et aucun dépassement du seuil d'alerte. On notera également que ces deux années sont celles où les cyanobactéries sont les moins nombreuses, que ce soit d'un point de vue de leur abondance relative ou de leur densité ;
- La saison estivale 2017, ainsi que les années 2018 et 2021, présentent un développement algal particulièrement important avec des dépassements quasi-systématique du seuil d'alerte OMS. Les pics de développement observés ces mêmes années sont associés à des turbidités soutenues, ainsi qu'à des proliférations cyanobactériennes importantes et problématiques pour l'activité de baignade ;
- On rappelle que le dépassement du seuil d'alerte OMS ne représente pas en lui-même, un élément discriminant pour la baignade. Toutefois, il s'agit d'un facteur de risque annonciateur d'un fort dynamisme phytoplanctonique. C'est pourquoi, l'ANSES préconise la recherche des cyanobactéries toxigènes dès lors que la teneur en chlorophylle(a) dépasse 10µg/L.

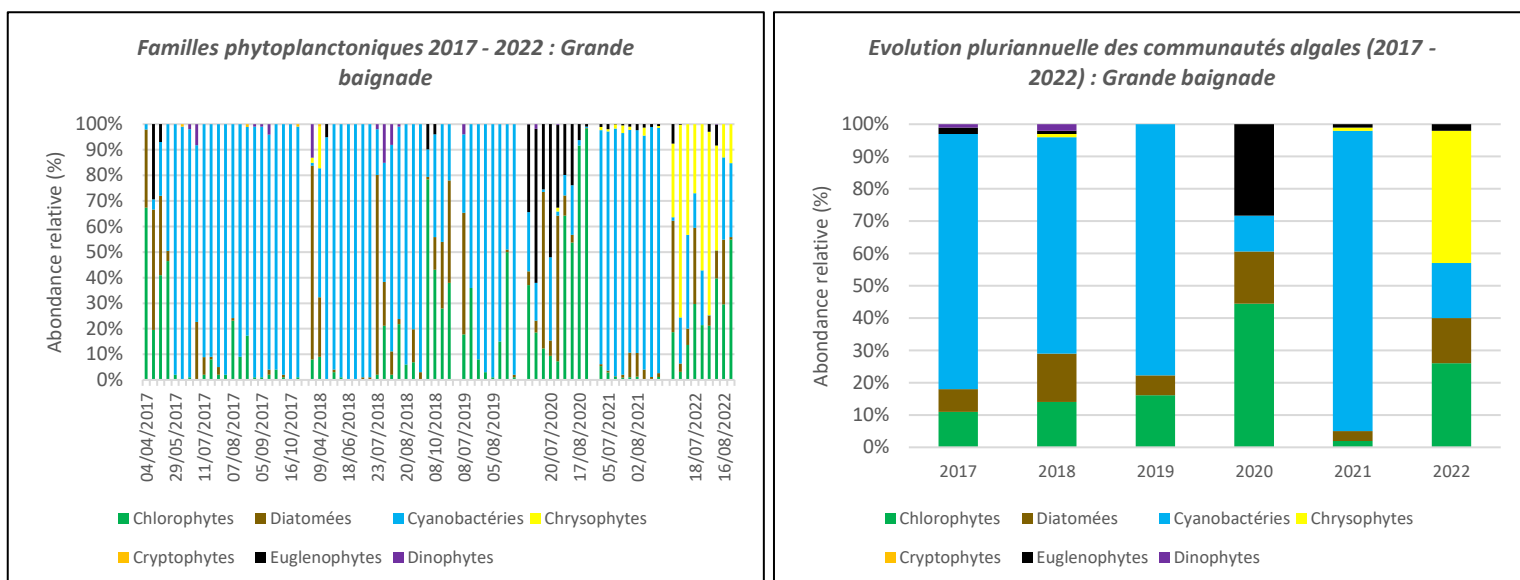


Figure 8 : Abondances relatives des communautés phytoplanctoniques identifiées sur les saisons estivales 2017 à 2022 et évolution pluriannuelle entre 2017 et 2022 en Grande baignade

L'étude des communautés phytoplanctoniques nous indique que :

- Les cyanobactéries sont omniprésentes quelles que soient les années, et tout particulièrement entre 2017 et 2019, ainsi qu'en 2021, où elles écrasent littéralement les autres familles phytoplanctoniques. Pour les années 2020 et 2022, bien que présentes, elles ne représentent qu'une faible part du cortège algal ;
- Les chlorophytes, typique de la phase estivale et seules concurrentes directes des algues potentiellement toxigènes, sont très peu représentées, excepté en 2020, seule année où ces algues vertes d'eau chaude ont réussi à concurrencer efficacement les cyanobactéries. Elles ne parviennent pas à se développer dans cet environnement particulièrement propice à ces dernières ;
- Les algues vertes sont systématiquement associées aux diatomées, remises en suspension par le brassage de l'eau, et retrouvées en abondance globalement limitée ;

- L'année 2020 voit un développement important des euglénophytes. Ces algues hétérotrophes sont typiques des milieux turbides et riches en matière organique, et sont retrouvées de manière erratique les autres années (voire même absentes en 2019) ;
- En 2022, ce sont les chrysophytes, algues très peu concurrentielles, qui ont particulièrement proliféré. Leur présence est anecdotique, et même nulle entre 2017 et 2021 ;
- Enfin, quelques dinophytes, algues résistantes au stress, parvenant à se développer dans les milieux carencés en nutriments, sont identifiées en proportions extrêmement faibles.

4.2.2. Petite baignade

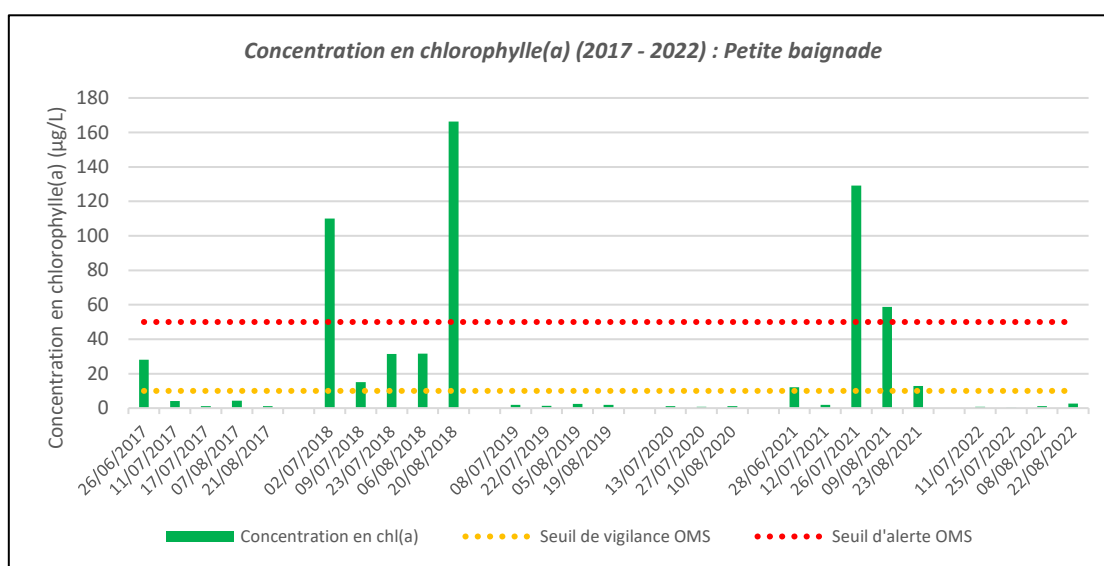


Figure 9 : Biomasses algales (concentrations en chlorophylle (a)) en zone de Petite baignade pour les années 2017 à 2022

Les mesures des concentrations en chlorophylle(a) mettent en évidence les éléments suivants :

- Selon les années, la biomasse algale peut être qualifiée de faible (en 2017, 2019, 2020 et 2022) à élevée (en 2018 et 2021). La concentration en chlorophylle(a) moyenne sur les 6 années est de 23,97 µg/L ;
- Entre 2017 et 2022, 38% des prélèvements sont supérieurs au seuil de vigilance et 15% des valeurs mesurées se situent au-dessus du seuil d'alerte. On notera, que jusqu'en 2016, les concentrations en chlorophylle(a) enregistrées ne dépassaient que très rarement le seuil de vigilance et n'avaient jamais atteint le seuil d'alerte. Le milieu semble donc s'être dynamisé depuis la précédente réactualisation ;
- Les seuils de vigilance et d'alerte ont été dépassés uniquement en 2018 et 2021 (exception faite d'un unique prélèvement le 26/06/2017), années où les cyanobactéries ont proliféré plus intensément, comme cela a été le cas pour la Grande baignade ;
- Les autres années, les concentrations en chlorophylle(a) sont particulièrement faibles. Ce phénomène peut s'expliquer par l'utilisation d'eau du forage qui maintient des conditions défavorables au développement des microalgues (thermie plus faible et fonctionnement hydrodynamique particulier).

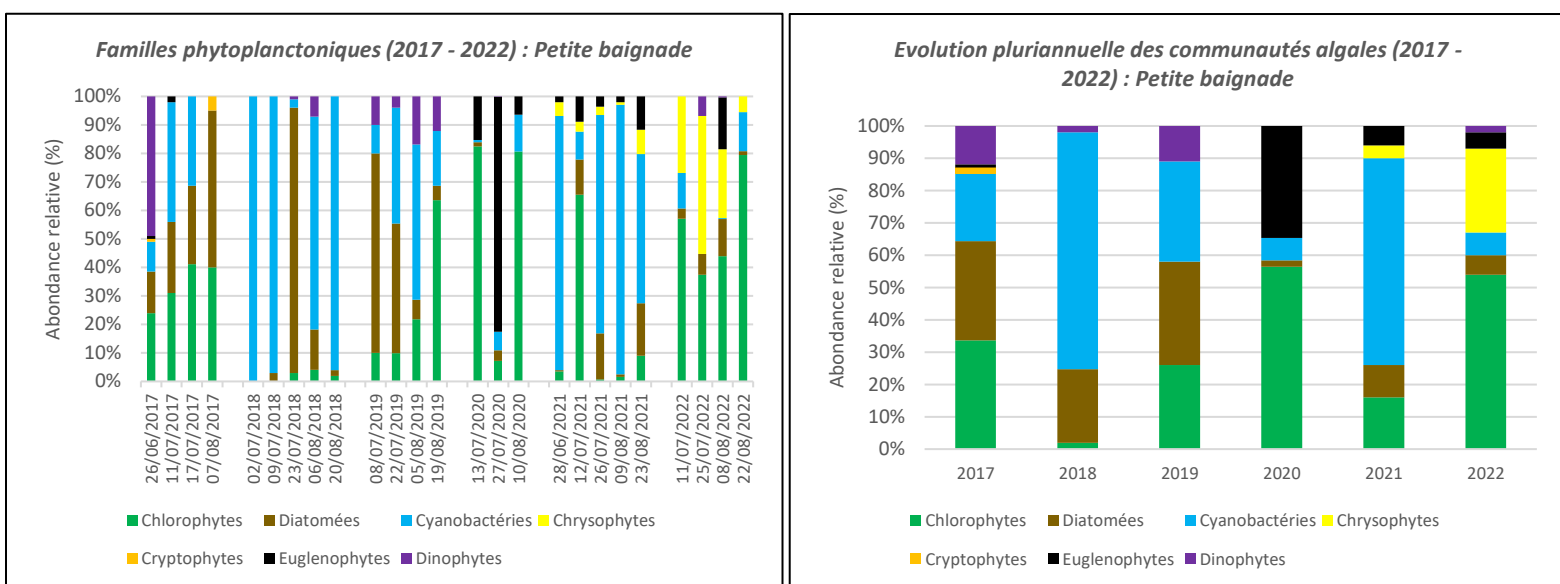


Figure 10 : Abondances relatives des communautés phytoplanctoniques identifiées sur les saisons estivales 2017 à 2022 et évolution pluriannuelle entre 2017 et 2022 en Petite baignade

La structuration des communautés algales nous apporte les informations suivantes :

- Comme pour la Grande baignade, les cyanobactéries sont présentes chaque année en abondance plus ou moins importante. Elles se sont particulièrement développées en 2018 et 2021, années où elles ont supplanté les autres familles et où les concentrations cyanobactériennes enregistrées ont été excessives. Leur abondance, bien que plus faible en 2017 et 2019, reste significative. En 2020 et 2022, ces algues potentiellement toxigènes ne sont retrouvées qu'à l'arrière-plan ;
- A l'image des résultats obtenus pour la biomasse algale, cette situation est en évolution : bien que chroniquement présentes, les cyanobactéries n'ont jamais été retrouvées en densités très élevées jusqu'en 201 ;
- Ici également, les chlorophytes sont identifiées au second plan, voire même dominantes en 2020 et 2022, années où elles ont réussi à contenir le développement des cyanobactéries ;
- Classiquement, les algues vertes d'eau chaude sont associées aux diatomées, remises en suspension par le brassage engendré par les baigneurs et logiquement retrouvées dans un milieu dont le fonctionnement leur est théoriquement favorable ;
- Les euglénophytes se sont particulièrement développées en 2018 (comme c'est le cas pour la Grande baignade), ces algues affectionnant tout particulièrement les milieux riches en matière organique. Durant les autres campagnes, elles ne sont présentes qu'en faibles proportions, voire même absentes ;
- Les chrysophytes, absentes jusqu'en 2020, sont identifiées en faible abondance en 2021 et ont particulièrement proliféré en 2022 ;
- Des familles opportunistes (dinophytes et cryptophytes) sont présentes à l'arrière-plan, et viennent compléter ces inventaires algaux.

4.2.3. Centre

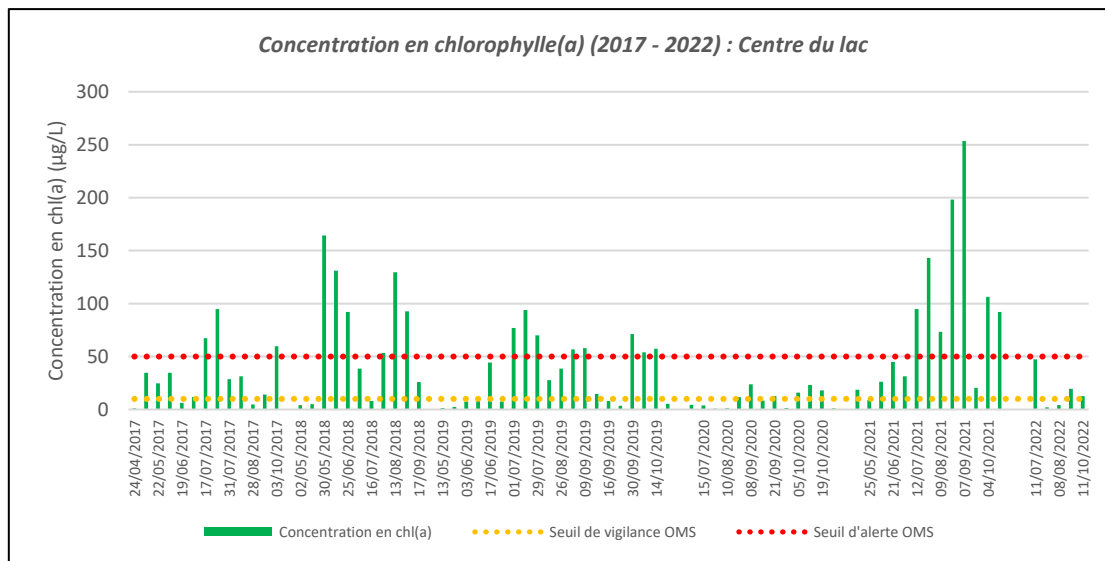
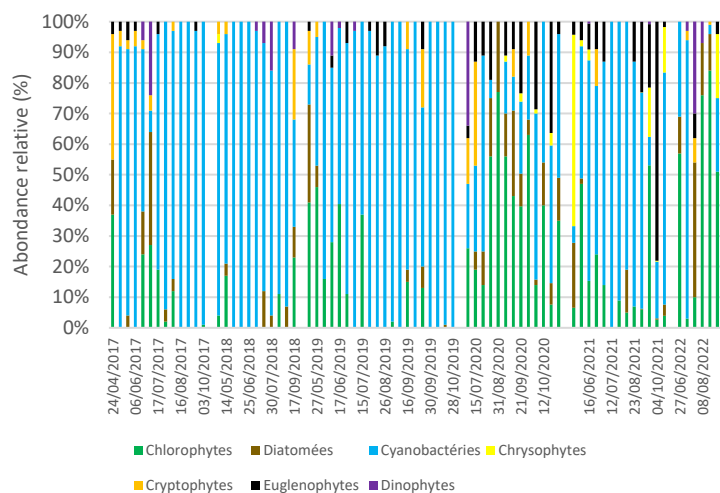


Figure 11 : Biomasses algales (concentrations en chlorophylle (a)) au Centre du lac pour les années 2017 à 2022

L'étude des concentrations en chlorophylle(a) appelle les commentaires suivants :

- La biomasse phytoplanctonique est variable d'une saison à une autre mais aussi au cours d'une même campagne de suivi. Les concentrations en chlorophylle(a) sont particulièrement importantes et peuvent donc être qualifiées d'élévées à très élevées. Sur les 6 dernières années, la moyenne est de 42,02 µg/L ;
- 68% des prélèvements sont supérieurs au seuil de vigilance. 32% des mesures de chlorophylle(a) sont positionnées au-dessus du seuil d'alerte ;
- Chaque année, le seuil de vigilance est systématiquement dépassé, mettant en évidence un développement important des microalgues. Le seuil d'alerte est également très régulièrement dépassé, excepté pour les années 2020 et 2022, où les cyanobactéries sont les moins présentes, en abondance relative comme en concentration. On notera également qu'en 2018 et 2021, les biomasses algales enregistrées sont particulièrement élevées et corrélées à d'intenses proliférations cyanobactériennes ;
- Quelles que soient les années, les biomasses phytoplanctoniques sont élevées et caractéristiques d'un milieu dynamique.

Familles phytoplanctoniques 2017 - 2022 : Centre du lac



Evolution pluriannuelle communautés algales (2017 - 2022) : Centre du lac

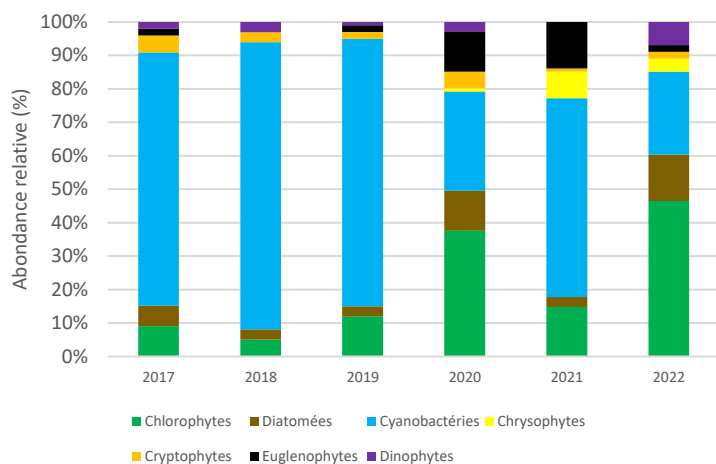


Figure 12 : Abondances relatives des communautés phytoplanctoniques identifiées sur les saisons estivale 2017 à 2022 et évolution pluriannuelle entre 2017 et 2022 au Centre du lac

Logiquement, l'évolution des peuplements phytoplanctoniques suit la même tendance que ce qui a été observé sur la Grande baignade :

- Les cyanobactéries sont identifiées, de manière récurrente, en proportions élevées. Elles ont proliféré de manière plus importante entre 2017 et 2019 (en moyenne elles représentaient même 85% du peuplement total en 2018) et en 2021. Pour les années 2020 et 2022, bien que retrouvées en abondance relative plus faible, elles restent significativement implantées ;
- Les chlorophytes, systématiquement associées aux diatomées, dont la proportion peut être qualifiée de faible chaque année, ne parviennent pas à concurrencer les algues potentiellement toxigènes et donc à se développer, excepté en 2020 et 2022. Pour les autres campagnes, leur abondance relative demeure faible à modérée ;
- En arrière-plan des familles opportunistes sont retrouvées :
 - Des cryptophytes ;
 - Des dinophytes, algues résistantes au stress et capables de se maintenir dans les milieux pauvres en nutriments et témoignant de la forte compétition qui s'exerce au sein du plan d'eau ;
 - Des chrysophytes ;
 - Des euglénophytes qui se sont plus particulièrement développées en 2020 et 2021.

4.3. Cyanobactéries

Concernant plus précisément la **thématique cyanobactérienne**, l'analyse des données relatives aux cyanobactéries se fera au travers de deux modèles existants :

- Le dénombrement cellulaire proposé par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), utilisé jusqu'en 2021. Deux seuils d'alertes étaient mobilisés :
 - Le seuil S1 (alerte 1) lorsque la densité cellulaire était comprise entre 20 000 et 100 000 cellules toxigènes par ml ;
 - Le seuil S2 (alerte 2) lorsque la densité cellulaire dépassait 100 000 cellules toxigènes par ml ;
- Le biovolume cellulaire, officiellement utilisé depuis la saison balnéaire 2021. Le seuil d'alerte est fixé à 1,00 mm³/L de **cyanobactéries toxigènes**.

4.3.1. Grande baignade

L'exploitation des données relatives à la problématique cyanobactérienne sur la Grande baignade de Champs-sur-Marne, amène les conclusions suivantes :

- La Grande baignade est très régulièrement sujette à des épisodes cyanobactériens d'importance souvent significative. La présence de cyanobactéries en saison estivale est systématique. On enregistre des densités cellulaires fluctuantes en fonction des années ;
- Sur les 106 résultats pris en compte entre 2017 et 2022 :
 - 38% des analyses présentent une concentration cellulaire inférieure au seuil d'alerte S1, ce qui n'imposait pas la mise en place de restrictions particulières ;
 - 21% des résultats sont supérieurs au seuil S1, tout en demeurant encore inférieurs au seuil S2. Il est donc nécessaire de mettre en place un niveau de vigilance particulier, ainsi que d'informer le public. Toutefois, la baignade et les activités aquatiques connexes peuvent être maintenues ;
 - 41% des analyses se situent au-dessus du seuil d'alerte S2 du CSHPF (100 000 cellules/ml). Ce niveau impose la fermeture de la baignade ;
- Les densités cellulaires peuvent être considérées comme modérées en 2020 et 2022 (1 dépassement du seuil S1 pour 2020 et 2 dépassements du seuil S1 pour 2022), mais aussi en début de saison pour l'ensemble des années de suivi, excepté l'année 2021 qui a été particulièrement problématique. Le seuil S2 a en effet été dépassé lors de chaque prélèvement, donnant lieu à une fermeture continue de la baignade. Pour les autres années de suivi, en saison estivale, les concentrations enregistrées sont particulièrement élevées et imposent très régulièrement des fermetures de la baignade.

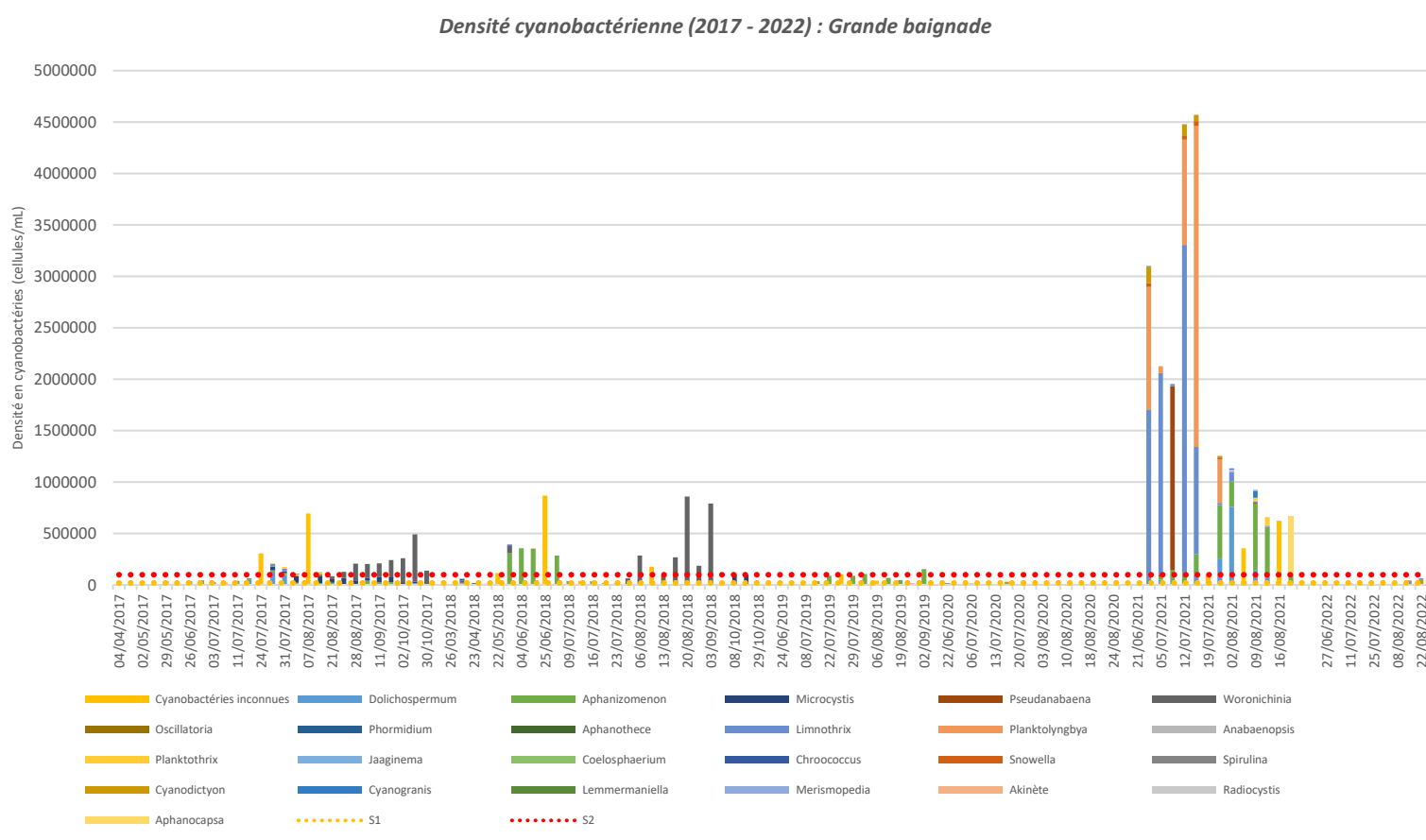


Figure 13 : Concentrations en cyanobactéries (cellules/mL) en zone de Grande baignade entre 2017 et 2022

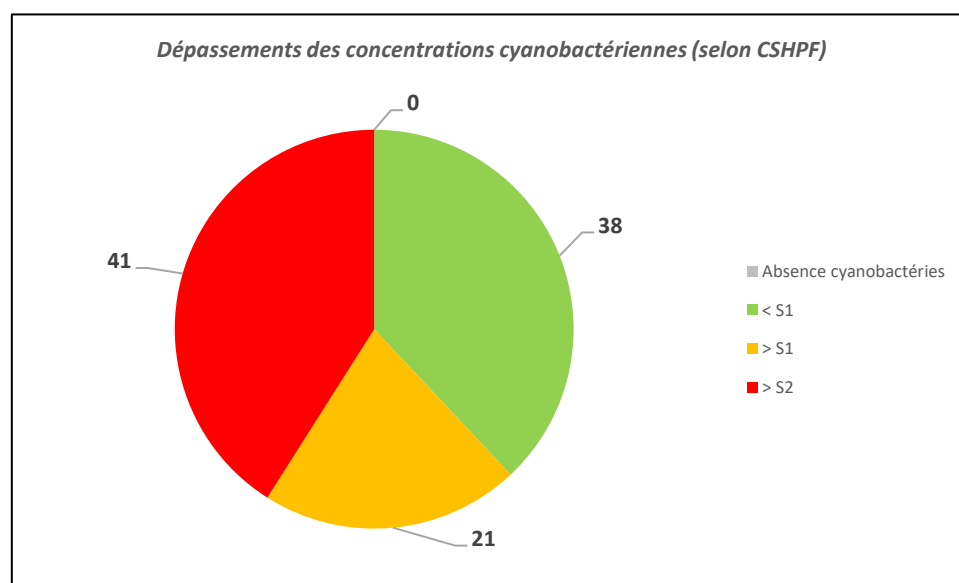


Figure 14 : Incidence des cyanobactéries entre 2017 et 2022 selon l'ancienne réglementation (CSHPF) en Grande baignade

L'analyse de la problématique cyanobactérienne au travers de la nouvelle réglementation proposée par l'ANSES, basée sur le biovolume cellulaire et entrée en vigueur en 2021, impose une nouvelle lecture des résultats :

- 57% des résultats sont inférieurs au seuil d'alerte biovolume défini à 1,00 mm³/L pour les cyanobactéries toxigènes. Aucune restriction particulière n'est donc nécessaire ;
- 43% des résultats se situent au-dessus du seuil d'alerte. Cette situation impose le dosage des cyanotoxines associées aux espèces cyanobactériennes en jeu, pour permettre ou non le maintien des activités aquatiques.

On soulignera que le nouveau seuil réglementaire est dépassé, bien que des densités cellulaires modérées soient enregistrées (exemple : le 11/07/2022 = la présence de 12 200 cellules/ml de cyanobactéries toxigènes (dont 11 400 cellules/mL de *Dolichospermum*), est associée à un biovolume de 1,48 mm³/L). La présence de taxons cyanobactériens de très grande taille (1 cellule de *Dolichospermum* sp. = 290µm³), engendre des biovolumes élevés. Cette nouvelle approche peut donc se révéler plus pénalisante.

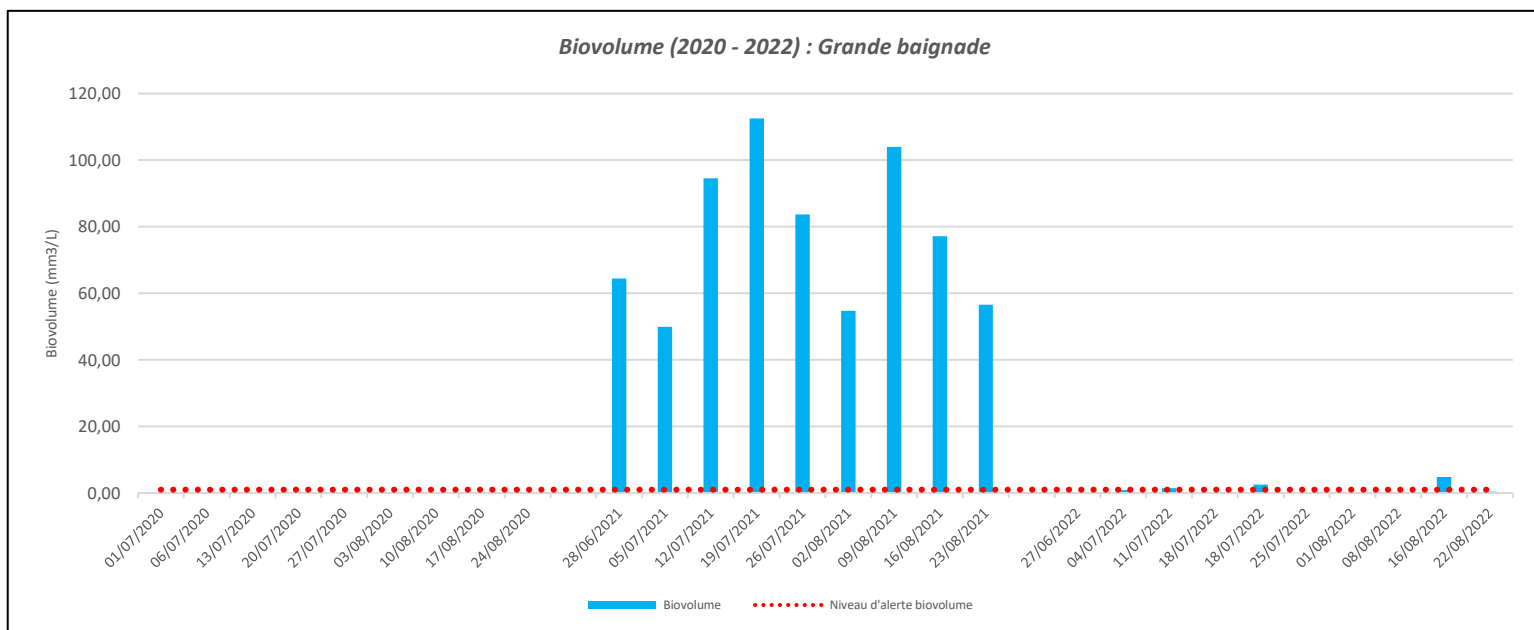


Figure 15 : Biovolumes cellulaires mesurés en zone de Grande baignade entre 2020 et 2022

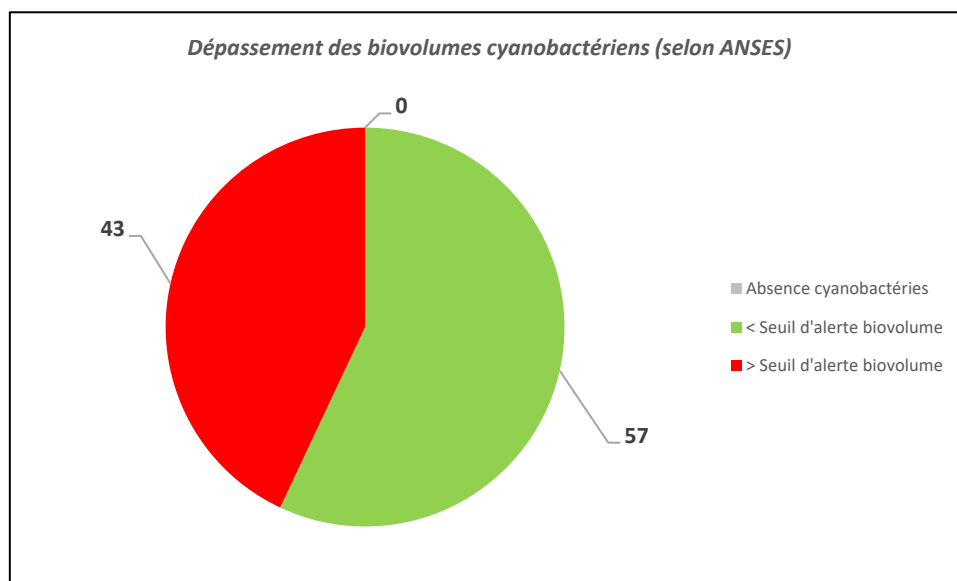


Figure 16 : Incidence des cyanobactéries entre 2020 et 2022 selon la nouvelle réglementation (ANSES) en Grande baignade

Dans la majorité des cas, les genres cyanobactériens ont été identifiés, apportant des éléments d'information supplémentaires.

Au total, ce ne sont pas moins de 24 genres cyanobactériens qui ont été identifiés entre 2017 et 2022, dans les eaux de la Grande baignade de Champs-sur-Marne. Sur l'ensemble des taxons retrouvés, 9 ne sont pas réputés potentiellement toxigènes et ne génèrent donc pas de risque sanitaire.

Parmi tous ces genres, 6 taxons se détachent :

- *Aphanizomenon sp.* et *Dolichospermum sp.*, deux cyanobactéries captatrices d'azote atmosphérique (nostocales) : elles ont la faculté de se développer même en l'absence d'azote dissout et peuvent produire les cyanotoxines suivantes : anatoxines, cylindrospermopsines, et saxitoxines ;
- *Microcystis sp.*, cyanobactérie de l'ordre des chroococcales, très proliférante et souvent génératrice d'efflorescences. Elle présente la faculté de migrer verticalement et d'occuper les strates superficielles de la colonne d'eau afin d'y capter la lumière. La turbidité qui peut ponctuellement être observé au niveau de cette zone de baignade ne constitue donc pas un frein à son développement. Il s'agit d'une productrice potentielle de microcystines ;
- *Woronichinia sp.*, cyanobactérie de l'ordre des Synechococcales, particulièrement compétitive du fait de sa capacité à migrer au sein de la colonne d'eau. Cette cyanobactérie est typique des milieux profonds, stratifiés ou troubles, et réputé pour elle aussi produire potentiellement des microcystines ;
- *Limnothrix sp.*, chroniquement retrouvées en 2021, en abondance extrêmement importante. Cette cyanobactérie a la capacité de pouvoir se développer dans les eaux plus fraîches et sans beaucoup de luminosité, ce qui les rends particulièrement compétitives. A l'image des deux cyanobactéries précédemment citées, elle est productrice potentielle de microcystines ;
- *Planktolyngbya sp.*, elle aussi principalement identifiée en 2021. Elle n'est cependant pas considérée comme potentiellement toxigène et ne présente donc pas de risque sanitaire pour les baigneurs.

Des dosages de toxines ont été réalisés entre 2017 et 2022. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau ci-après :

Date	Cyanobactéries cellules/ml	Biovolume cellulaire (mm ³ /L)	Anatoxines	Cylindrospermopsines	Saxitoxines	Microcystines
29/05/2017	33 712	-	-	-	0,04	-
12/06/2017	2 376	-	-	-	< LD	-
26/06/2017	34 532	-	-	-	< LD	-
28/06/2017	43 515	-	-	-	-	< 0,40
03/07/2017	24 120	-	-	-	0,03	-
10/07/2017	20 768	-	-	-	-	< 0,40
11/07/2017	38 088	-	< LD	-	< LD	0,55
17/07/2017	62 244	-	< LD	-	-	0,74
24/07/2017	306 281	-	-	-	-	0,78
25/07/2017	208 430	-	< LD	-	-	1,9
31/07/2017	172 608	-	-	-	-	2,26
07/08/2017	108 600	-	-	-	-	1,6
07/08/2017	693 000	-	-	-	-	1,67
16/08/2017	127 260	-	-	-	-	4,3
21/08/2017	83 200	-	-	-	-	3,4
21/08/2017	125 772	-	-	-	-	1,66
28/08/2017	206 416	-	-	-	-	1,3
05/09/2017	203 056	-	-	-	-	3,9
11/09/2017	207 720	-	-	-	-	3
18/09/2017	241 870	-	-	-	-	2,45
02/10/2017	259 504	-	-	-	-	1,9
16/10/2017	489 800	-	-	-	-	1,6
30/10/2017	138 204	-	-	-	-	0,4
09/04/2018	57 900	-	-	-	-	0,16
09/05/2018	12 713	-	-	-	-	N.M
22/05/2018	389 760				< LD	< LD
22/05/2018	113 892	-	-	-	-	<0,200
04/06/2018	354 760	-	-	-	< LD	-
18/06/2018	352 000	-	-	-	< LD	-
25/06/2018	867 600	-	-	-	-	<0,200
02/07/2018	286 000	-	-	-	< LD	-
09/07/2018	30 200	-	-	-	< LD	-
09/07/2018	39 620	-	-	-	-	<0,200
16/07/2018	29 600	-	-	-	< LD	-
30/07/2018	63 112	-	-	-	-	< LD
06/08/2018	284 800	-	-	-	-	< LD
06/08/2018	177 896	-	-	-	-	0,404
13/08/2018	93 176	-	-	-	-	0,3
20/08/2018	267 096	-	-	-	-	1,07
20/08/2018	857 400	-	-	-	-	1,333
08/10/2018	112 832	-	-	-	-	2,4
22/10/2018	99 820	-	-	-	-	0,41
29/10/2018	6 644	-	-	-	-	0,24
15/07/2019	35 072	-	-	-	< LD	-
22/07/2019	88 634	-	-	-	< LD	-
22/07/2019	103 800	-	-	-	-	<0,200
29/07/2019	89 434	-	-	-	0,044	< LD
05/08/2019	106 524	-	-	-	< LD	-
06/08/2019	40 800	-	-	-	-	<0,200

12/08/2019	67 150	-	-	-	< LD	-
19/08/2019	44 786	-	-	-	< LD	-
19/08/2019	16 320	-	-	-	-	<0,200
02/09/2019	153 252	-	-	-	< LD	-
20/07/2020	26 640	0,21	-	-	-	0,21
21/06/2021	263 060	-	-	-	-	<0,200
28/06/2021	3 101 940	64,46	n.r.	-	n.r.	< 0,15
05/07/2021	2 126 000	49,93	n.r.	-	n.r.	< 0,15
05/07/2021	1 952 640	-	-	-	-	<0,200
12/07/2021	4 475 840	94,55	n.r.	-	n.r.	< 0,15
19/07/2021	4 569 400	112,51	0,16	-	2,05	< 0,15
19/07/2021	101 000	-	-	-	-	<0,200
26/07/2021	1 253 200	83,63	< 0,15	-	3,27	< 0,15
02/08/2021	1 130 800	54,74	< 0,15	-	4,5	< 0,15
06/08/2021	354 700	-	-	-	-	<0,200
09/08/2021	924 200	103,97	< 0,15	-	5,3	< 0,15
16/08/2021	659 160	77,10	0,21	-	0,0564	< 0,15
16/08/2021	624 630	-	-	-	-	<0,200
23/08/2021	668 120	56,55	0,2	-	5,2	0,17
11/07/2022	12 200	1,48	< LQ	-	< LQ	< LQ
18/07/2022	-	2,47	<0,15	<0,05	0,1	N.M
16/08/2022	37 680	4,87	< LQ	-	0,1	< LQ
22/08/2022	62 160	0,37	< LQ	-	0,1	< LQ

Tableau 3 : Résultats des analyses réalisées sur les cyanotoxines en Grande baignade entre 2017 et 2022

Il est important de noter les points suivants concernant ces dosages de toxines :

- Les seuils établis pour chacune de ces cyanotoxines ont évolué entre 2017 et 2022. Jusqu'en 2021, seules les Microcystines et les anatoxines faisaient l'objet d'un dosage réglementaire obligatoire, avec des seuils respectivement fixés à 13µg/L et 40µg/L. A partir de 2021, quatre toxines sont dosées : les Microcystines, les anatoxines, les Cylindrospermopsines et les Saxitoxines dont les seuils respectifs sont les suivants : 0,3µg/L, Limite de détection (LD), 42µg/L et 30µg/L ;
- Un unique dosage de Cylindrospermopsines a été réalisé en 2022 ; il met en évidence une valeur largement inférieure au seuil admissible, et donc compatible avec la pratique de la baignade ;
- Les concentrations en Anatoxines enregistrées en 2017, sont compatibles avec l'activité de baignade. Cependant, le seuil admissible a été dépassé de manière certaine à 3 reprises pour l'année 2021, impliquant la fermeture de la baignade. En plusieurs occurrences, les valeurs retrouvées sont < 0,15 µg/L ce qui ne permet pas de statuer de manière certaine sur le dépassement ou non du seuil admissible pour cette toxine ;
- Les concentrations en Saxitoxines sont systématiquement inférieures au seuil impératif de 30µg/L. Le niveau de risque associé à cette toxine peut donc être considéré comme faible à la lecture de ces résultats ;
- Selon l'ancienne réglementation, jusqu'en 2020, les dosages réalisés pour les Microcystines révélaient des valeurs compatibles avec la pratique de la baignade. On soulignera que ce ne serait plus le cas aujourd'hui, la très grande majorité des valeurs enregistrées étant supérieures au seuil impératif actuel. Depuis 2021, les concentrations en Microcystines sont toutes inférieures au seuil admissible de 0,3µg/L, permettant le maintien de l'activité de baignade avec un niveau de risque pour cette toxine considéré là encore comme faible.

4.3.2. Petite baignade

Les analyses cyanobactériennes révèlent les éléments suivants :

- Bien que des épisodes de présence cyanobactérienne soit enregistrés, ils sont bien nombreux qu'au niveau de la Grande baignade et d'ampleur bien moins importante. On ajoutera cependant qu'ils étaient inexistantes jusqu'en 2016 (année de la précédente réactualisation de ce document). Le milieu semble donc beaucoup plus dynamique que précédemment, en lien probablement (au moins pour partie) avec l'évolution de la gestion hydraulique de cette baignade ;
- Comme pour la Grande baignade, les densités cellulaires sont fluctuantes en fonction des années ;
- Sur les 31 analyses réalisées entre 2017 et 2022 :
 - 10% des résultats mettent en évidence l'absence totale de cyanobactéries ;
 - 55% des analyses présentent une densité cellulaire inférieure au premier seuil d'alerte S1, aucune restriction particulière n'étant donc nécessaire ;
 - 13% des résultats sont supérieurs au seuil S1, sans que le second seuil d'alerte S2 ne soit pour autant atteint. Un niveau de vigilance particulier doit ainsi être mis en place et le public doit être informé. Par ailleurs, l'activité de baignade peut être maintenue ;
 - 22% des analyses présentent des résultats supérieurs au seuil d'alerte S2, qui impose une fermeture de la baignade ;
- En 2017, 2019, 2020 et 2022, les concentrations cellulaires retrouvées peuvent être considérées comme faibles : en effet aucun dépassement du seuil S1 n'a été enregistré pour l'ensemble de ces années. Le risque sanitaire lié à la présence de ces algues potentiellement toxigènes est donc particulièrement limité pour ces 4 années ;
- L'année 2018, et plus encore l'année 2021, ont été problématique avec des dépassements réguliers du seuil S2, qui ont donné lieu à plusieurs interdictions de baignade.

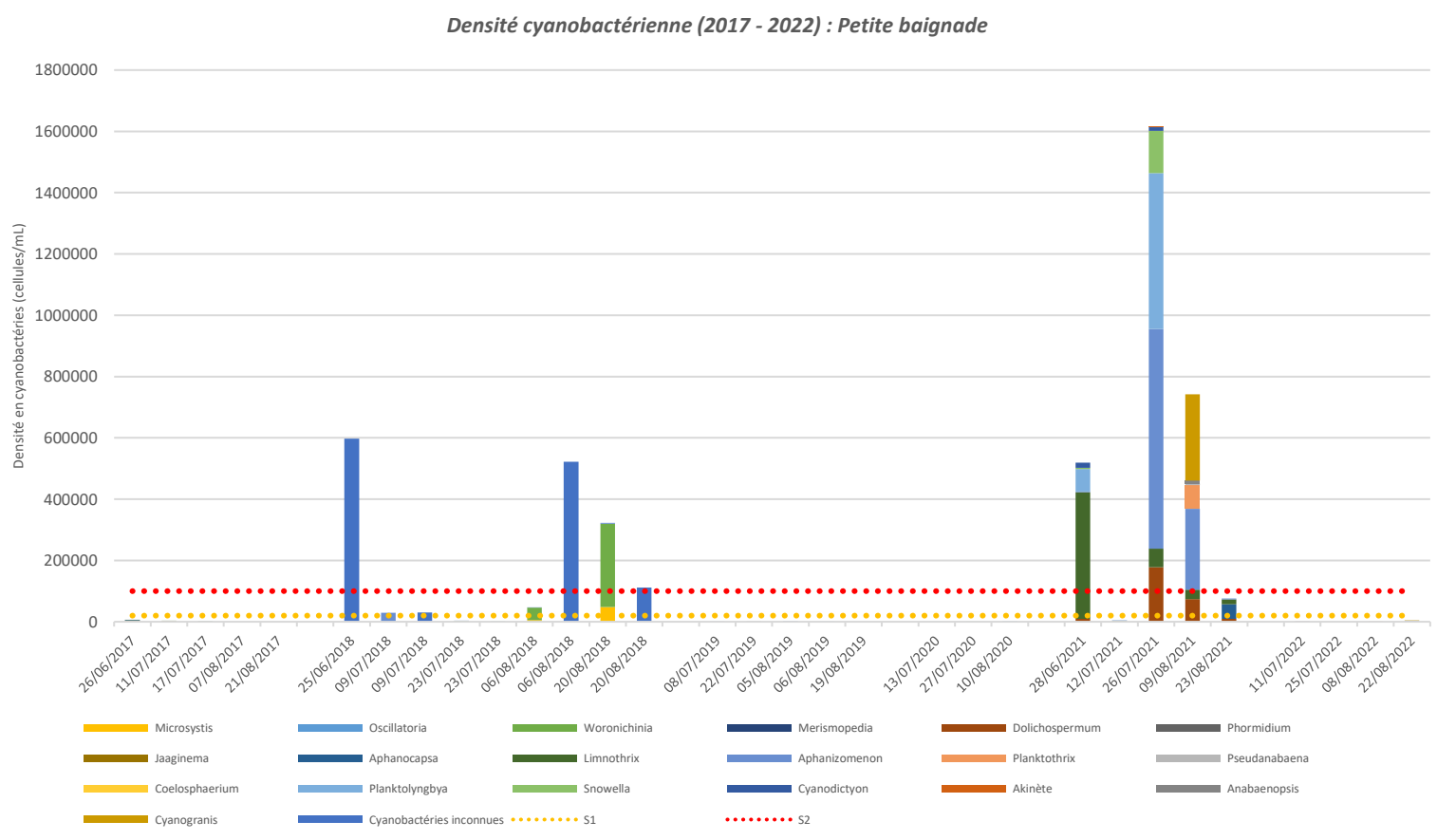


Figure 17 : Concentrations en cyanobactéries (cellules/mL) en zone de Petite baignade entre 2017 et 2022

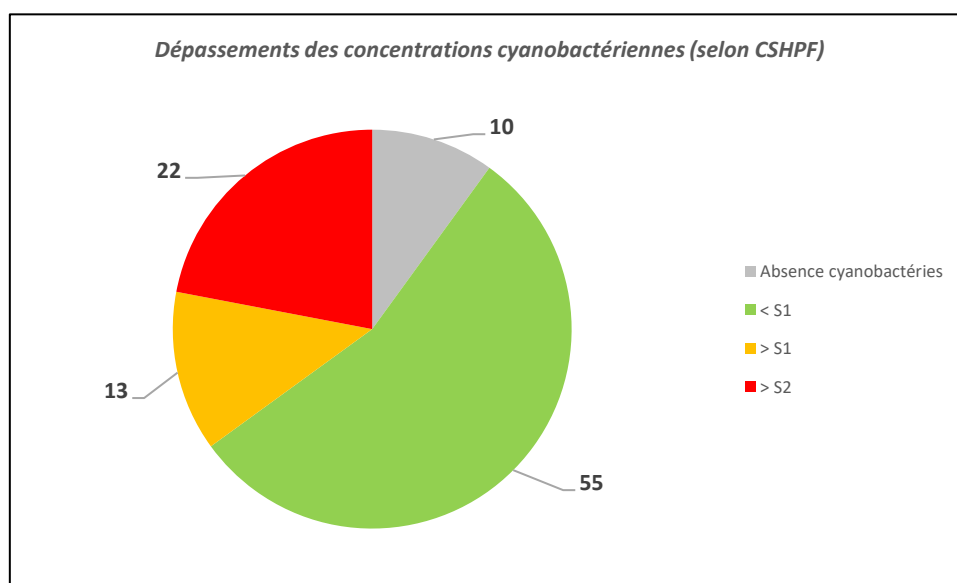


Figure 18 : Incidence des cyanobactéries entre 2017 et 2022 selon l'ancienne réglementation (CSHPF) en Petite baignade

La nouvelle réglementation en vigueur de l'ANSES, se basant sur le biovolume, est davantage discriminante. Elle donne lieu aux interprétations suivantes :

- Les cyanobactéries sont absentes des inventaires pour 8% des résultats ;
- 58% des analyses révèlent la présence d'algues potentiellement toxigènes mais en biovolume inférieur au seuil d'alerte de 1,00 mm³/L. Dans ces conditions, aucune restriction particulière n'est à mettre en œuvre ;
- 34% des valeurs sont situées au-dessus du seuil d'alerte biovolume, impliquant le dosage des cyanotoxines associées aux taxons cyanobactériens en jeu. Le résultat de ces dosages permet le maintien ou non de l'activité de baignade.

Il est à noter que dans certains cas, bien que le seuil S2 ne soit pas atteint (densité cyanobactérienne < 100 000 cellules/ml), ce qui en théorie implique uniquement un renforcement de la surveillance du site, le seuil de biovolume est largement dépassé et nécessite donc le dosage de toxines et une potentielle interdiction de baignade, ce qui n'aurait pas été le cas si l'on se base uniquement sur la concentration cellulaire. (Exemple : le 23/08/2021 = 76 340 cellules/ml de cyanobactéries toxigènes, associées à un biovolume de 5,70 mm³/L).

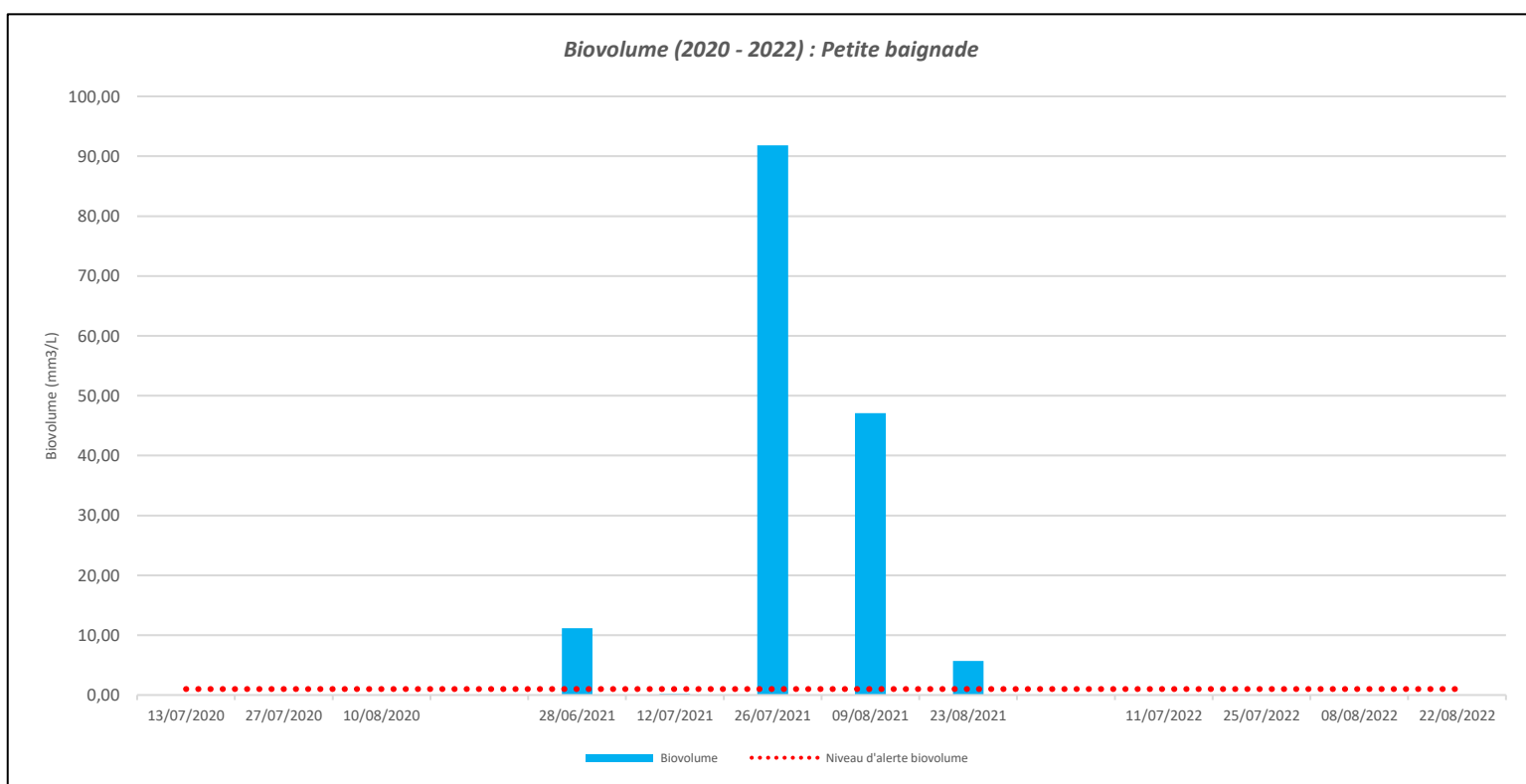


Figure 19 : Biovolumes cellulaires mesurés en zone de Petite baignade entre 2020 et 2022

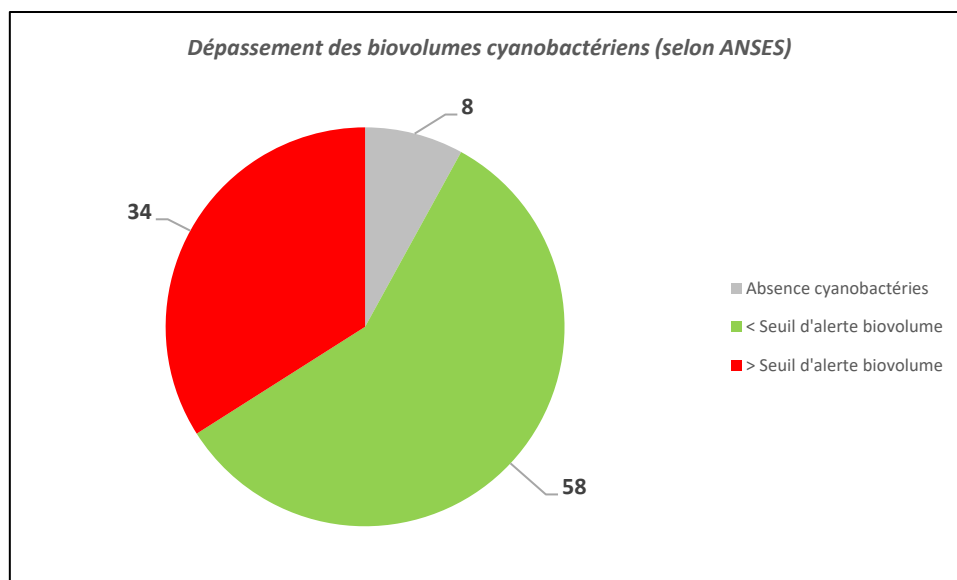


Figure 20 : Incidence des cyanobactéries entre 2020 et 2022 selon la nouvelle réglementation (ANSES) en Petite baignade

Les taxons cyanobactériens sont identifiés pour une grande partie des analyses, exception faite de celles réalisées par l'ARS.

Dans les eaux de la Petite baignade de Champs-sur-Marne, 19 genres cyanobactériens différents ont pu être identifiés. Parmi eux, 13 sont réputés potentiellement toxigènes et 6 ne le sont pas, ces derniers ne générant donc pas de risque sanitaire.

Selon les années, les genres cyanobactériens dominants sont différents. Ainsi, *Microcystis* et *Woronichinia*, se sont particulièrement développés en 2018. En 2021, *Dolichospermum* a fortement proliféré et, globalement, *Limnithrix* et *Aphanizomenon* sont les deux taxons les plus présents dans ce milieu.

Etant donné les fortes concentrations cellulaires et importants biovolumes qui ont pu être enregistrés, des dosages ont été réalisés, dont les résultats sont présentés dans ce tableau :

Date	Cyanobactéries cellules/ml	Biovolume cellulaire (mm3/L)	Anatoxines	Cylindrospermopsines	Saxitoxines	Microcystines
10/07/2017	Présence	-	-	-	-	0
24/07/2017	Présence	-	-	-	-	0
07/08/2017	Présence	-	-	-	-	0
25/06/2018	596 880	-	-	-	-	<0,200
09/07/2018	30 480	-	-	-	-	<0,200
09/07/2018	29 294	-	-	-	< LD	-
06/08/2018	521 870	-	-	-	-	0,765
20/08/2018	111 653	-	-	-	-	0,433
28/06/2021	518 900	11,16	n.r.	-	n.r.	< 0,15
12/07/2021	4 240	0,17	n.r.	-	n.r.	< 0,15
26/07/2021	1 614 200	91,82	< 0,15	-	2,99	< 0,15
09/08/2021	742 280	47,06	< 0,15	-	4,6	< 0,15
23/08/2021	76 340	5,70	< 0,15	-	1,2	< 0,15
22/08/2022	3 680	0,02	< LQ	-	0,1	< LQ

Tableau 4 : Résultats des analyses réalisées sur les cyanotoxines en Petite baignade entre 2017 et 2022

Ces dosages permettent de mettre en lumière les éléments suivants :

- Les concentrations en Microcystines sont toutes inférieures au seuil impératif qui était de 13µg/L jusqu'en 2021, et qui depuis cette même année est de 0,3µg/L. Le niveau de risque associé à cette toxine est donc considéré comme faible ;
- Les dosages réalisés pour les Saxitoxines mettent en évidence des valeurs systématiquement inférieures au seuil admissible et donc totalement compatibles avec la pratique de la baignade ;
- Les concentrations en Anatoxines sont quant à elles non quantifiables car inférieures à 0,15µg/L. Par ailleurs, le seuil impératif correspondant à la limite de détection, ces résultats ne sont donc pas être suffisamment précis ;
- Les Cyndrospermopsines n'ont jamais été dosées.

La problématique cyanobactérienne, qui jusqu'en 2016 ne concernait pas la Petite baignade, est aujourd'hui davantage d'actualité. Il convient de maintenir une vigilance accrue quant à l'évolution de la situation.

4.3.3. Centre du lac

Concernant la thématique cyanobactérienne, les informations suivantes sont à noter :

- Comme pour la Grande baignade, le milieu est régulièrement soumis à d'intenses proliférations phytoplanctoniques et plus particulièrement cyanobactériennes, d'ampleur très importante dans la grande majorité des cas. Ces forts développements sont parfois associés à des efflorescences ;
- Sur les 77 prélèvements effectués :
 - 5% sont totalement exempts de cyanobactéries ;
 - 38% des résultats témoignent de la présence d'algues potentiellement toxigènes, mais en densité cellulaire inférieure au seuil d'alerte S1, ce qui n'implique la mise en place d'aucune mesure restrictive quant à la pratique des activités nautiques ;
 - 25% des analyses mettent en évidence des concentrations cellulaires supérieures au seuil S1, mais qui restent encore inférieures au seuil S2. Il est donc nécessaire de mettre en place un niveau de vigilance particulier, ainsi que d'informer le public de la situation. Par ailleurs, les activités nautiques peuvent être maintenues sur le lac ;
 - 32% des prélèvements révèlent la présence de cyanobactéries en densité supérieures au seuil S2, imposant donc des restrictions quant aux activités nautiques auxquelles ce plan d'eau est dédié ;
- Excepté en 2020 et 2022, où le seuil S2 n'a jamais été atteint, pour les autres années, il est régulièrement dépassé et plus spécifiquement en 2021, où les concentrations enregistrées sont énormes et entraînent systématiquement des interdictions de la pratique des activités nautiques. Pour les deux premières années évoquées, les densités cellulaires restent modérées ;

- Des trois stations étudiées, celle du Centre du lac est la plus sensible au développement cyanobactérien et la plus impactée.

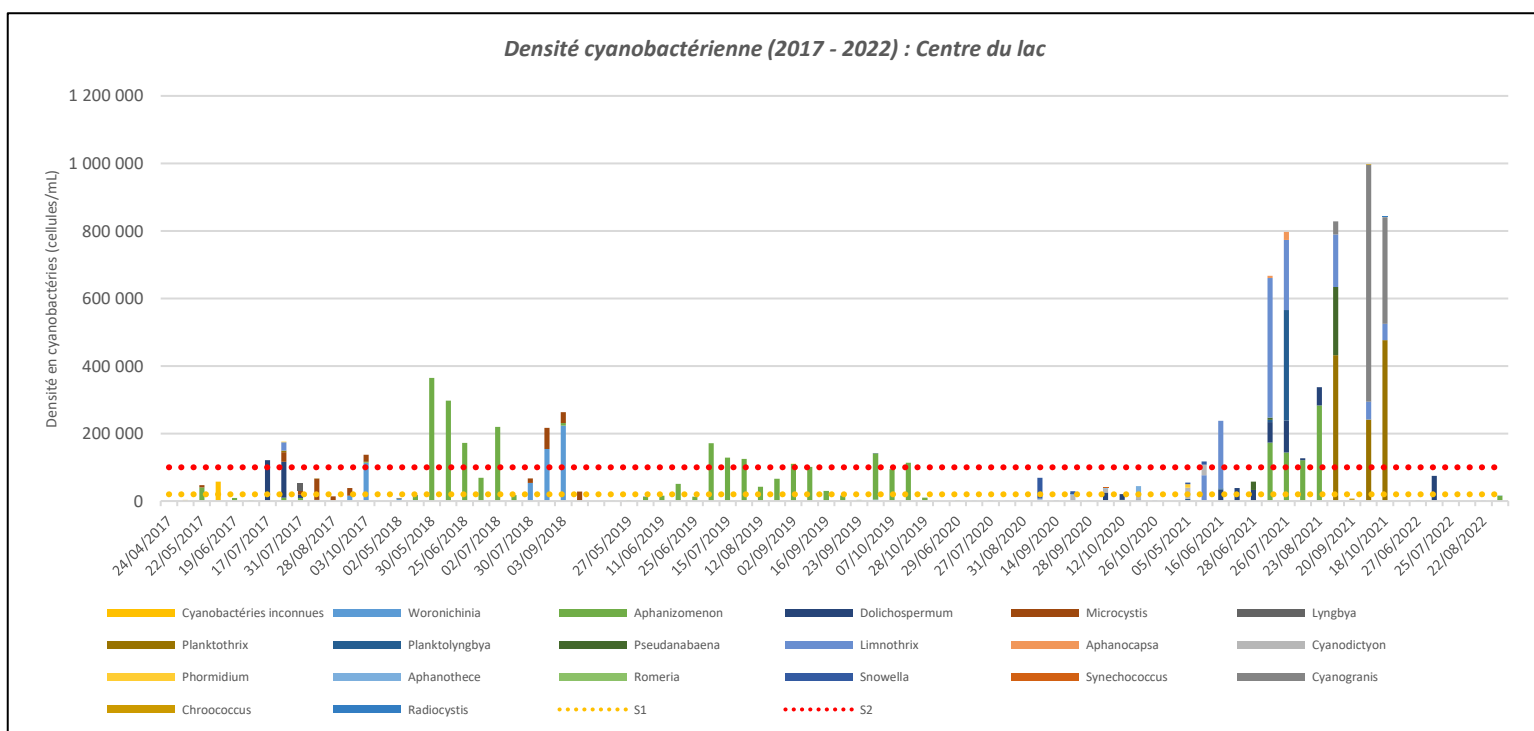


Figure 21 : Concentrations en cyanobactéries (cellules/mL) au Centre du lac entre 2017 et 2022

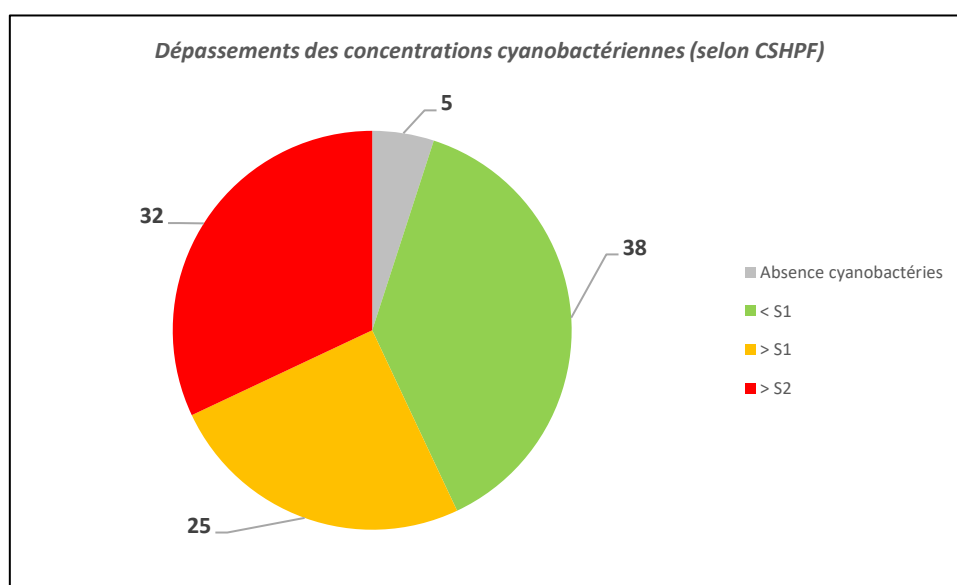


Figure 22 : Incidence des cyanobactéries entre 2017 et 2022 selon l'ancienne réglementation (CSHPF) au Centre du lac

La référence au biovolume est là encore plus discriminante :

- Les algues potentiellement toxigènes sont totalement absentes de 9% des inventaires ;
 - 44% des résultats sont inférieurs au seuil d'alerte biovolume de 1,00 mm³/L, aucune restriction particulière n'étant nécessaire ;
 - 47% des résultats sont positionnés au-dessus du seuil d'alerte, imposant le dosage des toxines.
- En fonction du résultat du ou des dosages, les activités nautiques sont ou non maintenues.

Comme déjà évoqué, bien que des concentrations cellulaires modérées soient enregistrées, le biovolume associé dépasse quant à lui le nouveau seuil réglementaire. (Exemples : le 12/10/2020 = la présence de 20 700 cellules d'*Aphanizomenon* et *Dolichospermum*, est associé à un biovolume de 5,24 mm³/L ; le 11/10/2022 = la présence de 16 460 cellules d'*Aphanizomenon*, engendre un biovolume de 2,12 mm³/L). La présence de taxons cyanobactériens de taille importante (biovolume cellulaire de *Dolichospermum* sp. = 290µm³ et celui d'*Aphanizomenon* = 72 µm³), génère des biovolumes élevés.

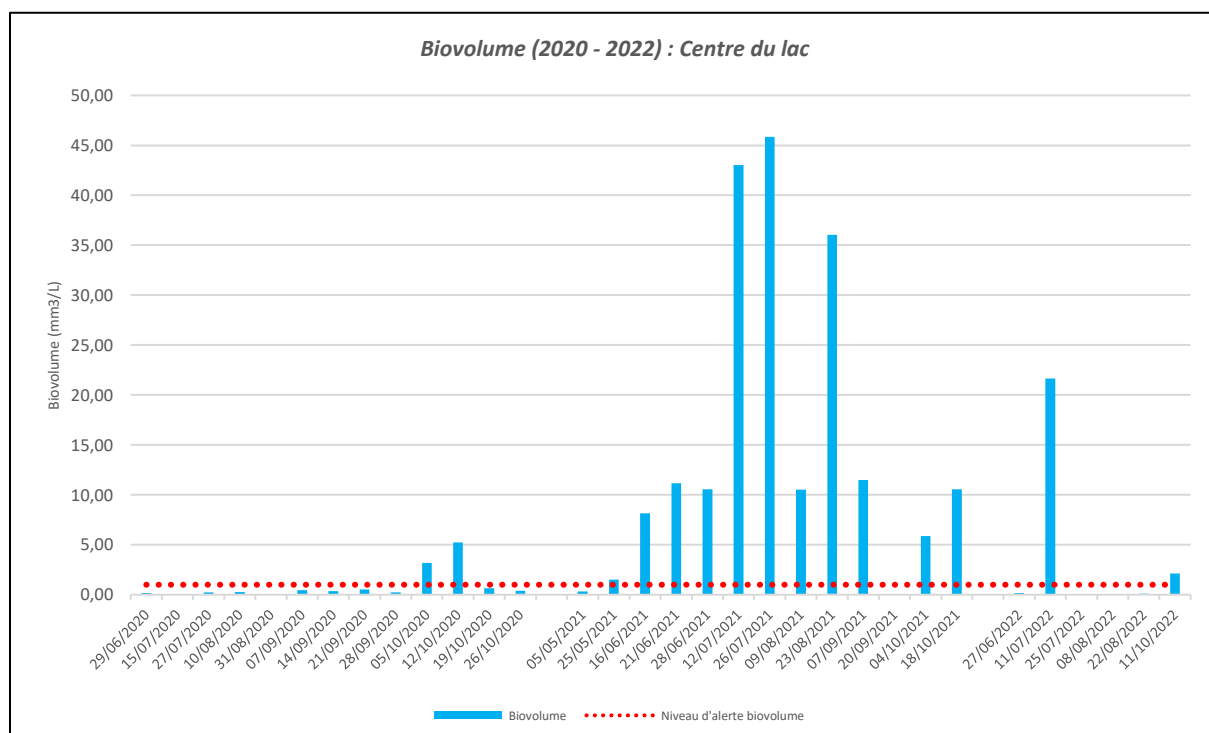


Figure 23 : Biovolumes cellulaires mesurés au Centre du lac entre 2020 et 2022

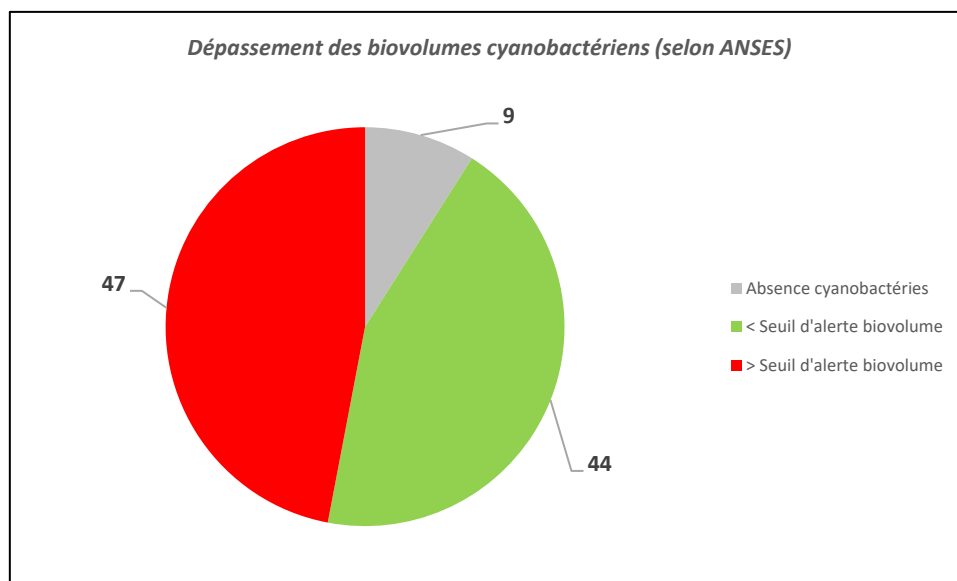


Figure 24 : Incidence des cyanobactéries entre 2020 et 2022 selon la nouvelle réglementation (ANSES) en Petite baignade

La grande majorité des taxons cyanobactériens a été identifiée lors de chacune des analyses réalisées.

Depuis 2017, 19 taxons différents ont été recensés dans les eaux du lac, dont 8 ne sont pas réputés pour être des producteurs potentiels de cyanotoxines.

Quatre genres potentiellement toxigènes se détachent particulièrement : *Aphanizomenon*, *Dolichospermum*, *Microcystis*, et *Limnothrix*.

Les biovolumes retrouvés ont imposé le dosage des cyanotoxines produites par les genres cyanobactériens en jeu :

Date	Cyanobactéries cellules/ml	Biovolume cellulaire (mm ³ /L)	Anatoxines	Cylindrospermopsines	Saxitoxines	Microcystines
25/07/2017	176 328	-	< LD	-	-	1,47
02/07/2018	220 000	-	-	-	< LD	-
17/06/2019	50 502	-	-	-	< LD	-
02/09/2019	110 936	-	-	-	< LD	-
30/09/2019	142 400	-	-	-	0,02	-
14/10/2019	113 454	-	-	-	< LD	-
08/09/2020	68 580	-	-	-	-	< LQ
21/09/2020	29 000	0,52	-	-	-	< LQ
05/10/2020	42 000	3,17	-	-	-	< LQ
19/10/2020	43 820	0,64	-	-	-	< LQ
05/05/2021	54 900	0,33	n.r.	-	n.r.	< LQ
25/05/2021	117 000	1,52	n.r.	-	n.r.	< LQ
16/06/2021	237 480	8,14	n.r.	-	n.r.	< LQ
07/09/2021	828 000	11,47	2,80	-	1,10	0,15
20/09/2021	7 580	0,06	n.r.	-	n.r.	n.r.
04/10/2021	998 020	5,88	< 0,15	-	< 2	< 0,15
18/10/2021	842 280	10,54	< 0,15	-	< 2	< 0,15
11/10/2022	16 460	2,12	< LQ	-	< LQ	0,34

Tableau 5 : Résultats des analyses réalisées sur les cyanotoxines au Centre du lac entre 2017 et 2022

Ces dosages mettent en évidence que :

- Les concentrations en Microcystines sont toutes inférieures au seuil impératif qui était de 13µg/L jusqu'en 2021 et qui depuis cette même année est de 0,3µg/L. Cependant, la concentration enregistrée en 2022 dépasse le seuil admissible, ce qui entraîne donc une interdiction des activités nautiques le 11/10/2022 ;
- Les dosages réalisés pour les Saxitoxines révèlent des valeurs systématiquement inférieures au seuil admissible. Elles sont donc en totale adéquation avec la pratique des activités récréatives ;
- Pour certaines analyses, les concentrations en Anatoxines sont quant à elles non quantifiables car inférieures à 0,15µg/L. Cependant, le seuil impératif correspond à la limite de détection, et ces résultats ne sont donc pas être suffisamment précis. Le 07/09/2021, le seuil admissible est dépassé, les activités récréatives ont donc dû être suspendues ;
- Les Cylindrospermopsines n'ont jamais été dosées.

4.4. Bactériologie

Comme déjà évoqué, les deux baignades du lac de Champs-sur-Marne présentent deux statuts différents :

- La **Grande baignade** est classée comme « **baignade naturelle** ».

Le cadre réglementaire de ces dernières est fixé par la Directive Européenne 2006/7/CE.

Les modalités de suivi des germes indicateurs de contamination fécale sont définies par l'ANSES. Les valeurs maximales sont fixées à **660 UFC/100ml pour les entérocoques**, et à **1800 UFC/100ml pour les *Escherichia coli***. Au-delà de ces valeurs, le résultat bactériologique est considéré comme MAUVAIS et la baignade est provisoirement fermée jusqu'au retour à des valeurs acceptables.

Les normes guides sont quant à elles fixées à **100 UFC/100ml** pour chacun des indicateurs, et représentent les limites entre des résultats BONS et MOYENS.

Depuis la saison balnéaire 2013, l'appréciation de la qualité sanitaire de l'eau repose sur une approche statistique des données, définie comme suit par les services du Ministère de la Santé :

« Le classement se fait par une méthode statistique sur la base des analyses réalisées pendant 4 années consécutives. Pour les classes de qualités bonne et excellente, le calcul du classement se fait par une évaluation au 95^e percentile de la fonction normale de densité de probabilité log₁₀ des données microbiologiques. L'hypothèse est faite que les résultats obtenus au cours des quatre années suivent une loi statistique appelée loi "log normale". Le 95^e percentile est la valeur à laquelle 95% des données (résultats d'analyses microbiologiques) sont inférieures. Pour la classe de qualité suffisante, le calcul du classement se fait par une évaluation au 90^e percentile de la fonction normale de densité de probabilité log₁₀ des données microbiologiques, le 90^e percentile étant la valeur à laquelle 90% des données (résultats d'analyses microbiologiques) sont inférieures. »

Concrètement, les limites applicables à chaque classe de qualité sont les suivantes :

Indicateur	Excellente qualité	Bonne qualité	Qualité suffisante
Entérocoques (UFC/100ml)	200*	400*	330**
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	500*	1000*	900**
Appréciation	*95ème percentile		**90ème percentile

Au-delà des analyses bactériologiques, sont également réalisés :

- Le suivi des cyanobactéries ;
 - Un suivi visuel (fréquentation, aspect de l'eau, propreté de la plage et du plan d'eau, conditions météorologiques etc..) et physico-chimique (température de l'eau, pH, transparence, présence de phénols etc...) ;
- La **Petite baignade** est classée comme « **baignade artificielle** ». Elle est en effet déconnectée du plan d'eau et donc séparée des eaux du lac par des palplanches. Jusqu'en 2021, son alimentation était exclusivement assurée par l'eau du forage. A partir de 2022, c'est avec l'eau du lac, via une pompe située à une dizaine de mètres, que cette baignade a été alimentée.

Le Décret n° 2019-299 du 10 avril 2019 relatif à la sécurité sanitaire des baignades artificielles a permis de mettre en place de nouvelles lignes législatives et réglementaires.

Une baignade artificielle est « une baignade dont l'eau est maintenue captive, séparée des eaux de surface ou des eaux souterraines par aménagement ». On distingue les baignades à système fermé (dont l'eau d'alimentation est pour tout ou partie recyclée) des baignades à système ouvert (dont l'alimentation se fait exclusivement par de l'eau neuve non recyclée et non traitée), afin de tenir compte des risques particuliers à chaque système.

Sur cet aspect, l'ANSES précise que les baignades artificielles ont été définies d'après trois critères :

- La nature de la masse d'eau ;
- Le type de gestion hydraulique ;
- La présence ou l'absence de traitement.

L'ANSES propose ainsi de définir une baignade artificielle comme : « une baignade en eau captée et captive, traitée ou non, mais de nature non désinfectée et désinfectante ». De nombreuses baignades sont concernées, à savoir : plans d'eau, bassins d'eau de mer, étangs artificiels, trous d'eau, dérivations de rivières, gravières, etc...

Le Décret précise également que les baignades d'une superficie supérieure à 10 000 m² ne sont pas considérées comme artificielles et sont soumises aux dispositions applicables aux eaux de baignade au sens de l'article L.1332-2. Dans le cas présent, l'aire baignée est de 700 m².

D'après les éléments énoncés ci-dessus, la Petite baignade du lac de Champs-sur-Marne est qualifiée de **baignade artificielle à système ouvert**.

Les modalités de suivi associées sont particulièrement exigeantes et concernent notamment :

- Une surveillance visuelle quotidienne pendant la saison balnéaire : présence de biofilm, de microalgues et cyanobactéries, et transparence de l'eau ;
- Le suivi de la température de l'eau et du pH ;
- Le suivi des bactéries pathogènes listées dans le tableau ci-après ;
- Le suivi d'indicateurs éventuellement sélectionnés sur la base du profil de l'eau ;
- La tenue à jour d'un carnet sanitaire recueillant :
 - L'ensemble des résultats de la surveillance ;
 - Les opérations d'entretien et de maintenance ;
 - Les indicateurs de la gestion hydraulique des installations ;
 - Les fréquentations instantanée et journalière ;
 - Les incidents survenus et leurs modalités de gestion.

Les seuils de qualité de l'eau concernant à la fois l'eau de baignade et l'eau de remplissage sont définis dans le tableau ci-après :

Paramètre	Eau de la baignade artificielle			Eau de remplissage d'une baignade artificielle		Unité
	Limite de qualité pour toutes les baignades (systèmes ouvert et fermé)	Référence de qualité pour les baignades en système ouvert	Référence de qualité pour les baignades en système fermé	Limite de qualité pour les baignades en système ouvert	Limite de qualité pour les baignades en système fermé	
Escherichia coli	500 en eau douce 250 en eau de mer	-	100	500 en eau douce 250 eau de mer	100	(NPP/ 100mL)
Entérocoques intestinaux	200 en eau douce 100 en eau de mer	-	40	200 en eau douce 100 en eau de mer	40	(NPP/ 100mL)
Pseudomonas aeruginosa	100	-	-	-	-	(UFC/ 100mL)
Staphylocoques pathogènes	20	-	-	-	-	(UFC/ 100mL)
Phosphore total exprimé en P	-	-	-	-	30	(µ g/ L)
Transparence de l'eau	La transparence de l'eau doit être supérieure ou égale à 1	-	-	-	-	mètre
Développement de biofilms sur l'ensemble des surfaces de la baignade		Absence	Absence	-		-
Efflorescence de cyanobactéries	100 000	-	-	Absence d'efflorescence	Absence d'efflorescence	cellules/ mL

Tableau 6 : Seuils de qualité pour les baignades artificielles

Le renouvellement doit également être suffisant afin d'éviter toute stagnation.

En cas de non-conformité des résultats, le gestionnaire de baignade devra mettre en place des mesures de gestion spécifiques afin d'assurer la sécurité des baigneurs. Il devra entre autres :

- Etablir un diagnostic pour déterminer la ou les cause(s) du dépassement des seuils fixés ;
- Prendre sans délai les mesures correctives nécessaires afin de rétablir la qualité de l'eau ;
- Prendre les mesures nécessaires pour garantir la sécurité des baigneurs jusqu'au retour à la qualité requise ;
- Informer immédiatement l'ARS de toute situation de crise. Le directeur de l'ARS prendra la décision, après délibération avec le Préfet, de maintenir, restreindre, ou interdire la baignade.

4.4.1. Grande baignade

La compilation de l'ensemble des résultats bactériologiques obtenus entre 2007 et 2022, par l'ARS et le bureau d'études I.D.Eaux, est présentée dans le graphique et le tableau ci-dessous :

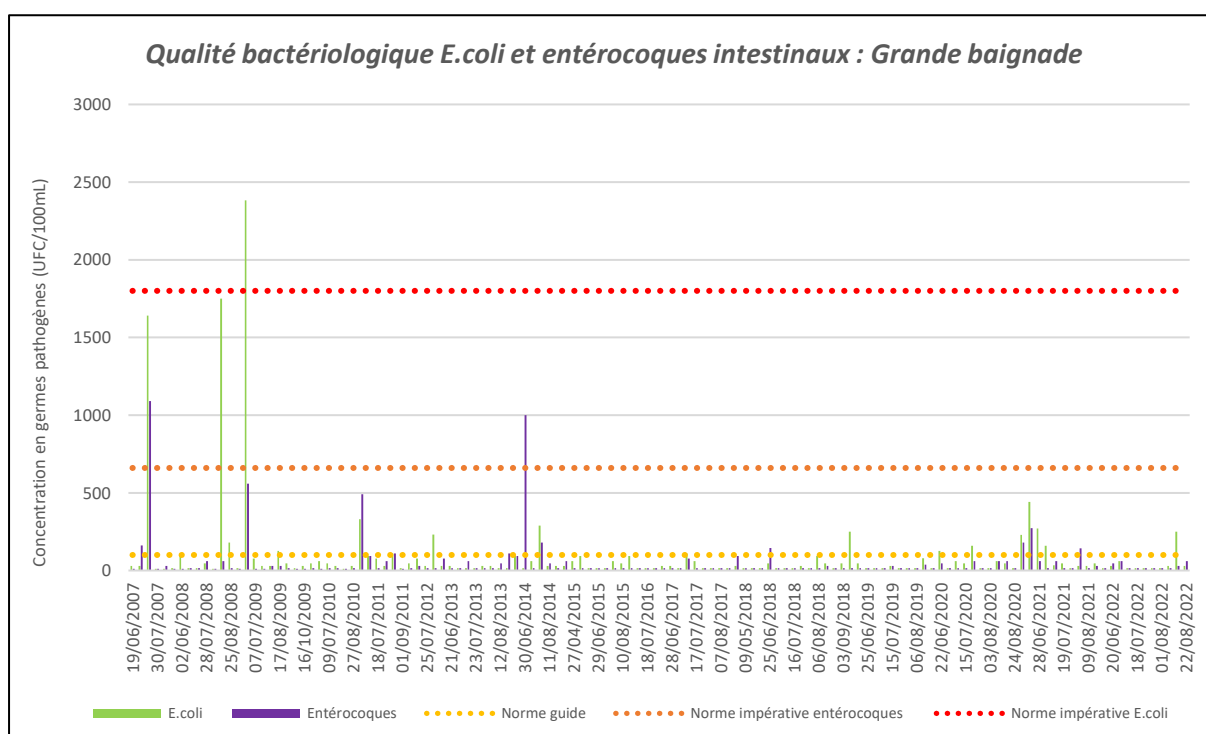


Figure 25 : Concentrations en E.coli et entérocoques intestinaux sur les eaux de la Grande baignade entre 2007 et 2022

Années	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Concentration moyenne en entérocoques intestinaux (UFC/100 ml)	318	25	70	13	130	30	43	220	15	15	31	25	19	32	75	29
Concentration moyenne en <i>E.coli</i> (UFC/100 ml)	428	239	280	35	109	83	29	76	50	19	34	45	26	56	120	48
Moyenne <i>E.coli</i> / Entérocoques	1,4	6,4	3,2	2,8	1,6	4,7	1,1	1,5	3,3	1,3	1,4	2,7	1,3	1,8	2,5	1,7
Dépassement du seuil guide	50%	33%	20%	0%	33%	20%	11%	33%	0%	0%	11%	14%	0%	20%	45%	10%
Dépassement du seuil de qualité	25%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nombre de prélèvements	4	9	10	5	6	5	9	6	8	4	9	14	10	10	11	10

Tableau 7 : Concentrations moyennes en germes pathogènes et pourcentage de dépassement des seuils guide et de qualité, en Grande baignade, entre 2007 et 2022

L'étude des résultats bactériologiques apporte les informations suivantes :

- Entre 2007 et 2022, la concentration moyenne en germes pathogènes est respectivement de 56 UFC/100 ml pour les entérocoques intestinaux et 97 UFC/100 ml pour les *E.coli* ;
- Sur l'ensemble des analyses (soit 130), 106 prélèvements, c'est-à-dire 82% des résultats sont considérés comme BONS, sans dépassement des normes guide ;
- 18%, soit 24 prélèvements, sont considérés comme MOYENS, avec 12 dépassements de la norme guide en entérocoques intestinaux et 19 dépassements en *E.coli* ;
- Seuls 3 prélèvements (2%) sont qualifiés de MAUVAIS. La norme impérative a été dépassée à une seule reprise pour les *E.coli* et à 2 reprises pour les entérocoques intestinaux ;
- On soulignera que les impacts bactériologiques les plus importants (avec dépassement des normes impératives) concernent uniquement les années 2007, 2009, et 2014 ;
- Depuis 2015, la norme impérative que ce soit pour les *E.coli* ou les entérocoques intestinaux, n'a pas été atteinte. On note une amélioration de la qualité de l'eau depuis 2012 ;
- Le ratio *E.coli*/entérocoques est variable selon les années : il est en moyenne de 2,5 sur les 16 années de suivi ;
- Entre 2012 et 2022 (excepté le 30/06/2014), l'ensemble des résultats est compatible avec la pratique des activités aquatiques.

Ces résultats témoignent d'une proportion de résultats MOYENS qui reste significative, mettant en évidence un bruit de fond bactériologique persistant. Cette contamination peut potentiellement trouver deux origines : animale (forte présence de l'avifaune) et humaine (surfréquentation de la zone baignée et/ou eaux usées).

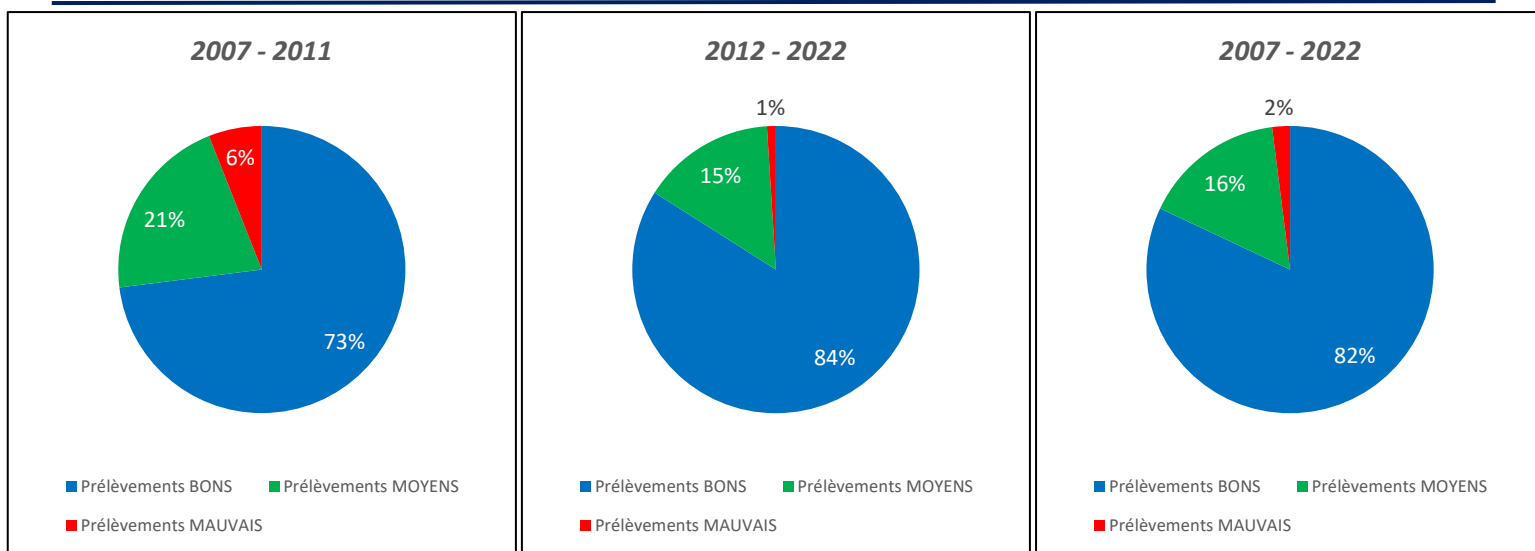


Figure 26 : Proportion de résultats bactériologiques BONS, MOYENS et MAUVAIS en zone de Grande baignade entre 2007 et 2022

Conformément à la réglementation en vigueur (Directive 2006/7/CE), et en se référant à la méthodologie de calcul utilisée par l'ARS, le classement de la qualité de l'eau a été établi de 2010 à 2022. Sur la base des résultats acquis depuis 2007, et donc sur quatre années consécutives, les résultats statistiques font état d'une eau de baignade de **BONNE** qualité pour les années 2010 et 2014, et d'une eau de qualité **EXCELLENTE** entre 2011 et 2013 et entre 2015 et 2022. Ce statut est actualisé tous les ans.

La qualité bactériologique de l'eau de la Grande baignade de Champs-sur-Marne est donc compatible avec la pratique de la baignade.

Années	Résultat Escherichia coli au 95ème percentile (UFC/100mL)	Résultat entérocoques intestinaux au 95ème percentile (UFC/100mL)	Résultat Escherichia coli au 90ème percentile (UFC/100mL)	Résultat entérocoques intestinaux au 90ème percentile (UFC/100mL)
2010	576	175	329	108
2011	462	156	280	101
2012	345	167	227	109
2013	170	155	122	106
2014	198	297	140	191
2015	147	158	107	108
2016	111	151	83	102
2017	119	129	88	89
2018	103	45	77	37
2019	80	47	61	38
2020	104	57	78	45
2021	174	90	121	67
2022	181	98	126	73
Valeur seuil excellente qualité	500	200	/	/
Valeur seuil bonne qualité	1000	400	/	/
Valeur seuil qualité suffisante	/	/	900	330

Tableau 8 : Classement de la qualité des eaux de baignade de la Grande baignade de Champs-sur-Marne suivant les normes en vigueur

4.4.2. Petite baignade

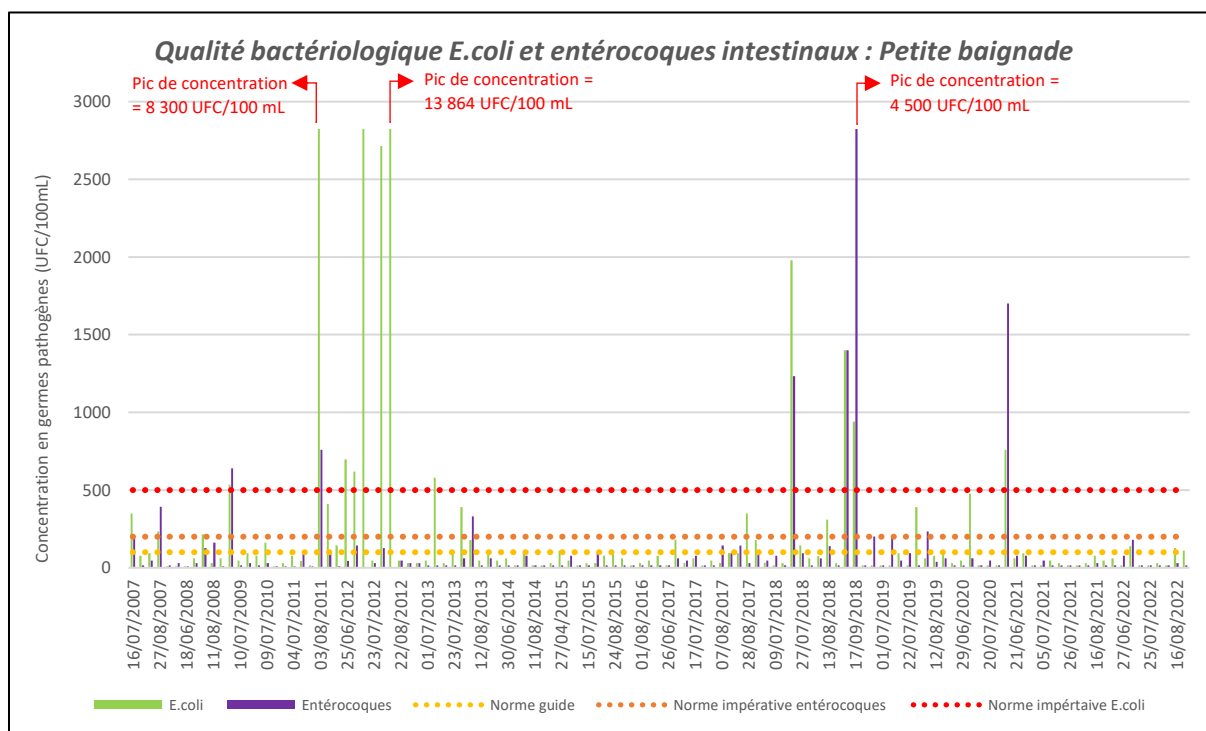


Figure 27 : Concentrations en E.coli et entérocoques intestinaux sur les eaux de la Petite baignade entre 2007 et 2022

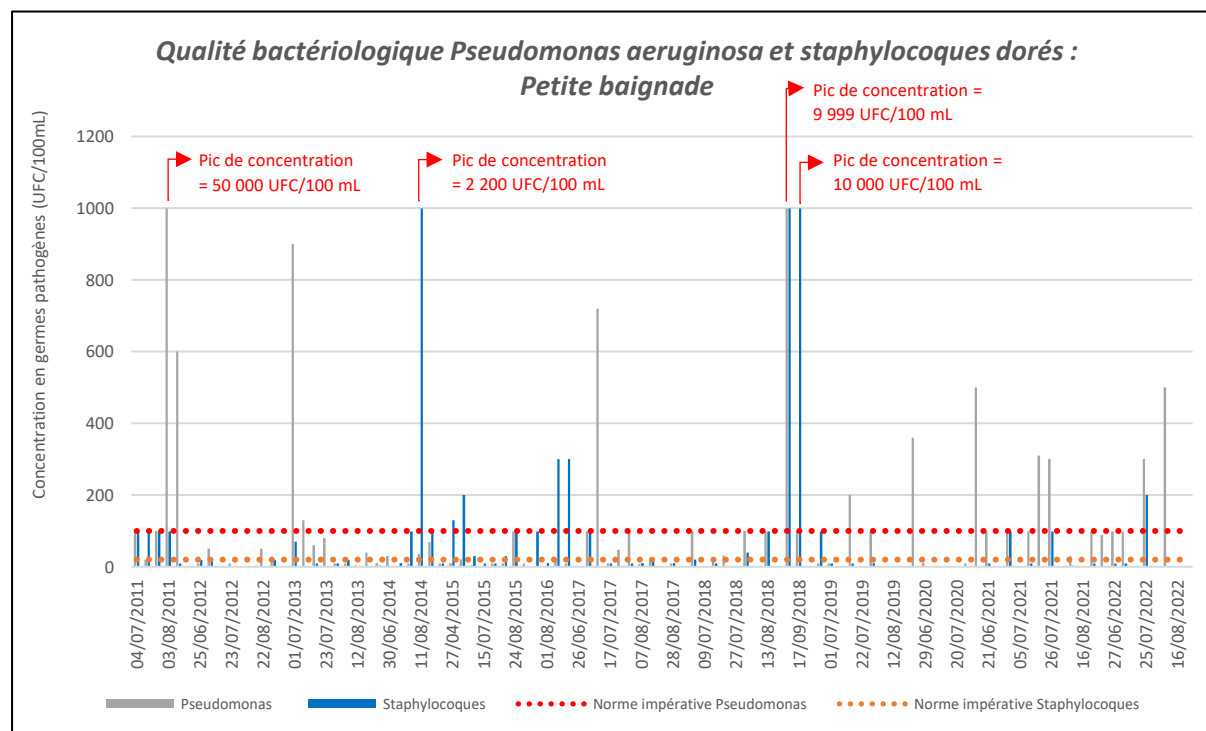


Figure 28 : Concentrations en Pseudomonas aeruginosa et staphylocoques dorés pour les eaux de la Petite baignade entre 2011 et 2022

Années	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Concentration moyenne en entérocoques intestinaux (UFC/100 ml)	162	55	175	20	148	65	60	25	35	15	60	641	92	267	30	42
Concentration moyenne en <i>E.coli</i> (UFC/100 ml)	189	57	188	86	1 289	2 319	167	38	57	38	90	433	81	194	40	59
Moyenne <i>E.coli</i> / Entérocoques	2,4	1,7	3,0	3,2	5,9	6,5	7,2	1,7	3,2	2,5	2,6	1,6	3,4	2,2	1,6	2,4
Concentration moyenne en staphylocoques (UFC/100 mL)	-	-	-	-	68*	12	12	483*	72*	102*	93*	1 681*	13*	1*	21*	28
Concentration moyenne en pseudomonas (UFC/100 mL)	-	-	-	-	8 470	28	138	25	22	8	42	121	32	126	94	156*
Dépassement du seuil de qualité	25%	0%	25%	0%	71 %*	56%	33%	50%*	71%*	50%*	27%*	50%*	30%*	29%*	27%*	22%*
Nombre de prélèvements	4	7	4	2	7	9	9	6	7	4	11	12	10	7	11	9

*Il faut noter que certains prélèvements présentent des résultats illisibles. La méthodologie du laboratoire pour les staphylocoques ne permet également pas de définir précisément la valeur pour cet indicateur (dilution de l'échantillon initial) concernant certains prélèvements.

Tableau 9 : Concentrations moyennes en germes pathogènes et pourcentage de dépassement des seuils de qualité en Petite baignade entre 2007 et 2022

Les résultats bactériologiques mettent en évidence les points suivants :

- Entre 2007 et 2022, la concentration moyenne en *E.coli* est de 366 UFC/100 ml et celle des entérocoques intestinaux est de 137 UFC/100 ml. Sur les 16 dernières années, la concentration moyenne en pseudomonas et staphylocoques est respectivement de 614 UFC/100 ml pour les premiers et de 265 UFC/100 ml pour les seconds ;
- Sur l'ensemble des analyses (soit 119 prélèvements), 47% sont considérés comme BONS, aucun des seuils guide et de qualité n'ayant été dépassé ;
- Un nombre important d'analyses est considéré comme MAUVAIS (environ 36% des prélèvements). Il est important de préciser que de nombreux résultats présentant des valeurs qui ne sont pas définies de manière précise, il est difficile de statuer sur la bonne qualité ou non de ces prélèvements ;
- On notera que les staphylocoques et pseudomonas, sont très régulièrement déclassants et responsables de la mauvaise qualité des eaux (des dépassements réguliers des concentrations en entérocoques et *E.coli*, sont également à souligner). Ces germes pathogènes, et tout particulièrement les premiers, sont des indicateurs assez fiables de la potentielle surfréquentation d'un site par les baigneurs. On ajoutera que les années 2011 et 2018 sont particulièrement impactées ;
- Le ratio *E.coli*/entérocoques est très variable selon les années ; il est en moyenne, sur les 16 ans de suivi, de 3,2.

Ces résultats témoignent d'une contamination bactériologique prononcée et significative, mettant en évidence l'existence d'un impact important. Les concentrations en germes indicateurs de contamination fécale sont particulièrement élevées et supérieures à la norme guide de 100 UFC/100 ml. Le ratio *E.coli*/entérocoques qui est également élevé, ainsi que le dépassement régulier des concentrations en staphylocoques et parfois en *Pseudomonas*, tendent à indiquer que l'impact est plutôt d'origine mixte : animal et humain.

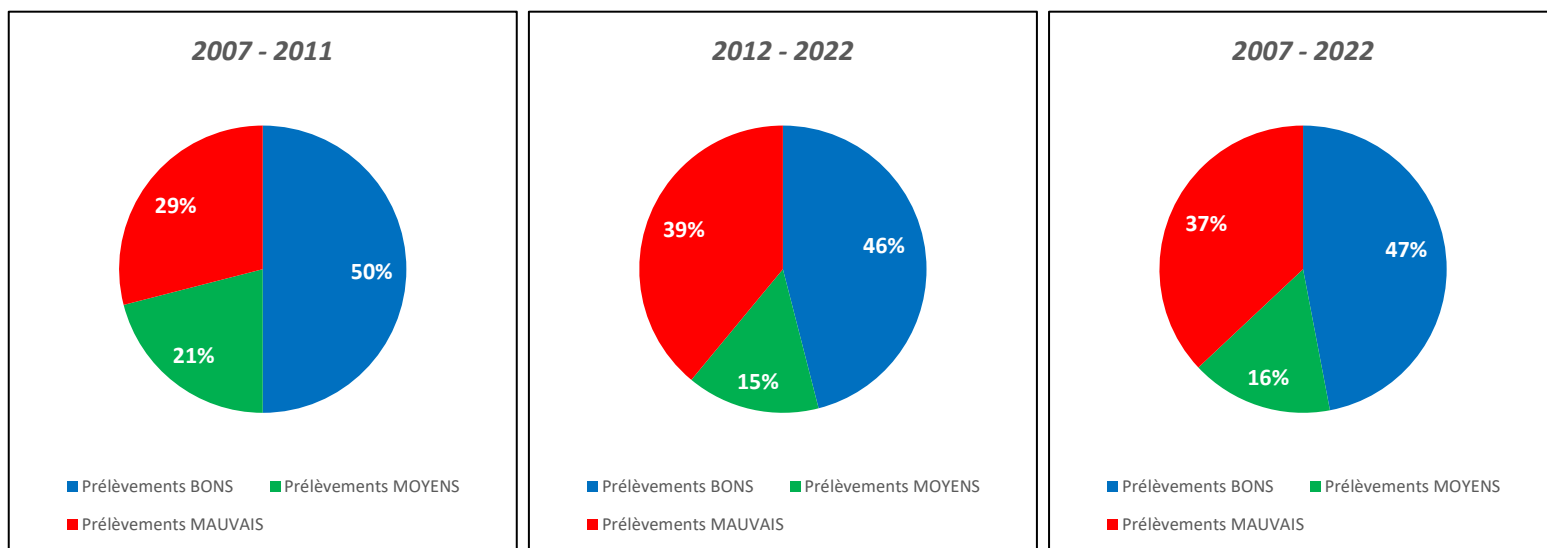


Figure 29 : Proportion de résultats bactériologiques BONS, MOYENS et MAUVAIS en zone de Petite baignade entre 2007 et 2022

En ce qui concerne l'eau de remplissage provenant du forage, les résultats bactériologiques et les mesures de concentration en phosphore total, issus des analyses réalisées entre 2017 et 2022, sont synthétisés dans les graphiques et le tableau suivants :

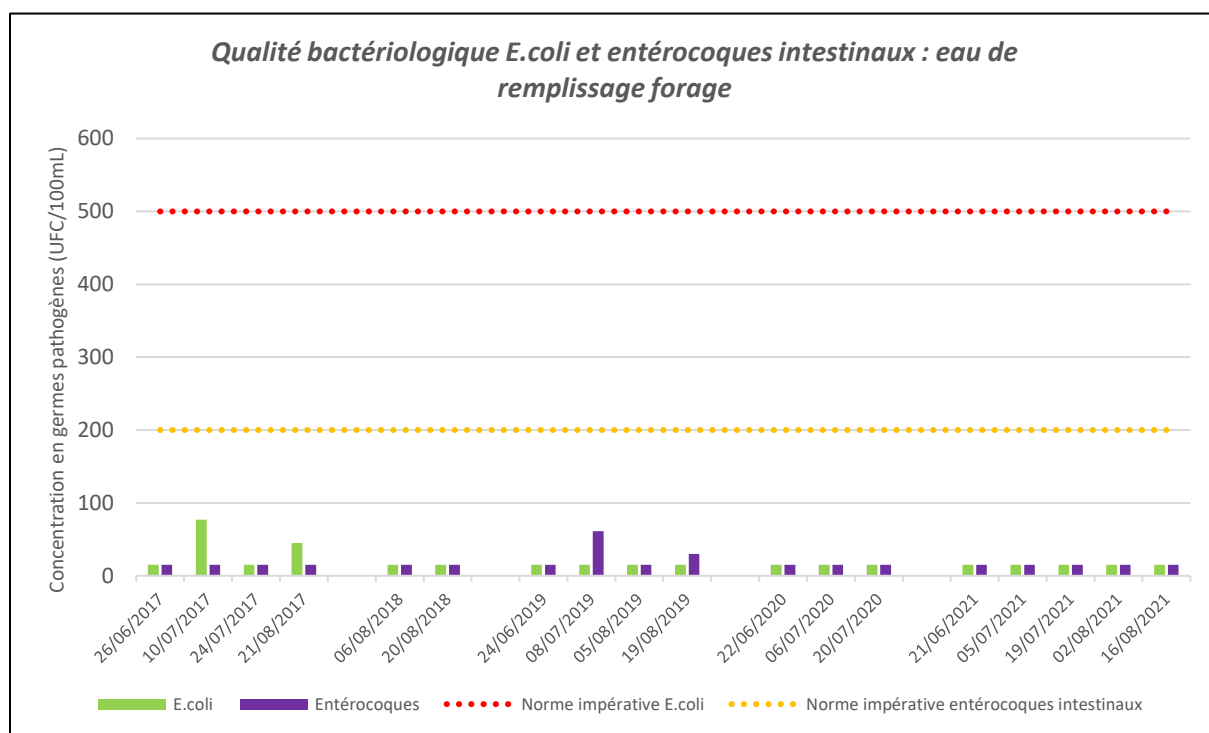


Figure 30 : Concentrations en E.coli et entérocoques intestinaux sur l'eau provenant du forage entre 2017 et 2021

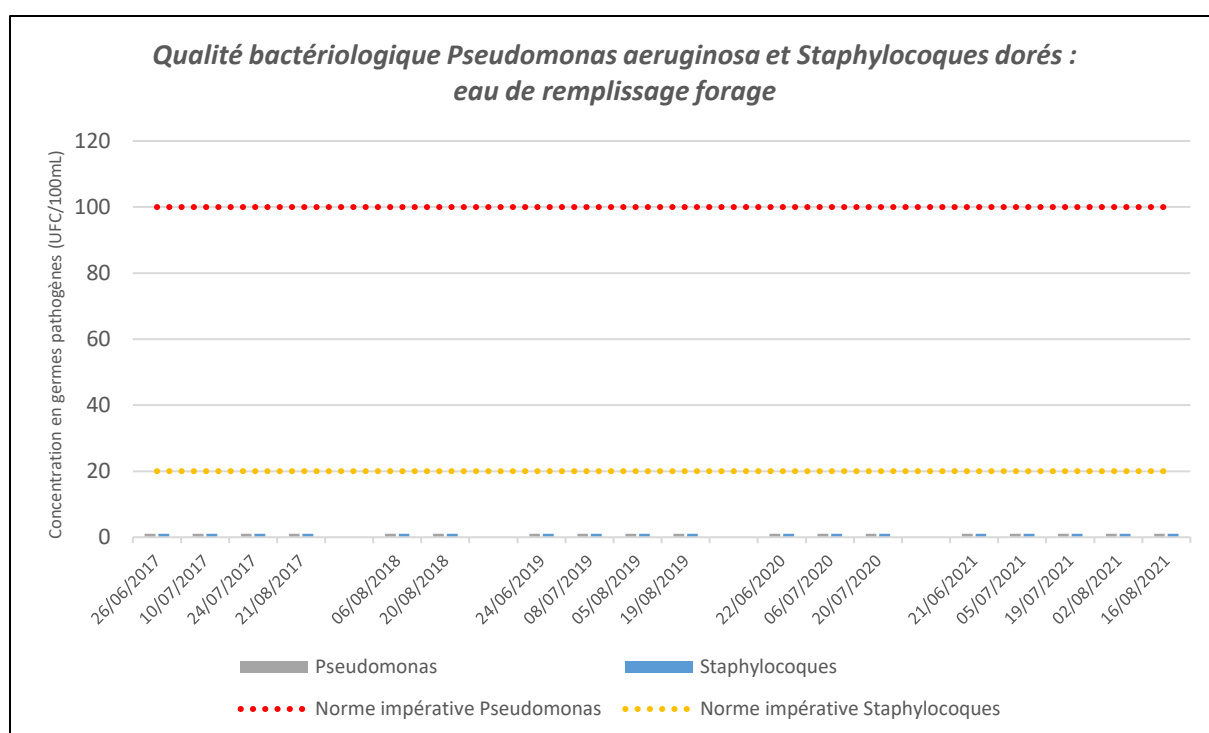


Figure 31 : Concentrations en Pseudomonas aeruginosa et staphylocoques dorés sur l'eau provenant du forage entre 2017 et 2021

Date	Concentration en phosphore total (mg/L)
26/06/2017	< 0,023
10/07/2017	0,046
24/07/2017	< 0,023
21/08/2017	0,023
06/08/2018	< 0,023
20/08/2018	< 0,023
24/06/2019	< 0,023
08/07/2019	0,091
05/08/2019	0,023
19/08/2019	0,069
22/06/2020	<0,023
06/07/2020	<0,023
20/07/2020	<0,023
21/06/2021	<0,023
05/07/2021	<0,023
19/07/2021	<0,023
02/08/2021	<0,023
16/08/2021	<0,023

Norme impérative	30
------------------	----

Tableau 10 : Concentration en phosphore total de l'eau provenant du forage entre 2017 et 2021

Les résultats concernant les analyses bactériologiques et physico-chimiques de l'eau de remplissage du forage nous indiquent que :

- Pour les 5 années de suivi, la concentration moyenne en *E.coli* est de 20 UFC/100 ml. Elle est de 18 UFC/100 ml pour les entérocoques intestinaux. En ce qui concerne les staphylocoques et les pseudomonas, la concentration moyenne est inférieure à 1 UFC/100 ml pour les deux indicateurs ;
- Sur les 18 analyses effectuées, 100% des résultats sont considérés comme BONS, sans qu'aucun des seuils de qualité applicable aux baignades dites « artificielles », ne soit dépassé ;
- Le ratio *E.coli* / entérocoques est en moyenne de 1,3 ;
- Pour l'ensemble des années, les concentrations en phosphore total sont toutes inférieures à la norme impérative de 30 mg/L. La totalité des prélèvements sont donc considérés comme BONS.

Aucun des paramètres n'est ici déclassant, que ce soit pour la bactériologie ou la physico-chimie. Aucun bruit de fond n'est d'ailleurs enregistré. L'eau du forage est par conséquent considéré comme de BONNE qualité et peut être utilisée sans restriction pour alimenter la Petite baignade.

Conformément à la réglementation en vigueur (Directive 2006/7/CE) et en se référant à la méthodologie de calcul utilisée par l'ARS, le classement de la qualité de l'eau a été établi de 2010 à 2022. Sur la base des résultats acquis depuis 2007, et donc sur quatre années consécutives, les résultats statistiques révèlent une eau de baignade de qualité **INSUFFISANTE** pour les années 2012, 2013, et 2019 à 2021, une eau de qualité **SUFFISANTE** pour les années 2011, 2014 et 2018, une eau de **BONNE** qualité pour les années 2010, 2015 et 2022, et une eau d'**EXCELLENTE** qualité pour les années 2016 et 2017. Ce statut est actualisé tous les ans.

La qualité bactériologique de l'eau de la Petite baignade de Champs-sur-Marne est très variable selon les années et ponctuellement insuffisante.

Années	Résultat Escherichia coli au 95ème percentile (UFC/100mL)	Résultat entérocoques intestinaux au 95ème percentile (UFC/100mL)	Résultat Escherichia coli au 90ème percentile (UFC/100mL)	Résultat entérocoques intestinaux au 90ème percentile (UFC/100mL)
2010	522	366	326	223
2011	1 050	343	571	204
2012	2 156	358	1 135	220
2013	1 661	248	914	160
2014	1 264	213	706	140
2015	611	129	379	93
2016	251	91	177	67
2017	177	108	129	79
2018	564	533	354	311
2019	586	595	360	352
2020	700	697	416	406
2021	597	629	356	362
2022	246	218	164	144
Valeur seuil excellente qualité	500	200	/	/
Valeur seuil bonne qualité	1000	400	/	/
Valeur seuil qualité suffisante	/	/	900	330

Tableau 11 : Classement de la qualité des eaux de baignade de la Petite baignade de Champs-sur-Marne suivant les normes en vigueur

4.4.3. Centre

Le suivi bactériologique de la station du Centre du lac est effectif depuis 2012. Les résultats collectés depuis cette même année jusqu'en 2021 (aucune analyse n'ayant été réalisée en 2022) sont compilés dans le graphique et le tableau ci-dessous :

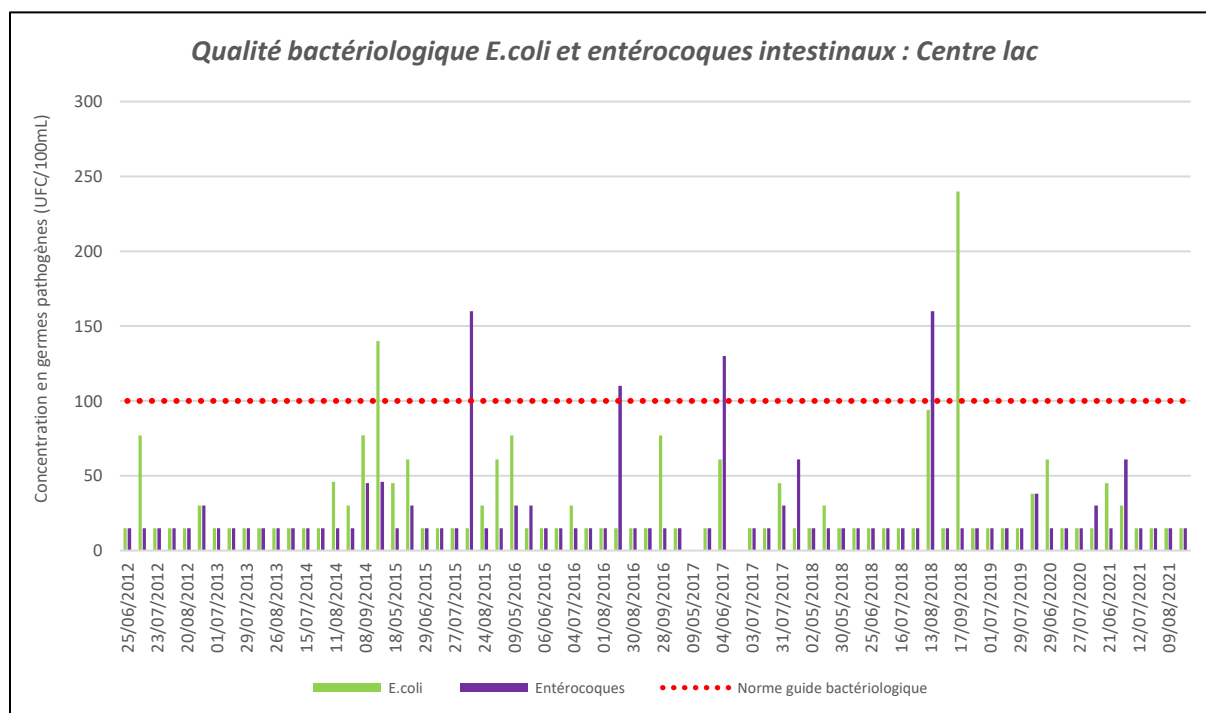


Figure 32 : Concentrations en *E.coli* et entérocoques intestinaux sur les eaux du Centre du lac entre 2012 et 2021

Années	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Concentration moyenne en entérocoques intestinaux (UFC/100 ml)	18	15	20	39	25	40	28	20	19	23
Concentration moyenne en <i>E.coli</i> (UFC/100 ml)	28	15	33	42	30	26	44	20	27	23
Moyenne <i>E.coli</i> / Entérocoques	1,7	1,0	1,6	1,6	1,7	0,9	2,4	1,0	1,6	1,2
Dépassement du seuil guide	0%	0%	0%	25%	8%	14%	18%	0%	0%	0%
Dépassement du seuil de qualité	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nombre de prélèvements	6	5	6	8	12	7	11	5	4	6

Tableau 12 : Concentrations moyennes en germes pathogènes et pourcentage de dépassement des seuils guide et de qualité au Centre du lac entre 2012 et 2021

L'étude de ces résultats amène les conclusions suivantes :

- Au cours des 10 années de suivi, la concentration moyenne en germes pathogènes est de 31 UFC/100 ml pour les *E.coli* et 26 UFC/100 ml pour les entérocoques intestinaux ;
- Sur l'ensemble des résultats, soit 70 prélèvements, 91% (64 prélèvements) sont considérés comme BONS ;
- Seulement 9%, soit 6 prélèvements sont qualifiés de MOYENS, avec 2 dépassements de la norme guide pour les *E.coli* et 4 dépassements de la norme guide pour les entérocoques. On notera que le seuil guide a seulement été dépassé entre les années 2015 et 2018 ;
- Aucun des prélèvements n'est considéré comme MAUVAIS, la norme impérative n'ayant jamais été atteinte ;
- Le rapport *E.coli*/entérocoques est globalement stable suivant les années : en moyenne sur 10 ans, ce ratio est de 1,6.

Au vu de ces résultats, l'eau est qualifiée d'EXCELLENTE d'un point de vue bactériologique entre 2012 et 2021. Les concentrations moyenne en germes pathogènes sont relativement faibles et le ratio *E.coli*/entérocoques, qui est de 1,6, tend à indiquer que le léger bruit de fond bactérien est d'origine « naturelle » (avifaune abondante sur le site).

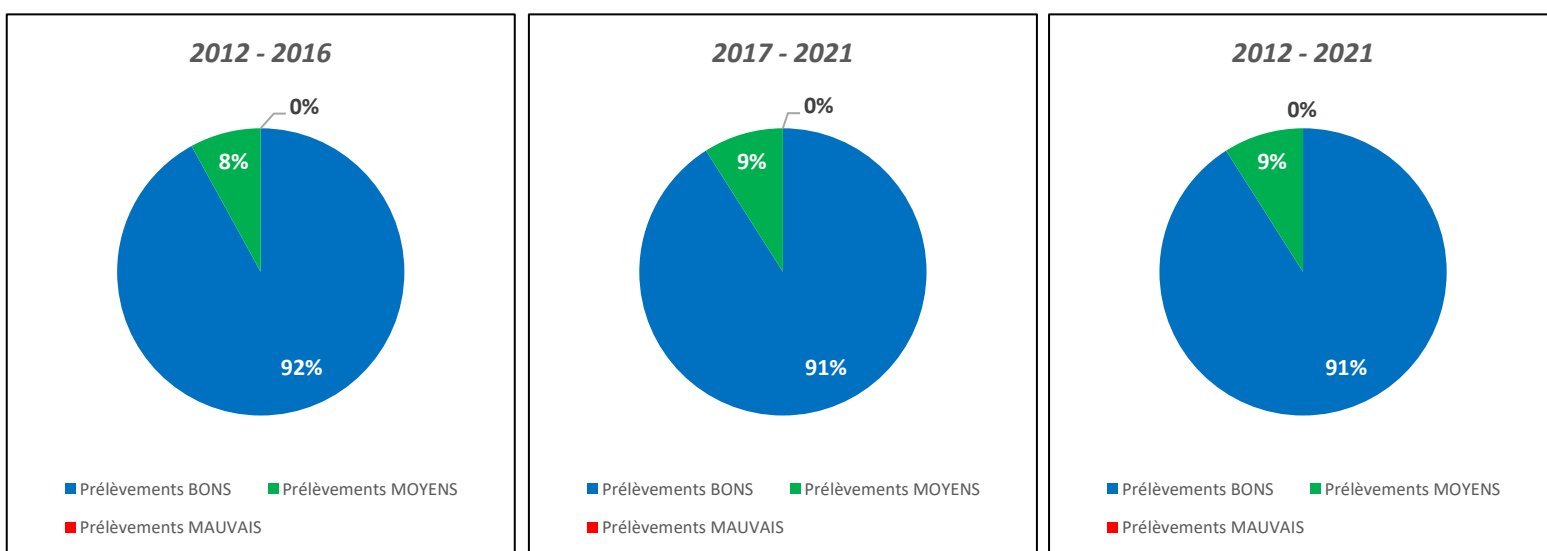


Figure 33 : Proportion de résultats bactériologiques BONS, MOYENS et MAUVAIS au Centre du lac entre 2012 et 2021

Conformément à la réglementation en vigueur (Directive 2006/7/CE) et en se référant à la méthodologie de calcul utilisée par l'ARS, le classement de la qualité de l'eau a été établi de 2015 à 2021. Sur la base des résultats acquis depuis 2012, et donc sur quatre années consécutives, les résultats statistiques révèlent une eau de baignade de qualité **EXCELLENTE, et ce depuis 2015**. Ce statut est actualisé tous les ans.

La qualité bactériologique de l'eau du lac de Champs-sur-Marne est donc parfaitement compatible avec la pratique des activités aquatiques et nautiques.

Années	Résultat Escherichia coli au 95ème percentile (UFC/100mL)	Résultat entérocoques intestinaux au 95ème percentile (UFC/100mL)	Résultat Escherichia coli au 90ème percentile (UFC/100mL)	Résultat entérocoques intestinaux au 90ème percentile (UFC/100mL)
2015	72	48	56	39
2016	74	54	58	43
2017	79	70	61	54
2018	87	73	66	56
2019	74	62	57	48
2020	72	64	55	48
2021	70	46	54	38
Valeur seuil excellente qualité	500	200	/	/
Valeur seuil bonne qualité	1000	400	/	/
Valeur seuil qualité suffisante	/	/	900	330

Tableau 13 : Classement de la qualité des eaux du Centre du lac de Champs-sur-Marne suivant les normes en vigueur

5. Actualisation des sources d'impact, des risques, et du diagnostic

Les principales sources de pollution relevées sur le lac de Champs-sur-Marne sont similaires à la première version du profil de baignade de 2012 et de sa réactualisation de 2016, où elles ont été précisément identifiées et détaillées.

La remise en perspective du diagnostic portera sur les sources majeures d'impacts pouvant compromettre la qualité de l'eau de baignade.

5.1. Activités de baignade et impacts associés

On rappelle qu'en zone de baignade, les baigneurs peuvent être à l'origine d'une contamination interhumaine. Cette contamination provient entre autres des germes indicateurs de contamination fécale (entérocoques et *E. coli*), marqueurs retenus pour qualifier le niveau de risque. C'est la raison pour laquelle des normes ont été établies par l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) afin de limiter la concentration de baigneurs en eau libre pour réduire les risques de contamination.

Suivant les recommandations de l'ANSES il est admis un volume minimum de manière instantanée qui doit être de 10m³/baigneur (FMI), et un volume journalier de 3m³/baigneur/jour.

Le volume de la **Grande baignade** étant de 800 m³, celle-ci permet d'accueillir au maximum 80 baigneurs simultanément (FMI) et 267 baigneurs sur la journée.

Pour la **Petite baignade**, le volume est d'environ 390 m³, permettant donc d'accueillir au maximum 130 baigneurs sur une journée, avec une FMI de 39 baigneurs.

Pour éviter toute contamination interhumaine, il est impératif de respecter ces préconisations.

Pour la **Grande baignade**, on recense environ 343 baigneurs par jour, pour une fréquentation instantanée d'environ 113 baigneurs. En effet, sont présents 3 groupes de 100 enfants, répartis par paliers de 2h, ainsi que leurs accompagnants, au nombre de 1 pour 8 enfants (soit 13 pour 100 enfants).

En ce qui concerne la **Petite baignade**, environ 155 baigneurs par jour peuvent être dénombrés, pour une fréquentation instantanée pouvant aller jusqu'à 36 baigneurs. L'organisation de la fréquentation de la Petite baignade est la suivante : en juillet, présence de 4 groupes de 32 enfants avec une rotation toutes les 1h30, et en août, 3 groupes de 32 enfants avec une rotation toutes les 2h. A ces groupes d'enfant, s'ajoutent les accompagnateurs adultes.

Ces estimations semblent mettre en évidence un dépassement des préconisations de l'ANSES et donc une surfréquentation des deux zones de baignade. Cette hypothèse semble notamment confirmée au niveau de la Petite baignade avec des dépassements réguliers des concentrations en staphylocoques, bon indicateur d'une fréquentation potentiellement excessive. Au niveau de la Grande baignade, certaines des analyses mettant en évidence la présence significative d'*E.coli*, sans concentrations excessives d'entérocoques, peuvent également être associée à une surfréquentation de la baignade (et/ou un défaut d'hygiène des baigneurs).

Le risque de contamination bactériologique interhumaine peut donc être considéré comme FORT, et ce pour les deux zones de baignade.

Il faut également noter que l'activité de baignade est susceptible de générer localement une altération de la transparence de l'eau du fait de la remise en suspension du sédiment/substrat par les baigneurs eux-mêmes. Le niveau de risque dépend du nombre de baigneurs, ainsi que de la taille et de la densité des particules remises en suspension (capacité à décanter).

Au fil du temps, le lessivage du sable fin présent en plage de baignade est susceptible d'interférer avec la transparence de l'eau, plus particulièrement lorsque la fréquentation du site est importante. Cependant, afin de pallier à cette problématique et dans le but d'éviter le comblement progressif des zones de baignade, le sable est remonté annuellement sur la plage.

Le risque turbidigène est par conséquent limité et peut donc être qualifié de FAIBLE.

5.2. Activités agricoles

Comme déjà évoqué dans les précédents documents (profil de baignade initial et réactualisation), la pression agricole est importante sur le bassin versant de la Marne. On rappelle que les pratiques culturales et l'élevage sont à l'origine de l'enrichissement du milieu, notamment du fait de l'utilisation d'engrais. Les composés azotés migrent plus facilement à travers les sols, contrairement au phosphore qui a tendance à s'y fixer. Etant donné les relations existantes entre la Marne et son aquifère alluvial et de ce dernier avec le plan d'eau, il est possible qu'il existe à ce niveau, un facteur de déséquilibre par dynamisation de la chaîne trophique.

On soulignera également que le lac de Champs-sur-Marne est inclus dans un environnement très urbanisé, mais qu'il est entouré de zones boisées qui jouent un rôle de barrière physique à l'écoulement surfacique. Les parcelles agricoles sont éloignées du plan d'eau, les plus proches se situant à environ 3km (pression agricole limitée), et elles présentent donc un risque de contamination directe **FAIBLE**. Les apports directs d'engrais et de xénobiotiques par les eaux de ruissellement sont donc limités voire nuls.

5.3. Eaux pluviales

Le rôle des apports météoriques directs par les eaux pluviales est très faible. Le ruissellement est susceptible d'avoir un impact significatif sur la qualité de l'eau, notamment du fait de la forte présence d'avifaune sur le site. Le lessivage des fientes a une incidence sur la charge bactérienne présente dans des eaux de baignade qui sont relativement confinées, ce phénomène étant davantage marqué au niveau de la Petite baignade où l'eau ne circule pas. On note que ce problème n'est par ailleurs pas relevé au niveau du centre du plan d'eau.

La zone d'écoulement surfacique direct au plan d'eau est présentée en orange sur la figure ci-dessous :



Figure 34 : Zone d'écoulement surfacique direct au plan d'eau (en orange) ; en rouge : limite de la base de loisirs

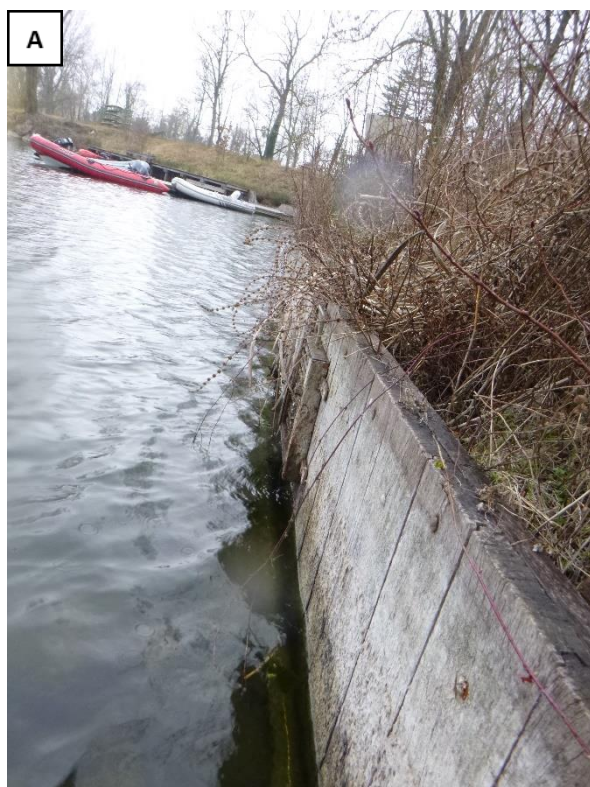




Photo 3 : (A) Grille d'évacuation inconnue, (B) Ruissellement direct chemin au nord, directement dans le lac, (C) Ruissellement direct route à l'extrémité nord-ouest, dans le lac, (D) Ruissellement direct berge est, directement dans le lac

Le reste du site voit ses eaux pluviales drainées vers la Marne via un réseau séparatif.

On rappelle également que les eaux pluviales du contexte amont sont drainées par le ruisseau du Merdereau qui jouxte le site et se jette dans la Marne au droit de la base.



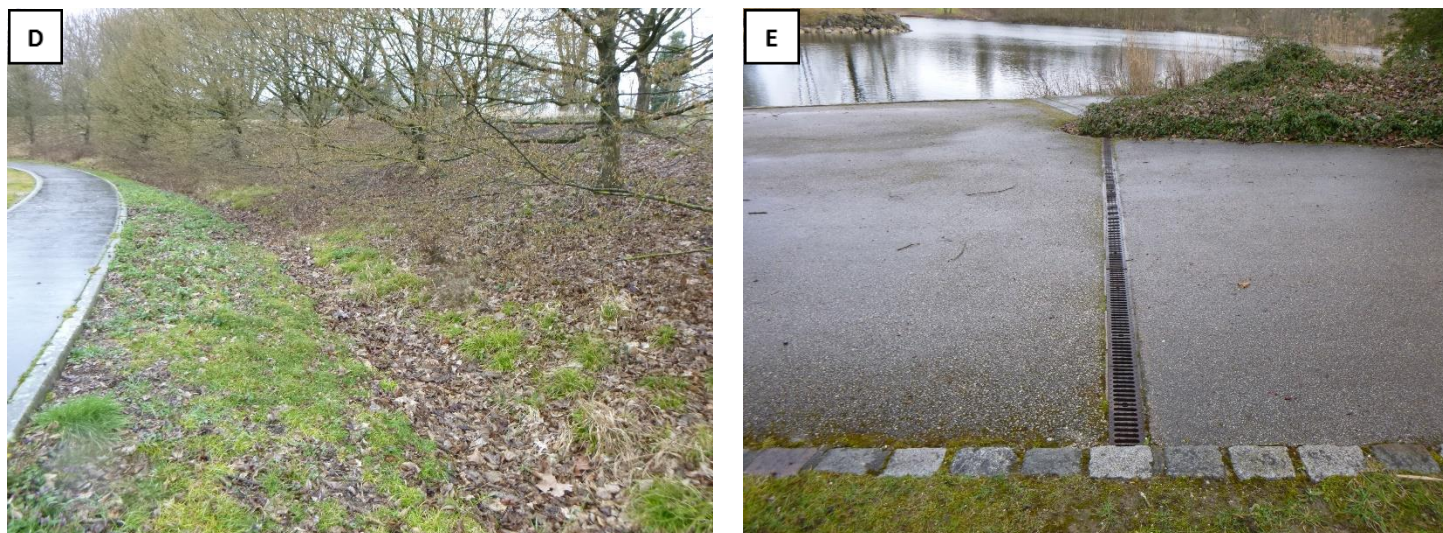


Photo 4 : (A), (B) et (C) Limite zone d'écoulement direct et eau canalisée au nord du plan d'eau, (D) Fossé typique retrouvé sur le site, (E) Récupération des eaux pluviales

Des investigations avaient précédemment été réalisées au niveau d'un puits situé entre le ruisseau du Merdereau et le lac de Champs-sur-Marne, afin d'étudier la nature des échanges pouvant exister entre les deux. Si ce transfert du ru vers le lac existe, le débit en serait très faible et cette source d'impact potentielle peut donc être considéré comme **MINIME**.

L'inspection du réseau pluvial par le service Eau et Assainissement du Conseil Général 93 dans le secteur de la Grande baignade, n'avait mis en évidence aucun dysfonctionnement ou défaut du système.

L'expertise réalisée au niveau de la Petite baignade faisait état d'une fuite sur le réseau de collecte des eaux pluviales au droit de la voie goudronnée qui surplombe celle-ci. En effet, des canalisations enterrées avaient été endommagées par des racines sur une longueur de 9m. En 2012, ce tronçon défaillant avait été réhabilité et réparé.

La structure du réseau pluvial est présentée sur la figure ci-après :

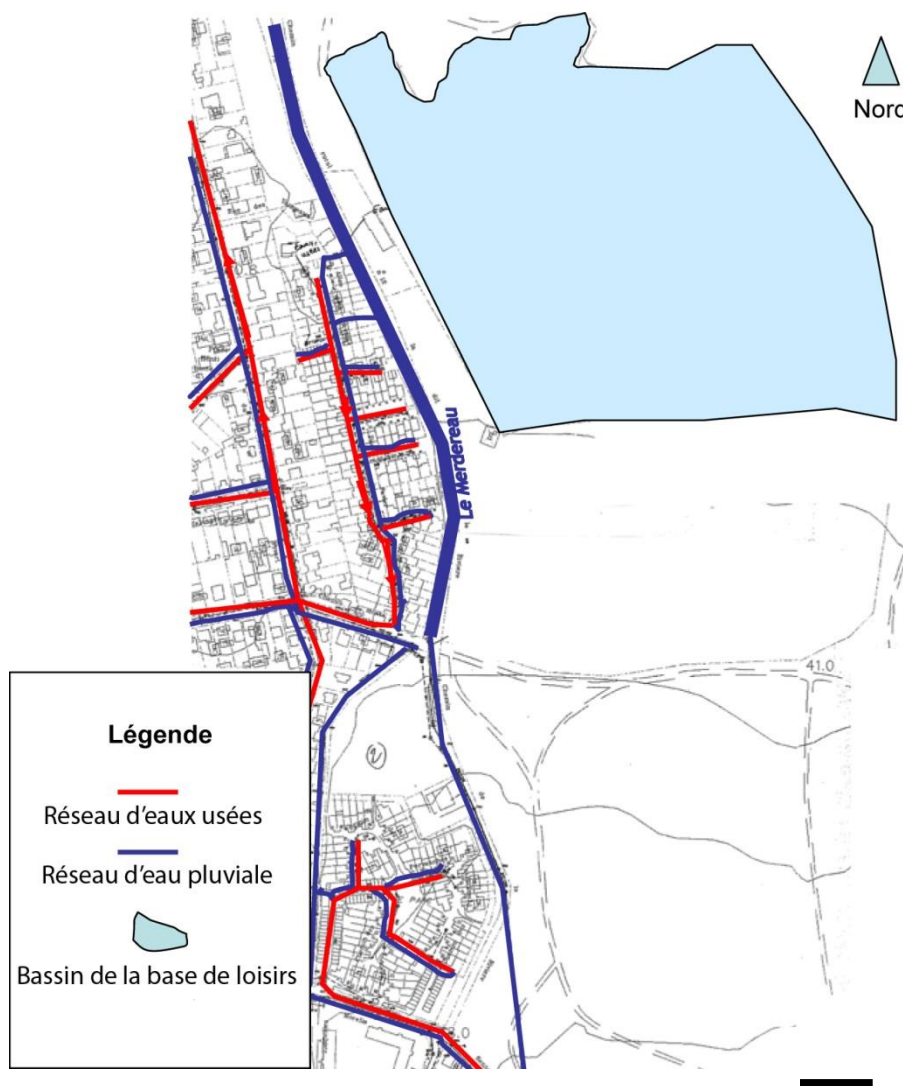


Figure 35 : Réseaux de collecte des eaux usées et des eaux pluviales

Comme déjà évoqué dans le rapport initial et le document de réactualisation, il n'a pas été relevé de corrélation significative entre précipitations et occurrence des pics de germes. Par ailleurs, la présence de fientes d'avifaune à proximité des zones de baignade demeure un facteur de risque. Ainsi, bien qu'aucune relation significative n'existe entre pluviométrie et concentration excessive en germes fécaux, on peut supposer que le lessivage des secteurs « souillés » par les oiseaux aquatiques (fientes présentes notamment au niveau des pontons et passerelles) est de nature à accroître les risques de contamination bactériologique. Un problème multifactoriel semble donc exister à ce niveau :

- En l'absence d'avifaune significative, le lessivage pluvial n'est que peu impactant ;
- En l'absence de pluie, la présence d'oiseaux est moins pénalisante sur le plan sanitaire.

5.4. Eaux usées

Les eaux usées du site sont récupérées par un réseau de traitement collectif.

L'absence d'ANC (assainissement non collectif) est toujours d'actualité sur la zone d'étude. A priori, aucun rejet sauvage n'est également présent et susceptible d'impacter la qualité de l'eau du lac par infiltration.

La structure du réseau d'assainissement collectif est présentée sur les schémas suivants :



Figure 36 : Réseau d'évacuation des eaux usées de la base de loisirs de Champs-sur-Marne

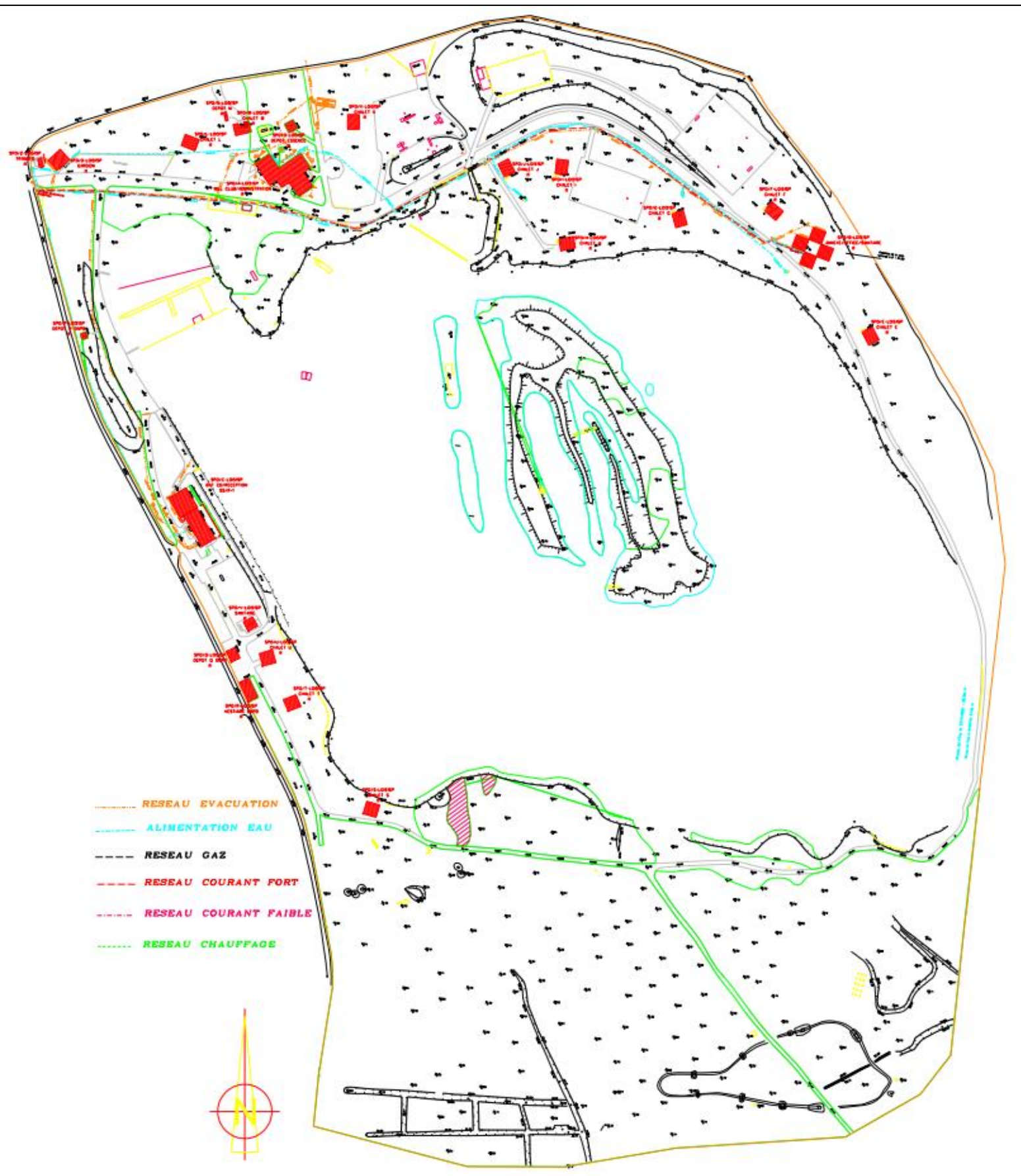


Figure 37 : Plan de masse des réseaux de la base de loisirs de Champs-sur-Marne

Le réseau de collecte des eaux usées de la base de loisirs de Champs-sur-Marne avait déjà fait l'objet d'une inspection complète en 2013, des caméras ayant été utilisées pour réaliser un diagnostic exhaustif. Cette mission avait permis de confirmer le bon état du réseau.

En 2018, le réseau d'assainissement a fait l'objet d'un nouveau diagnostic et les réhabilitations et améliorations nécessaires ont été effectuées, permettant de valider le bon fonctionnement de celui-ci. En 2022, des opérations ont également été diligentées : un changement des vannes du trop-plein a été effectué.

A priori, aucun dysfonctionnement du réseau d'eaux usées susceptible de générer un impact sanitaire bactériologique significatif, n'est donc à noter.

5.5. Avifaune

Comme déjà évoqué dans les précédentes études, l'avifaune est très abondante sur le plan d'eau de Champs-sur-Marne. Suite à la visite de terrain du 13 mars 2023, environ 420 oiseaux ont pu être dénombrés, dont 180 foulques, 10 cygnes, 210 mouettes, et 20 oies Bernache. De précédentes observations révèlent également la présence en abondance significative des espèces suivantes : hérons, cormorans, ou encore canards. On notera qu'une partie des espèces identifiées est ichtyophage, ce qui contribue à augmenter les apports en phosphore dans le plan d'eau par le biais de leurs déjections.



Photo 5 : Avifaune abondante sur le site d'étude



Photo 6 : Avifaune sur le plan d'eau et fientes sur le ponton

Une avifaune nombreuse, comme c'est le cas ici, est susceptible d'entraîner une détérioration de la qualité bactériologique des eaux de baignade, la contamination pouvant se faire soit de façon directe sur le plan d'eau, soit de manière indirecte via les eaux de ruissellement. L'avifaune peut également représenter une source d'enrichissement du milieu en nutriments (fientes riches en phosphore et azote), l'ampleur de la contamination étant logiquement proportionnelle à la densité d'avifaune sur site. Cet enrichissement trophique favorise à terme le développement des producteurs primaires que sont les plantes aquatiques et le phytoplancton, dont les cyanobactéries. Le flux de phosphore lié à l'avifaune sera évalué dans la suite du document.

On notera que certains pics d'entérocoques et d'*E.coli* semblent plaider en faveur de ce type de contamination (on rappelle qu'un ratio de 1 entre abondance d'*E.coli* / entérocoques, semble orienter vers une contamination de type animale, dont les oiseaux très abondants ici).

On rappelle également que les baigneurs peuvent également être affectés par une dermatite parasitaire transmise par les canards. Toutefois, aucun épisode de cercariose n'a cependant été relaté à ce jour.

Le risque bactériologique lié à la présence de l'avifaune peut être considéré comme **FORT**.

Des travaux avaient précédemment été réalisés sur l'île, ce qui avait eu pour conséquence de réduire le nombre d'individus présents dans la colonie de cormorans. On précisera également qu'en 2019, les gestionnaires de la base de loisirs y ont installé un effaroucheur à gaz, dans le but de faire fuir les oiseaux aquatiques indésirables. Bien que ces derniers soient à priori un peu moins nombreux, l'efficacité de ce système semble être limitée au vu des observations de terrain.

5.6. Rongeurs

Outre les germes indicateurs de contamination fécale, la Leptospirose est une pathologie beaucoup plus sérieuse dont le pronostic peut être vital. Elle se contracte lorsque l'eau est souillée par les excréta de rongeurs tels les ragondins ou les surmulots (voire par morsure), le leptospire pénétrant par les muqueuses. L'incidence de cette maladie est faible (0,53 pour 100 000 habitants en France métropolitaine, soit environ 350 cas par an) et 50% des cas sont recensés pour les trois seules régions d'Aquitaine, Poitou-Charentes et Île de France.

La présence de ragondins a déjà été avérée au niveau du lac de Champs-sur-Marne. Par ailleurs, une surveillance constante quant à la présence de ces rongeurs est déjà en place. Des mesures sont d'ailleurs prévues dans l'hypothèse d'une implantation de ces animaux. En 2020 et 2021, deux campagnes d'éradication de ragondins ont ainsi eu lieu. En l'état actuel des choses, le risque sanitaire lié à la présence des rongeurs peut être considéré comme **FAIBLE**.

En parallèle, il est primordial de continuer à ramasser et évacuer régulièrement les poubelles et déchets. L'absence de ces derniers permet de limiter considérablement la sédentarisation des rongeurs.

5.7. Animaux de compagnie

Les fèces de chiens sont vectrices de germes indicateurs de contamination fécale (GICF) et représentent donc une part importante des risques pour ce type de contamination. L'absence de mesures de gestion ou de dispositif adapté (canisettes, distributeurs de sacs) amplifie les risques de dispersion, et par conséquent de contamination du plan d'eau par le ruissellement des eaux pluviales.

Les animaux de compagnie sont strictement interdits au sein de la base de loisirs. Le site étant grillagé et l'accès se faisant uniquement via un portail qui ne s'ouvre qu'au moyen d'un code, le risque d'une contamination par les animaux domestiques est **TRES FAIBLE**.

5.8. Risque lié aux cyanobactéries

Les résultats précédemment évoqués concernant cette thématique nous permettent de conclure que :

- Les cyanobactéries sont présentes de manière récurrente chaque année (voire même lors de chaque intervention pour la majorité des années suivies), plus particulièrement au niveau de la Grande baignade et du Centre du lac. Du fait de son fonctionnement particulier, la Petite baignade est moins sujette à des épisodes de proliférations cyanobactériennes ;
- Le phosphore est excédentaire dans le milieu et représente un facteur déclenchant la prolifération de cyanobactéries ;

- Une grande diversité de taxons a pu être identifiés sur chacune des trois stations suivies, dont la majorité s'avère être producteurs potentiels de toxines. Cette situation peut donc impliquer le dosage de l'ensemble des cyanotoxines potentiellement produites par les genres cyanobactériens en jeu ;
- Les concentrations cellulaires et biovolumes associés sont variables au cours des années mais aussi selon les stations. Si la situation et les évolutions sont similaires entre la Grande baignade et le Centre, comme déjà évoqué la Petite baignade est beaucoup moins impactée par la présence de cyanobactéries. De manière générale, entre 2017 et 2022 pour la Grande baignade et le Centre du lac, les densités cyanobactériennes et biovolumes enregistrés se positionnent au-dessus des niveaux d'alerte, et ce plus particulièrement lors des années 2018 et 2021 qui ont été particulièrement problématiques, y compris pour la Petite baignade. On notera également la présence ponctuelle d'efflorescences sur le plan d'eau, situation qui représente le risque sanitaire maximal, et qui implique une fermeture de baignade immédiate et l'arrêt de toutes les activités aquatiques ;
- Le dosage des cyanotoxines a ponctuellement révélé la présence en concentrations excessives d'Anatoxines au niveau de la Grande baignade, ainsi que de Microcystines et d'Anatoxines au Centre du lac. On rappelle qu'à de nombreuses reprises les concentrations en Anatoxines ne sont pas quantifiables car inférieures à $0,15\mu\text{g/L}$, mais que le seuil impératif correspondant à la limite de détection, les résultats ne permettent donc pas de statuer de manière certaine sur l'existence éventuelle d'un risque sanitaire.

Concernant cette thématique des mesures sont déjà en place :

- Le suivi visuel du lac est effectif et assuré par le personnel de la base de loisirs pendant l'ouverture des activités aquatiques et nautiques ;
- L'ARS 77 assure un suivi sanitaire réglementaire ;
- Le bureau d'études I.D.Eaux, ainsi que le laboratoire Limnologie, réalisent également des suivis physico-chimiques et biologiques, en complément des analyses de l'ARS. Des interventions supplémentaires peuvent également être envisagées en cas de nécessité.

5.9. Risque d'eutrophisation

L'eutrophisation des plans d'eau est liée à l'augmentation de la concentration en nutriments (azote et phosphore). Les producteurs primaires (microphytes et macrophytes), qui sont à la base de la chaîne trophique, mobilisent ces ressources nutritives. S'ensuit une stimulation des autres maillons (zooplancton, poissons...). Cette forte productivité favorise l'apport et l'accumulation de composés organiques au sein du système. L'eutrophisation des plans d'eau peut donc impacter la pratique des activités aquatiques et les principales conséquences qui en découlent sont :

- L'accélération de la cinétique d'envasement, du fait de l'accumulation accrue de matière organique ;

- Le dérèglement du fonctionnement chimique du plan d'eau, avec des zones anoxiques parfois présentes à de faibles profondeurs (en lien avec la minéralisation de la matière organique) ;
- Le développement accru des hydrophytes pouvant entraver physiquement les activités humaines. Ces plantes envahissent rapidement les zones rivulaires les moins profondes ;
- La prolifération d'algues accroît le risque sanitaire lié à la présence de cyanobactéries, mais aussi les risques corrélés à l'augmentation de la turbidité, et génère enfin des désordres d'ordre fonctionnel (coloration de l'eau et odeurs) ;
- L'augmentation du pH, en lien avec un dérèglement biologique du plan d'eau, traduit une surproduction primaire. Les nutriments azotés étant bien souvent excédentaires, c'est le phosphore qui représente fréquemment le facteur limitant et qui influence directement la prolifération végétale.

C'est pourquoi, en ce qui concerne le risque d'eutrophisation du plan d'eau, le diagnostic sera uniquement orienté sur le phosphore qui représente l'élément nutritif responsable des proliférations cyanobactériennes.

Pour ce qui est de la Petite baignade, de précédentes analyses chimiques ont mis en évidence de faibles concentrations en phosphore qui se révèlent même limitantes pour la production primaire. Toutefois, celle-ci a déjà connu des épisodes de forte dynamisation trophique (années 2018 et 2021). Ces derniers sont potentiellement à mettre en lien avec le mélange des eaux de la Petite baignade et des eaux du lac, à la faveur de la baisse de niveau de celle-ci (vidanges ponctuelles).

Plusieurs hypothèses peuvent être évoquées quant à l'origine de l'excès de phosphore observé sur le lac et la Grande baignade.

Apport de phosphore via l'avifaune :

Une quantification de celui-ci peut être réalisée en fonction des données suivantes :

- L'effectif présent, ici estimé à 420 individus (basé sur les observations de la visite de terrain du 13 mars) ;
- De la quantité de phosphore rejetée par individu. La littérature scientifique s'accorde sur une estimation du rejet en phosphore contenu dans les fèces comprise entre 38 mg et plus de 115 mg par jour et par individu selon l'espèce concernée. Le rejet moyen est fixé à 76,5mg/jour/individu (source : Ron Fleming et al. (2001)) ;
- Le temps passé par l'avifaune sur l'eau ou la probabilité que les fèces soient rejetées directement dans le plan d'eau. Cela permet de quantifier le rejet direct dans le lac. Celui-ci est évalué par la bibliographie scientifique (source : Scherer et al. 1995) entre 50 % (ex : Oie du Canada) et 100 % (ex : Grand cormoran) suivant les espèces. Une moyenne de 75 % est prise en compte pour pondérer les résultats.

La quantité de phosphore directement apportée par l'avifaune peut être estimée à 8,80 kg/an.

Les oiseaux aquatiques apparaissent également comme l'une des origines significatives de l'eutrophisation du lac.

Apport de phosphore par la nappe alluviale :

Comme déjà évoqué dans la première version du profil de baignade, des analyses avaient été réalisées en période hivernale, phase durant laquelle le milieu est peu dynamique, mais aussi où le niveau du lac remonte (en lien avec la nappe alluviale). Celles-ci n'avaient mis en évidence aucune variation des concentrations en nutriments (azote et phosphore) susceptibles de témoigner d'un impact significatif.

L'origine du phosphore n'est donc pas majoritairement liée aux apports en eau par l'aquifère sous-jacent.

Apport de phosphore par le ruisseau du Merdereau :

Des analyses chimiques réalisées au niveau d'un piézomètre positionné entre le ruisseau et le plan d'eau ont été effectuées, ainsi que des mesures de débit via la vitesse de rabattement et de recharge de ce puits. Les résultats révèlent la présence significative de phosphore, mais dans un contexte de cinétique d'écoulement possible très faible.

Le ruisseau du Merdereau ne représente donc pas un facteur d'enrichissement prépondérant.

Apport de phosphore par l'eau du forage :

En période estivale, la baisse du niveau du lac est en partie compensée par un pompage dans une nappe située à 30m de profondeur. Des analyses réalisées à plusieurs reprises n'ont pas révélé la présence significative de phosphore dans ces intrants.

L'eau du forage n'est donc pas incriminée comme étant l'une des causes de l'eutrophisation du plan d'eau.

Apport exogène de phosphore (impact tellurique) :

Lors de la création de la base, l'utilisation de remblais pouvait être à l'origine d'apports exogènes de phosphore. Cependant, les lessivages successifs auraient abouti à un épuisement de cette ressource, et les surfaces sujettes au ruissellement restent limitées et majoritairement imperméables.

Le phosphore ne provient donc pas majoritairement du sol.

Apport de phosphore via des intrants parasites :

A priori, aucun dysfonctionnement du réseau d'assainissement n'est constaté.

Les eaux usées ne semblent donc pas impliquées dans l'apport de phosphore.

Apport de phosphore par les baigneurs :

L'estimation du rejet en phosphore lié à l'activité de baignade (via les urines, la sueur), peut être évaluée en prenant en compte les éléments suivants :

- Un nombre de baigneurs estimé à 350 sur l'ensemble de l'année (période de baignade de mai à octobre (brevets de natation effectif sur cette durée), soit au total un maximum de 184 jours) ;
- L'étude de diverses sources bibliographiques par l'ANSES a permis de statuer sur un rejet en phosphore total compris entre 20mg et 46mg par bain et par baigneur, soit une moyenne de 33mg (Source : AFSSET, RAPPORT « baignades artificielles » Saisine n°2006/SA/11, Février 2009).

Le rejet en phosphore associé à l'activité de baignade représente au maximum 2,13 kg/an.

5.10. Synthèse des sources de pollution et du diagnostic

Impacts identifiés de la zone d'étude	Caractérisation	Principaux types d'impacts engendrés					Evaluation global de l'impact
		BACT.	TURB.	EUTR.	HC.	Autre	
Avifaune	Nombre d'individus	FORT		MOYEN à FORT		Cercariose	FORT
Rongeurs	Nombre d'individus	FAIBLE				Leptospirose	FAIBLE
Faune piscicole	Densité de poissons fousseurs		FAIBLE				FAIBLE
Animaux de compagnie	Fréquentation, nombre	TRES FAIBLE					TRES FAIBLE
Baigneurs	Fréquentation	FORT	FAIBLE	FAIBLE		Pseudomonas et Staphylocoques	FORT
Eaux usées : réseau collectif	Base de loisirs	FAIBLE		FAIBLE			FAIBLE
Eaux usées : ANC	Absence sur le site d'étude	NUL		NUL			NUL
Agriculture : élevage	Secteur de la base de loisirs très urbanisé (peu de parcelles présentes)	FAIBLE	FAIBLE	INCONNU			FAIBLE
Agriculture : cultures	Secteur de la base de loisirs très urbanisé (peu de parcelles présentes)		FAIBLE	INCONNU		Pesticides	FAIBLE
Macrodéchets	Déchets					Blessures	FAIBLE
Erosion des berges	Batillage, brassage éolien		FAIBLE				FAIBLE
Eaux pluviales	Eaux de ruissellement	FAIBLE à MOYEN	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE		FAIBLE
Phytoplancton	Biomasse		FORT				FORT
Cyanobactéries	Densité, biovolume, toxines					Cyanotoxines	FORT

Tableau 14 : Synthèse des sources de pollution et niveau de risque associé sur la zone d'étude du lac de Champs-sur-Marne

6. Actualisation des mesures de gestion

Les mesures de gestions actualisées depuis 2016 sont présentées ci-dessous :

THEMAIQUE	ACTION	OPERATEUR	ETAT
Suivi physico-chimique	Mesure des paramètres de terrain et analyses d'eau	I.D.Eaux – Laboratoire Limnologie	Effectif
	Autosurveillance, évaluation quotidienne : mesure de la température, du pH, de la transparence et aspect visuel de l'eau	MNS – Personnel de la base de loisirs	Effectif
Prévention de la contamination par des microorganismes pathogènes	Suivi bactériologique de l'eau de baignade : Petite et Grande baignade	ARS	Effectif
	Suivi bactériologique de l'eau de baignade : Petite et Grande baignade	I.D.Eaux	Effectif
	Interdiction des animaux de compagnie au sein de la base de loisirs	Personnel de la base de loisirs	Effectif
	Suivi régulier des réseaux d'eaux usées et pluvial du site et correction des dysfonctionnements potentiels observés	Département 93 – Personnel de la base de loisirs	Effectif
	Suivi et gestion du nombre de baigneurs, respect des limitations	MNS – Personnel de la base de loisirs	Proposé
	Utilisation des douches par les baigneurs	MNS – Personnel de la base de loisirs	Effectif
Gestion de l'avifaune et prévention de l'apparition de rongeurs	Sensibilisation du public (panneaux informatifs)	DCPSL	Effectif
	Interdiction de nourrissage des oiseaux aquatiques	Personnel de la base de loisirs	Effectif
	Mise en place de panneaux d'interdiction de nourrissage des oiseaux aquatiques	Personnel de la base de loisirs	Proposé
	Surveillance de l'avifaune	Personnel de la base de loisirs	Effectif
	Mise en place de barrières fixes en Petite et Grande baignades	Personnel de la base de loisirs	Effectif
	Mise en place d'un effaroucheur à gaz sur l'île	Personnel de la base de loisirs	Effectif
	Abattage sélectif des arbres	Personnel de la base de loisirs	Effectif
	Ramassage quotidien des poubelles et déchets	MNS – Personnel de la base de loisirs	Effectif
	Sensibilisation des enfants à l'utilisation des poubelles et la gestion des déchets alimentaires	Personnel de la base de loisirs	Effectif
	Surveillance et régulation des populations de rongeurs	Personnel de la base de loisirs	Effectif
	Entretien des abords	Personnel de la base de loisirs	Effectif
Prévention du risque lié aux macrodéchets	Ramassage des déchets et poubelles quotidiennement en zone de baignade	MNS – Personnel de la base de loisirs	Effectif
Prévention du risque lié à la prolifération de cyanobactéries	Suivi des populations phytoplanctoniques	I.D.Eaux – ARS – Laboratoire Limnologie	Effectif
	Comptage et identification des taxons cyanobactériens		
	Mise en place d'un barrage flottant	Personnel de la base de loisirs	Effectif
Prévention du risque lié à l'eutrophisation du plan d'eau	Implantation d'hélophytes au niveau de l'île et de la Petite baignade (compétition interspécifique)	Personnel de la base de loisirs	Effectif
Prévention du risque lié à la turbidité	Suivi de la transparence de l'eau	MNS – Personnel de la base de loisirs – I.D.Eaux	Effectif
	Surveillance accrue de la baignade en cas de transparence < 1m	MNS – Personnel de la base de loisirs	Proposé
	Détermination de l'origine turbide	I.D.Eaux	Effectif
Prévention du risque lié aux eaux pluviales	Surveillance du réseau pluvial et correction des dysfonctionnements observés	Département 93 – Personnel de la base de loisirs	Effectif
Information du public	Mise à disposition du poster de baignade		
	Affichage de la qualité de l'eau, résultats bactériologiques	Personnel de la base de loisirs	Effectif
	Affichage des arrêtés préfectoraux le cas échéant		

Tableau 15 : Synthèse des mesures de gestion

6.1. Gestion du risque bactériologique lié aux germes indicateurs de contamination fécale

6.1.1. Suivi de la qualité bactériologique

Les concentrations en germes indicateurs de contamination fécale sont d'ores et déjà suivis bimensuellement par l'ARS et I.D.Eaux durant la période balnéaire. Les analyses reposent sur la quantification d'*E. coli* et d'entérocoques intestinaux, une première intervention étant réalisée une à deux semaines avant l'ouverture de la baignade.

Pour la Petite baignade qui est considérée comme baignade « artificielle », des analyses portant sur les *Pseudomonas aeruginosa* et les *Staphylococcus aureus* sont également réalisées.

Concernant les deux premiers indicateurs cités, l'organisation du suivi bactériologique est résumée ci-après :

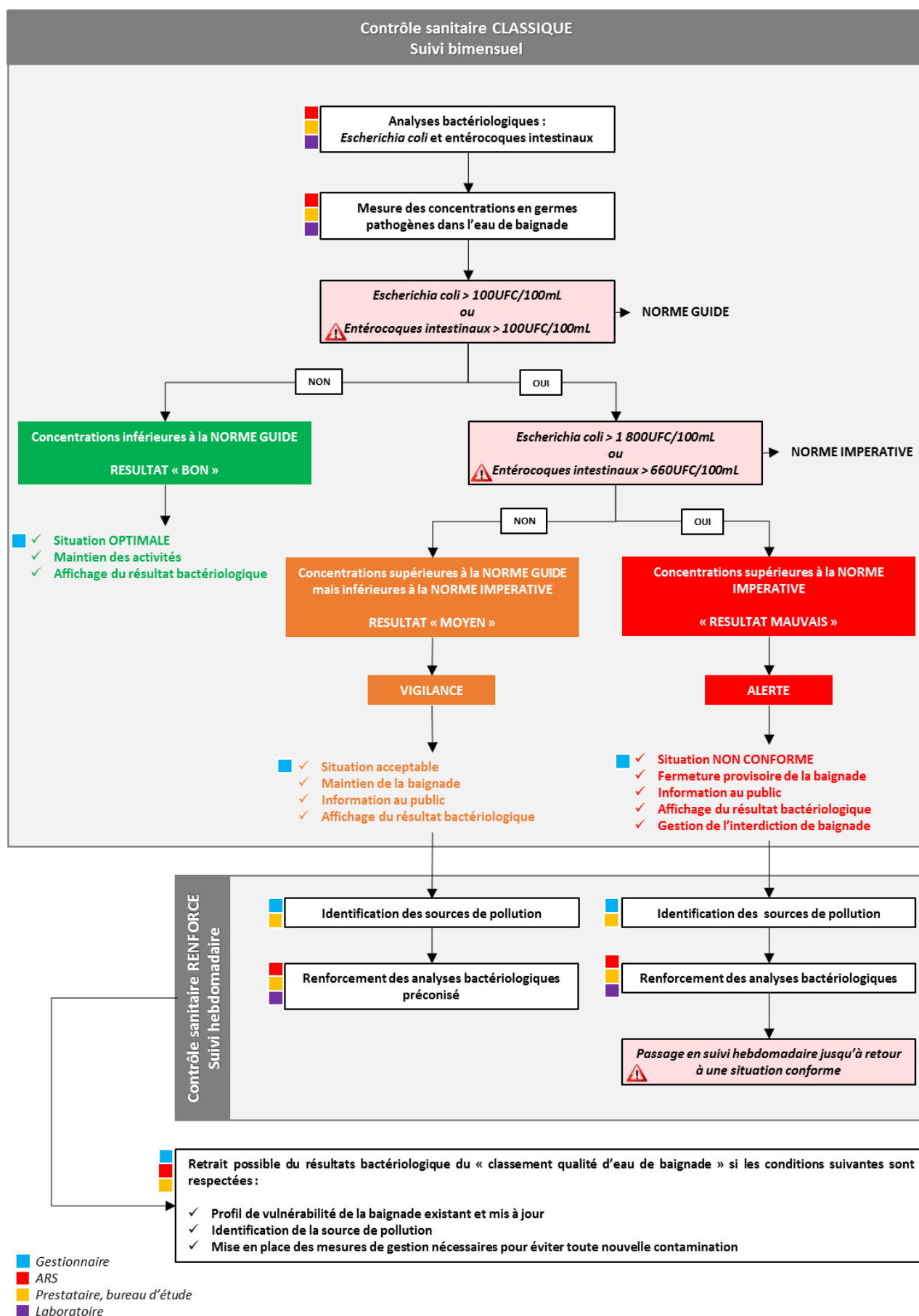


Figure 38 : Plan de prévention des risques dans le cadre du suivi bactériologique (E.coli et entérocoques)

Suivant les résultats, plusieurs cas de figure sont possibles :

- Si les concentrations en *E. coli* et entérocoques intestinaux sont inférieures aux normes guides (100 UFC/100 mL), les conditions sont optimales pour la pratique de la baignade ;
- Si les concentrations en *E. coli* et entérocoques intestinaux dépassent les normes guides tout en étant inférieures aux normes impératives, la baignade pourra être maintenue. Le nombre de baigneurs pourra être réduit dans l'hypothèse où celui-ci atteindrait la fourchette haute définie auparavant ;
- Si les concentrations en *E. coli* et en entérocoques intestinaux dépassent respectivement 1800UFC/100ml et 660UFC/100ml, les activités aquatiques seront immédiatement suspendues. Les contrôles bactériologiques seront renforcés et la réouverture de la baignade sera soumise au retour à des valeurs admissibles, validé par une nouvelle série d'analyses.

En ce qui concerne les *Pseudomonas* et les *Staphylocoques*, les concentrations maximales admises sont respectivement de 100 et 20 UFC/100ml. Le dépassement de ces seuils entraîne la fermeture immédiate de la Petite baignade.

Parallèlement, le gestionnaire des zones de baignade informe le public par affichage des bonnes conduites à adopter (énoncées dans les mesures de gestion du profil de baignade) visant à limiter la contamination du lac. Le personnel de baignade veille au respect des mesures préventives. Les résultats bactériologiques sont exposés sur les panneaux d'affichage positionnés en plage de baignade.

6.1.2. Fréquentation des sites de baignade

Afin d'éviter une contamination bactériologique, il est essentiel de limiter le nombre de baigneurs afin de ne pas dépasser les concentrations préconisées par l'ANSES.

Ces restrictions doivent directement être appliquées par le personnel de surveillance.

Un suivi spécifique du nombre quotidien de baigneurs pourra être mis en place, et la fréquentation du site sera consignée dans un registre.

Il est également demandé aux baigneurs d'utiliser les douches après la baignade, afin de réduire les risques sanitaires (allergies, contaminations, etc ...).

6.1.3. Animaux de compagnie

Comme déjà évoqué, les animaux de compagnie sont déjà strictement interdits dans l'enceinte de la base de loisirs. Aucune mesure supplémentaire ne s'impose donc à ce niveau.

6.1.4. Avifaune

L'île située au centre du plan d'eau représente un abri pour les populations de grands cormorans et plus généralement de l'avifaune.

L'accumulation des fientes au fil des années a par ailleurs condamné un grand nombre d'arbres qui constituent leur dortoir. Dans un souci de sécurité (danger lié à leur chute potentielle) et de sélection d'essences patrimoniales au détriment d'espèces invasives, une partie des arbres a été abattue, ce qui a entraîné une diminution du nombre d'oiseaux hivernants. Cette mesure, qui a permis de reconquérir une partie du site pour les activités récréatives, est également de nature à limiter les intrants phosphoriques.

Des panneaux informatifs sont également déjà installés sur site afin de sensibiliser le public aux espèces présentes, ainsi que leurs caractéristiques et leur mode de vie.

Afin d'éviter de limiter autant que possible la venue et la sédentarisation de l'avifaune, des panneaux d'interdiction de nourrissage des oiseaux aquatiques pourraient également être mis en place.

Toujours dans l'optique d'éviter la présence des oiseaux aquatiques et plus particulièrement des oies Bernache au sein de la Grande baignade comme de la Petite baignade, des barrières fixes sont installées.

Comme déjà évoqué, un effaroucheur à gaz a également été positionné en 2019, son but étant d'éloigner l'avifaune.



Photo 7 : Barrière fixe en zone de baignade et panneau informatif sur l'avifaune

6.1.5. Rongeurs

Les rongeurs, comme l'avifaune, sont susceptibles de compromettre la qualité des eaux de baignade. Les surmulots et ragondins sont notamment attirés par les déchets domestiques.

La présence de ragondins ou de surmulots est surveillée étroitement (un examen du site par semaine). La mise en œuvre de mesures visant à éliminer les individus présents, comme par exemple le piégeage, est nécessaire afin de contrôler leur population.

Les mesures de gestion suivantes sont d'ores et déjà opérationnelles :

- Le ramassage quotidien des poubelles et déchets, permettant de limiter leur présence. Les enfants sont également éduqués à l'utilisation des poubelles (nombreuses sur le site) et à la gestion des déchets alimentaires ;
- S'il s'avère que des rongeurs sont repérés, des opérations de régulation et d'élimination de ces derniers (deux campagnes ont déjà été organisées en 2020 et 2021) par des piégeurs sont prévues, afin d'éviter toute colonisation du site.

6.1.6. Les eaux usées

Il est primordial de continuer à assurer une surveillance étroite et régulière du réseau d'eaux usées. Ce suivi est assuré par les services du Département 93.

Le personnel de la base de loisirs exerce lui aussi une surveillance spécifique quant à d'éventuels dysfonctionnements de ce réseau.

En cas de défauts majeurs ou de dysfonctionnements avérés, il est impératif de veiller à la réalisation et aux travaux de réparation et remise en état du réseau.

6.2. Gestion du risque lié à la turbidité

6.2.1. Autosurveillance

Certains paramètres physico-chimiques comme la transparence de l'eau ou encore le pH sont des indicateurs simples qui permettent d'apprécier l'état d'un milieu aquatique.

Suivre quotidiennement l'aspect de l'eau (coloration, odeur, ...), permet de mettre en évidence toute évolution suspecte, menant de ce fait à la réalisation d'analyses complémentaires et/ou à la restriction des activités récréatives en vertu du principe de précaution.

Le personnel responsable des zones de baignade suit déjà quotidiennement l'évolution de l'aspect de l'eau (coloration ...), ainsi que la transparence au moyen d'un Disque de Secchi. Pour tout résultat inférieur à la norme indicative de 1m, des mesures de gestion renforcées seront mises en place. A titre d'exemple, ces dernières pourront reposer sur une restriction de l'aire de baignade, ou encore un renforcement de la surveillance.

6.2.2. Diagnostic

En cas de phénomène turbide, la nature de celui-ci devra être déterminée. Un diagnostic établira son origine, parmi les deux causes possibles :

- Origine phytoplanctonique :
 - Suivi du pH qui représente un indicateur fiable de l'intensité de la photosynthèse. En tenant compte de l'abondance macrophytique, une approche différentielle est possible. En présence de pH élevés (> 8,5) associés à des transparences de l'eau faibles, la perturbation est généralement engendrée par le compartiment phytoplanctonique ;
 - Suivi du compartiment phytoplanctonique durant la période estivale ;
- Origine abiotique : dosage des MES minérales et organiques, mesure de la turbidité NTU, et évaluation du potentiel turbidigène des microparticules en cause.

6.3. Gestion du risque sanitaire lié à la présence de cyanobactéries

6.3.1. Suivi des cyanobactéries

Le suivi des cyanobactéries dans les eaux de baignade est obligatoire.

Depuis le dernier avis de l'ANSES de 2020 (« Évaluation des risques liés aux cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux douces »), la réglementation concernant le suivi des cyanobactéries a évolué. Les seuils étaient autrefois basés sur la densité cellulaire avec S1 (alerte de niveau 1) = 20 000 cellules/ml et S2 (alerte de niveau 2) = 100 000 cellules/ml.

Aujourd'hui le niveau d'alerte est basé sur le biovolume des cyanobactéries toxigènes, avec un seuil d'alerte fixé 1 mm³/L. Les recommandations de l'ANSES préconisent un suivi bimensuel avec :

- Le dosage de la chlorophylle (a), systématique pour chaque contrôle de routine ;
- L'identification, le dénombrement et la conversion en biovolume des cyanobactéries toxigènes, **si la teneur en chlorophylle (a) est supérieure à 10 µg/L** (= seuil de vigilance OMS) ;
- Le dosage des toxines potentiellement produites **si le biovolume dépasse la valeur seuil de 1mm³/L**. A partir de là, l'interdiction de la baignade est décidée dès lors qu'au moins une toxine dépasse les valeurs seuils qui sont de :

- 0,3µg/L pour les Microcystines ;
- 42µg/L pour les Cylindrospermopsines ;
- 30µg/L pour les Saxitoxines ;
- LD (= limite de détection) pour les Anatoxines.
- Comme pour l'ancienne réglementation, **la présence d'une efflorescence en zone de baignade impose l'arrêt immédiat des activités**. Une fois l'épisode d'efflorescence passé, des analyses permettent de valider ou non la réouverture de la baignade.

Le plan de prévention des risques relatif à la présence de cyanobactéries est détaillé ci-après :

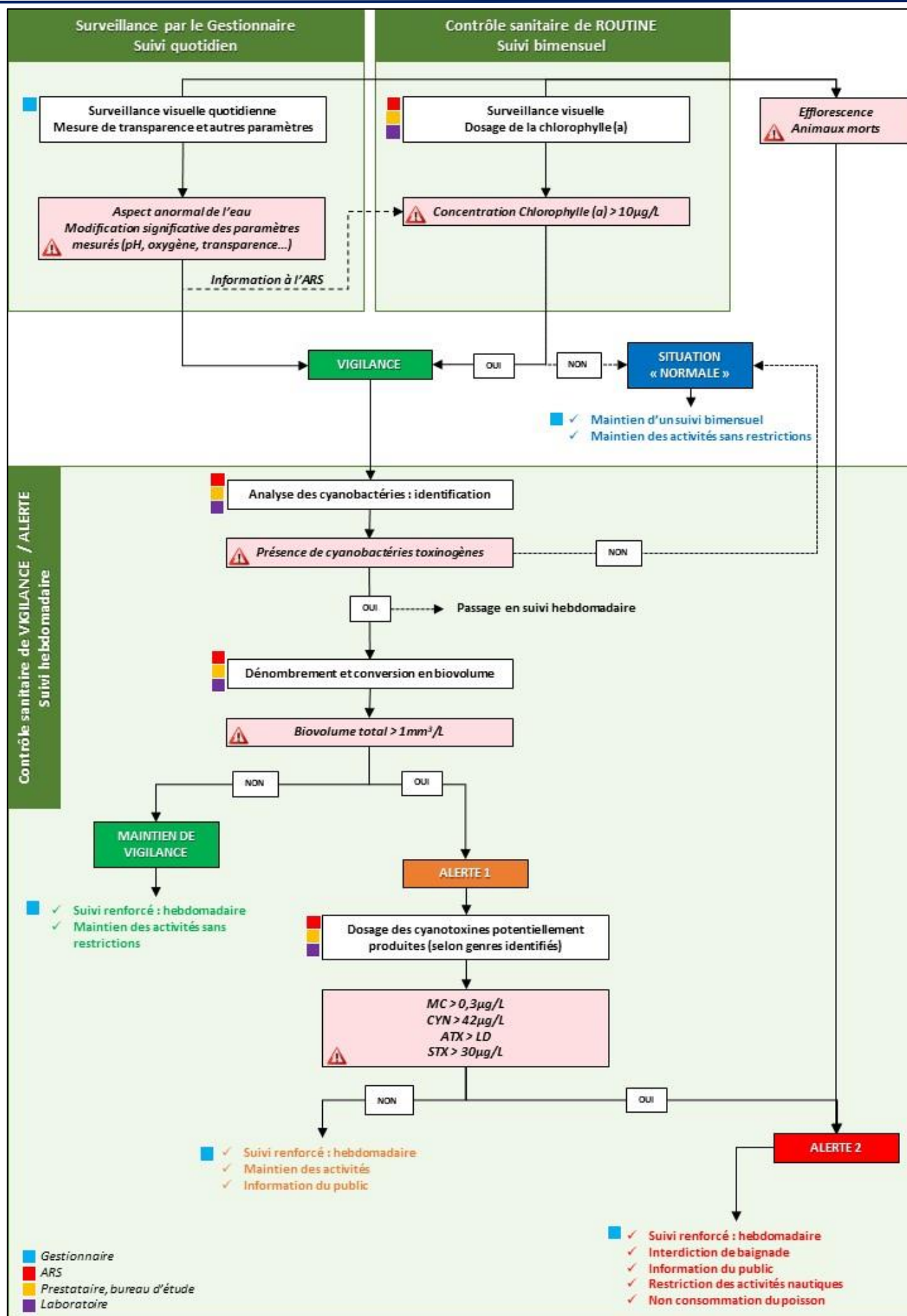


Figure 39 : Plan de prévention du risque lié aux cyanobactéries, suivi réglementaire et arbre décisionnel

On rappelle également que des remédiations ont déjà été tentées pour limiter l'ampleur des blooms de cyanobactéries. Elles ont donné des résultats peu convaincants au regard de l'importance de la masse d'eau et de l'ampleur des problèmes. On peut citer l'utilisation de paille d'orge dont la décomposition en phase aérobie entraîne la production de phytotoxines naturelles, ainsi que la mise en œuvre d'un dispositif de brassage permettant de perturber la spatialisation des cyanobactéries au sein de la colonne d'eau.

En l'état actuel des connaissances acquises sur ces microorganismes, il n'existe aucune stratégie de traitement réaliste, efficace, et réglementairement admise.

6.3.2. Mise en place d'un barrage flottant

Etant donné l'importante problématique cyanobactérienne sur ce plan d'eau et la présence relativement régulière d'efflorescences cyanobactériennes, un barrage flottant modulable a été mis en place en 2018, en périphérie de la zone de Grande baignade. En effet, celui-ci permet d'éviter l'apparition de ce type de phénomène, ou du moins de le cantonner en-dehors de la zone de baignade.

Cette option permet de plus de faire obstacle à l'accumulation de macrodéchets flottants ou de débris végétaux.



Photo 8 : Barrage flottant en zone de Grande baignade

6.4. Suivi complémentaire sur le fonctionnement et l'évolution trophique du plan d'eau et des baignades

Une surveillance étroite est déjà appliquée depuis plusieurs années sur le lac de Champs-sur-Marne. La transparence et le pH sont contrôlés quotidiennement en période estivale. Des relevés météorologiques, ainsi qu'un examen visuel de l'état du plan d'eau sont également réalisés. Les peuplements phytoplanctoniques sont suivis sur des pas de temps bimensuels d'avril à fin septembre, période qui couvre l'utilisation du lac pour la pratique des activités aquatiques. Les *Escherichia coli* et les entérocoques sont analysés à la même fréquence.

Etant donné les problématiques déjà évoquées et susceptibles, comme cela a déjà été le cas, de compromettre la sécurité des baigneurs, il est donc prévu, en plus du suivi sanitaire obligatoire, de poursuivre le suivi physico-chimique et bactériologique déjà en œuvre. Les paramètres suivants continueront donc à être étudiés :

- Les indicateurs physico-chimiques (oxygène, pH, température, conductivité) sur les profils verticaux (de la surface au fond), permettant de suivre :
 - La stratification thermique qui permet d'appréhender les échanges qui s'opèrent entre les différentes strates du lac, ainsi qu'entre l'eau et le sédiment ;
 - Les conditions d'oxygénation qui influencent étroitement les équilibres nutritifs et par conséquent l'évolution trophique.
- Les indicateurs bactériologiques que sont les *E.coli* et les entérocoques intestinaux, pour les deux baignades du site, ainsi que les *Pseudomonas aeruginosa* et les Staphylocoques dorés pour ce qui concerne la Petite baignade ;
- L'évolution quantitative et qualitative des communautés phytoplanctoniques (dont les cyanobactéries) entre avril et fin septembre.

6.5. Gestion du risque lié à l'eutrophisation du plan d'eau

Concernant cette thématique, et afin de limiter au plus les apports en phosphore, il est primordial d'orienter l'axe de travail et donc les actions à mettre en œuvre, sur l'avifaune qui semble être une source majeure d'eutrophisation.

Au niveau de l'île, une ceinture d'hélophytes d'une longueur de 150m avait déjà été implantées, dans le but de limiter mécaniquement et biologiquement les apports de nutriments issus des fientes. En 2019 et 2020, des hélophytes ont encore été ajoutées et plantées (environ 25 m² en 2020) sur une zone vaseuse, en Petite baignade.

7. Procédures « Acteurs – Actions – Outils »

Maire de Champs-sur-Marne – Maud TALLET : 01 64 73 48 70

Direction de la Culture du Patrimoine du Sport et des Loisirs (DCPSL) – Vincent THIEBAULT : 01 43 93 83 76

Référente sur site de la base de loisirs départementale de Champs-sur-Marne – Laurence GODARD : 01 60 05 24 01

Agence régionale de la Santé, antenne de Melun (77) – Patricia LABAT : 01 64 87 62 49

Gérant du Laboratoire Limnologie – Frederic PITOIS : 02 99 32 17 94

Gérant du bureau d'études I.D. Eaux – Jean-Philippe DELAVALD : 06 09 94 76 27 / 05 65 21 85 01

7.1. Indice de Secchi insuffisant

Surveillance du paramètre : quotidienne

Validation : MNS - Personnel de la base de loisirs, ARS, prestataire chargé du suivi trophique

- **Drapeau jaune hissé ;**
- **Renforcement de la surveillance et des mesures de sécurité ;**
- **Interdiction momentanée de la baignade en cas de phénomène suspect ou d'impossibilité d'assurer la sécurité des baigneurs.**

Acteur : MNS - Personnel de la base de loisirs

Conditions de réouverture : sécurité des baigneurs et des pratiquants assurée

7.2. Apparition d'une efflorescence et/ou présence de cyanobactéries

Surveillance visuelle : quotidienne

Validation : MNS - Personnel de la base de loisirs, ARS, prestataire chargé du suivi trophique, DCPSL

- **Drapeau rouge hissé ;**
- **Interdiction momentanée de la baignade ;**
- **Information transmise à l'ARS ;**
- **Réalisation d'analyses supplémentaires : dosage de la concentration en chlorophylle(a), examen et comptage des cellules cyanobactériennes ;**
- **Dosage des cyanotoxines si nécessaire ;**
- **Mobilisation de l'arbre décisionnel réglementaire : surveillance renforcée, limitation des activités, interdiction.**

Acteurs : MNS - Personnel de la base de loisirs, Maire, ARS, prestataire du suivi, DCPSL

Conditions de réouverture : biovolume cyanobactérien compatible avec le cadre réglementaire lors de deux analyses successives

7.3. pH excessif

Validation : MNS - Personnel de la base de loisirs, ARS, prestataire chargé du suivi trophique

- **Renforcement des mesures de sécurité ;**
- **Réalisation d'un diagnostic différentiel (influence des macrophytes et microphytes) ;**
- **Interdiction momentanée de la baignade si association avec d'autres phénomènes (altération marquée de la transparence, changement brutal de la couleur de l'eau, efflorescence).**

Acteur : MNS - Personnel de la base de loisirs, ARS, prestataire du suivi

Conditions de réouverture : pH compris entre 6 et 9, et ensemble des autres paramètres surveillés compatible avec les normes exigibles

7.4. Problème sur le réseau d'eaux usées

Validation : Mairie, MNS - Personnel de la base de loisirs

- **Interdiction préventive de la baignade ;**
- **Information transmise à l'ARS ;**
- **Réalisation d'analyses supplémentaires à J0, J+1, et J+2.**

Acteurs : MNS - Personnel de la base de loisirs, Maire, ARS, Responsable assainissement

Conditions de réouverture : concentrations en germes indicateurs de contamination fécale situées dans les gammes de valeurs admises

7.5. Présence de rongeurs

Validation : MNS - Personnel de la base de loisirs, Mairie

- **Renforcement des mesures de gestion ;**
- **Piégeage et dératisation.**

Acteur : Mairie

7.6. Apparition de problèmes pathologiques suspects ou anormaux

Type de problème : démangeaisons (cercaires, cyanobactéries), problèmes digestifs ou ORL (bactéries, cyanobactéries), leptospirose (information médicale suite à diagnostic)

Validation : Mairie, MNS - Personnel de la base de loisirs, médecin, DCPSL

- **Interdiction momentanée de la baignade ;**
- **Information de l'ARS ;**
- **Information des professionnels de santé locaux ;**
- **Réalisation d'analyses supplémentaires ;**
- **Recherche des causes ;**
- **Mise en œuvre d'un plan de gestion.**

Acteurs : Maire, DCPSL

Conditions de réouverture : diminution ou disparition objective du risque

7.7. Synthèse et organisation des opérations de surveillance

PARAMETRE	ACTEUR	PERIODICITE	STATUT
Indice de Secchi	MNS – Personnel de la base de loisirs	Quotidienne	Effectif
Indice de Secchi	Prestataire	Bimensuelle	Effectif
pH	MNS – Personnel de la base de loisirs	Quotidienne	Effectif
pH	Prestataire	Bimensuelle	Effectif
Couleur eau – aspect lac	MNS – Personnel de la base de loisirs	Quotidienne	Effectif
Germes fécaux	ARS	Bimensuelle en période estivale	Effectif
Germes fécaux	Prestataire	Bimensuel	Effectif
Conditions météo	MNS – Personnel de la base de loisirs	Quotidienne	Effectif
Cyanobactéries	ARS	Bimensuelle en période estivale	Effectif
Cyanobactéries	Prestataires	Hebdomadaire	Effectif
Vigilance sanitaire	Mairie	Permanente	Effectif
Environnement immédiat	MNS – Personnel de la base de loisirs	Quotidienne	Effectif

Tableau 16 : Synthèse et organisation des opérations de surveillance sur le lac de Champs-sur-Marne