



Étude de profil de baignade et activités aquatiques de la base de loisirs des Boucles de Seine

Phase 1 : État des lieux


SAFEGE
Ingénieurs Conseils

RÉSUMÉ

Le bureau d'étude SAFEGE réalise le profil de vulnérabilité des eaux de baignade des plans d'eau de sept bases de loisirs situées en Ile de France pour le Conseil Régional d'Ile de France, propriétaire du foncier et de la plupart des biens immobiliers des Bases de Plein Air et de Loisirs (BPAL).

La BPAL des Boucles de Seine est le fruit d'un partenariat entre quatre collectivités réunies au sein d'un Syndicat mixte : la Région Île-de-France qui finance les équipements, le Conseil général des Yvelines et les communes de Moisson et de Mousseaux-sur-Seine.

L'objectif de cette étude est de fournir les éléments nécessaires au maître d'ouvrage pour répondre aux nouvelles obligations réglementaires liées aux dispositions de la nouvelle directive européenne et textes de transpositions (directive 2006/7/CE du Parlement européen).

La Région Île-de-France pilote cette étude dans le but de disposer d'une vision globale sur la qualité des eaux de baignade des bases de loisirs dont elle est propriétaire. Cependant, le profil est sous la responsabilité du gestionnaire du site.

Cette première phase a permis de déterminer les différentes sources de pollutions potentielles.

Au travers d'une recherche bibliographique, accompagnée d'une visite de terrain et de consultations auprès des différents acteurs locaux du territoire, une description précise de la zone d'étude a été réalisée. Ceci a permis d'identifier les sources de pollutions qui peuvent affecter le plan d'eau et de mettre en évidence les mécanismes de transfert.

Afin de comprendre et de pouvoir ensuite agir sur les facteurs de pollution du plan d'eau, les sources de pollutions potentielles ont été recherchées dans la zone d'influence principale mais aussi dans un périmètre plus large incluant le bassin versant global de la gravière.

Les différentes sources de pollution du plan d'eau sont les apports en provenance de la nappe en lien avec le plan d'eau, des ruissellements sur le bassin versant, de la fréquentation (hommes, animaux) et de l'utilisation du plan d'eau (camping, golf) ; éventuellement des débordements exceptionnels de la Seine.

Ces différentes sources sont à l'origine de différents types de pollutions potentielles pour le plan d'eau : pollutions agricoles, pollutions fécales ; germes bactériens et virus ou parasites provenant de l'animal ou de l'homme, pollutions ponctuelles liées

aux dysfonctionnements des systèmes d'assainissement, ou pollution interne au plan d'eau.

La qualité de l'eau de la zone de baignade a été analysée selon des méthodes statistiques imposées par la réglementation actuelle sur la qualité des eaux de baignade (directive 1976) et selon la nouvelle directive qui sera appliquée en fin de saison 2013 (directive 2006). L'analyse amène à la conclusion que la zone de baignade est le plus souvent de « bonne » qualité (selon les termes de classification de la directive 1976). Un épisode de pollution a entraîné un déclassement en qualité « momentanément » polluée de ces zones de baignades pour 2004. De plus, en août 2012, la baignade a été fermée deux semaines en raison d'un bloom algal.

L'établissement des profils de baignade est une démarche primordiale pour le maître d'ouvrage afin :

- D'appréhender la caractérisation de la zone de baignade vis à vis des risques sanitaires (phase 1) ;
- D'établir un diagnostic de la zone considérée (phase 2) ;
- De mettre en place un plan de gestion adaptée et apporter les éléments d'information au public (phase 3).

TABLE DES MATIÈRES

1 Introduction	1
2 Description générale	3
2.1 Localisation	3
2.2 Détermination de la zone d'étude	5
3 Description de la plage	7
3.1 La plage et la zone de baignade	7
3.2 Les Usages du plan d'eau	9
3.3 Équipements de la zone de baignade	12
3.4 Structures d'hébergement	13
3.5 Fréquentation	13
3.6 Réglementation	13
4 Description de l'environnement et de la climatologie locale	15
4.1 Caractéristiques du milieu naturel	15
4.1.1 Contexte géologique	15
4.1.2 Contexte hydrogéologique	17
4.1.3 Climatologie	18
4.1.3.1 Températures	19
4.1.3.2 Précipitations	20
4.2 Caractéristiques hydrologiques	21
4.2.1 Fonctionnement hydrologique du plan d'eau	21
4.2.2 Topographie et morphologie du plan d'eau	22
4.2.3 Contexte hydrodynamique	24
4.2.3.1 Régime des vents	24
4.2.3.2 Marnage et courantologie	25
4.2.3.3 Débits entrant et sortant de l'hydro système	25
4.2.4 Inondations	25
4.3 Occupation des sols	27
4.4 Inventaires et protections du patrimoine naturel	29
4.4.1 Sites naturels inscrits et classés	32
4.4.2 Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique	32

4.4.3	Les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO)	32
4.4.4	Les Zones Natura 2000	33
5	Qualité de l'eau.....	35
5.1	Données disponibles	35
5.2	Qualité physico-chimique des eaux et des sédiments	36
5.2.1	Qualité des eaux	36
5.2.1.1	Émulsions flottantes	36
5.2.1.2	Gradient de température	36
5.2.1.3	Transparence	37
5.2.1.4	Oxygène dissous	38
5.2.1.5	pH	38
5.2.1.6	Suivi des paramètres physico-chimiques	40
5.2.2	Qualité des sédiments	40
5.3	Indicateurs de qualité biologique des eaux	41
5.3.1	Production primaire et phytoplancton	41
5.3.2	Étude des macrophytes	42
5.3.3	Peuplement piscicole.....	42
5.4	Analyse de la qualité bactériologique des eaux de baignades	43
5.4.1	Classement de la directive 2006.....	43
5.4.2	Évolution de la qualité bactériologique des eaux de baignade...	44
6	Inventaire des sources de pollution	49
6.1	Visite de terrain	49
6.2	Sources potentielles de pollution liées à l'assainissement	49
6.2.1	Organisation de l'assainissement sur la zone d'étude	49
6.2.2	Le réseau d'eaux usées.....	50
6.2.3	Stations d'épuration	51
6.2.4	Le réseau d'eaux pluviales.....	51
6.2.5	Assainissement non collectif	52
6.3	Sources potentielles de pollution diffuse.....	53
6.3.1	Activités industrielles.....	53
6.3.2	Site d'extraction à proximité du plan d'eau	54
6.3.3	Décharges sauvages.....	54
6.3.4	Agriculture	54
6.3.5	Autres sources de pollutions diffuses.....	55
6.3.5.1	Camping.....	55
6.3.5.2	Golf	55
6.3.5.3	Entretien des espaces verts.....	55
6.4	Sources potentielles de pollution ponctuelle et/ou accidentelle	56
6.4.1	Pollution liée aux animaux présents sur le site	56
6.4.1.1	Les mammifères	56

Étude de profil de baignade et activités aquatiques de la base des Boucles de Seine

6.4.1.2	Les oiseaux.....	58
6.4.1.3	Les chenilles processionnaires.....	58
6.4.2	Situation épidémiologique du site.....	59
6.4.3	Inondation du plan d'eau par la Seine.....	59
6.4.4	Présence d'exutoires au niveau du plan d'eau.....	60
6.5	Synthèse sur les sources potentielles de pollution.....	60
7	Synthèse et suite de l'étude	63

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des Cartes

Carte 1 : Limite des plus hautes eaux connues sur la BPAL des Boucles de Seine.....	26
Carte 2 : Occupation des sols de la zone d'étude (Source : Corine Land Cover 2006).....	28
Carte 3 : Inventaire du patrimoine naturel sur la zone d'étude	30
Carte 4 : Protections du patrimoine naturel sur la zone d'étude	31
Carte 5: Cartographie de synthèse des sources potentielles de pollution sur la zone d'étude	61

Liste des Figures

Figure 1 : Localisation de la base de loisirs des Boucles de Seine.....	3
Figure 2 : localisation du site d'étude	4
Figure 3 : Délimitation des zones d'étude	6
Figure 4 : Profondeur et dimensions de la zone de baignade	7
Figure 5 : Plan des activités de la BPAL des Boucles de Seine	10
Figure 6 : Plan des activités de la BPAL des Boucles de Seine, zoom sur le village.....	11
Figure 7 : Localisation des aménagements proches de la zone de baignade	12
Figure 8 : Panneau de présentation du règlement intérieur de la base	14
Figure 9 : Carte géologique du secteur d'étude au 1: 50 000 (BRGM)	16
Figure 10 : Profondeur du toit de la craie dans le secteur de la boucle de Moisson-Mousseaux (BRGM).....	17
Figure 11 : Localisation des stations météorologiques de la zone d'étude	19
Figure 12 : Températures mensuelles moyennes à Chapet, 2000 – 2011.....	19
Figure 13: Moyenne des précipitations mensuelles cumulées à Lainville (78) 2000 – 2010.	20
Figure 14 : Ouvrages hydrauliques du plan d'eau de la base de loisirs	22
Figure 15 : Rose des vents à la station météorologique de Wy-dit(MétéoFrance)	24
Figure 16 : Occupation du sol détaillée 2008 de la BPAL des Boucles de Seine (source : IAU IdF)	27
Figure 17 : Évolution de la température de l'eau de la zone de baignade entre 2000 et 2010 (données ARS)	36
Figure 18: Transparence mesurée par l'ARS au disque de Secchi sur la zone de baignade le lac des Boucles de Seine	37
Figure 19 : Mesures de pH réalisées par l'ARS dans la zone de baignade du plan d'eau de Moisson (boucles de seine).....	39
Figure 20 : Localisation du point de prélèvements de l'ARS.....	45
Figure 21: Évolution des moyennes mobiles des paramètres bactériologiques	46
Figure 22: Évolution des percentiles 90 pour E. coli et les Entérocoques de 2003 à 2010 ...	47
Figure 23 : Synoptique des réseaux EU des communes de Moisson et Mousseaux-sur-Seine (commune de Moisson, Test ingénierie 2007)	50

Figure 24 : Localisation du camping des Groux, en amont immédiat de la BPAL des Boucles de Seine.....	53
Figure 25 : Localisation des cultures de maïs, en amont immédiat de la BPAL des Boucles de Seine.....	54
Figure 26 : Cycle de contamination de Leptospirose (source : Faine et al. 1999)	57

Liste des Tableaux

Tableau 1 : État initial et objectifs de la masse d'eau souterraine « alluvions de la Seine moyenne et aval ».....	18
Tableau 2 : Inventaire et Protections du patrimoine naturel sur la zone d'étude	29
Tableau 3 : Modifications des seuils entre les directives de 1976 et 2006 (valeurs en N/100mL)	43
Tableau 4: Comparaison des méthodes de calcul du classement de la directive de 1976 et de la directive 2006 (valeurs en N/100mL).....	44
Tableau 5: Évolution du classement de la qualité bactériologique des eaux de baignade 2000-2010	45
Tableau 6: Détail du suivi de la bactériologie de la plage des Boucles de Seine de 1999 à 2010	46
Tableau 7 : Historique des crues de la Seine sur la commune de Moisson (PK 125 à 133) incluant la BPAL des Boucles de Seine	59

Liste des Photos

Photo 1 : Plan d'eau et zone de baignade de la BPAL des Boucles de Seine	4
Photo 2: Site de baignade de la BPAL des Boucles de Seine.....	8
Photo 3 : Buses exutoires de fossés EP vers le plan d'eau de la base de loisirs	21
Photo 4 : Plan papier des relevés bathymétriques effectués sur le plan d'eau de la BPAL des Boucles de Seine	23
Photo 5 : Présence de macro algues sur le plan d'eau de la base – juin 2011	41
Photo 6 : Exemple de fossé d'infiltration présent sur la BPAL des Boucles de Seine	51
Photo 7 : Bassin de collecte de la fontaine du minigolf Photo 8 : Arrivée dans le bassin	52
Photo 9 : Déversoir de trop plein vers le plan d'eau.....	52
Photo 10 : Lapins présents sur la base de loisirs des Boucles de Seine – juin 2011	57
Photo 11 : Présence de cygnes sur le plan d'eau – juin 2011	58
Photo 12 : Exutoire inconnu.....	60

1

Introduction

La Région Île-de-France a confié à SAFEGE la réalisation du profil des eaux de baignade de sept plans d'eau d'Ile de France. Le présent rapport concerne la base de plein air et de loisirs (BPAL) des Boucles de Seine.

Le profil de baignade est une obligation réglementaire émanant de la directive européenne de 2006 (2006/7/CE) sur les eaux de baignade. Il a pour fonction d'identifier et de quantifier les risques sanitaires dans les zones de baignade et d'élaborer des mesures concrètes de maîtrise et de gestion des pollutions et risques éventuels.

Cette étude comporte trois phases :

- L'état des lieux ;
- Le diagnostic ;
- Les mesures de gestion et plans d'action.

Le présent document constitue le rapport de la phase 1 « État des lieux ».

La base de loisirs des Boucles de Seine est **publique**, le **Conseil Régional d'Ile de France** en est le **propriétaire**. La **gestion** relève du Syndicat Mixte d'Études, d'Aménagement et de Gestion (**SMAEG**) de la base de loisirs des Boucles de Seine.

Ce syndicat est composé de représentants du Conseil régional d'Île-de-France, du Conseil général et des communes de Mousseaux-sur-Seine et Moisson.

2

Description générale

2.1 Localisation

La base de loisirs des Boucles de Seine se situe dans le département des Yvelines (78) en région Île-de-France ; à 50 km à l'Ouest de Paris et 10 km au nord de Mantes-la-Jolie. Situé entre les bords de la Seine (à l'est) et la forêt de Moisson (à l'ouest), elle est incluse entièrement dans le territoire des communes de Moisson et Mousseaux-sur-Seine et représente une superficie totale de 330 hectares dont 120 hectares de plan d'eau ; c'est l'une des bases de loisirs les plus grandes d'Île-de-France.

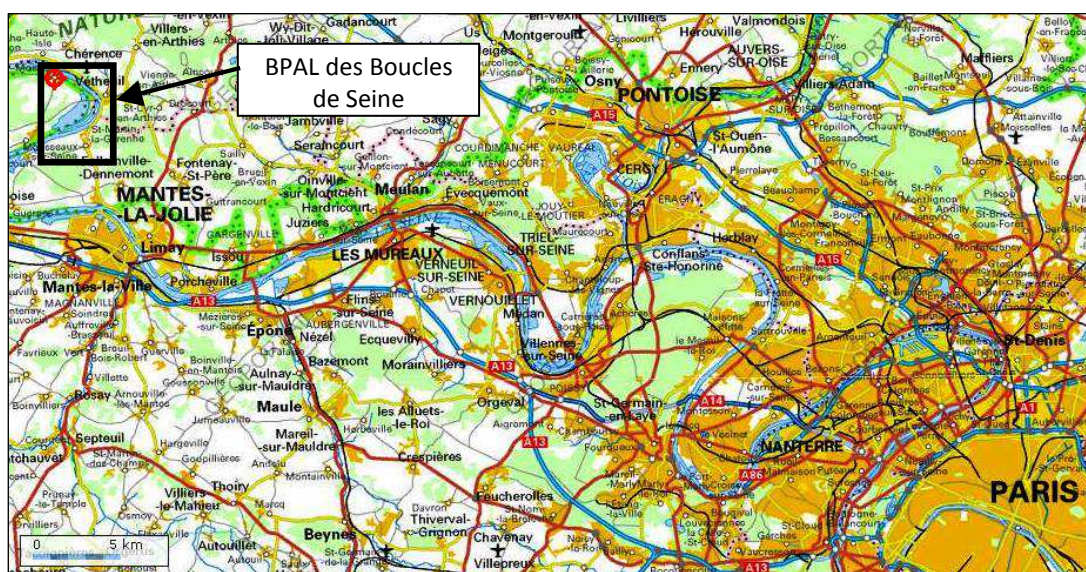


Figure 1 : Localisation de la base de loisirs des Boucles de Seine

« Située au pied du plateau du Vexin, la Base de Loisirs des Boucles de Seine se niche entre les falaises crayeuses d'un des méandres de la Seine, tant appréciées des impressionnistes. Grâce à un plan d'eau de plus de 3 km de long, pour une superficie de 120 hectares, cette base, prisée des connaisseurs, offre un cadre idéal pour la pratique de la voile. »¹

¹ Diagnostic écologique des Bases de plein air et de loisirs – Juin 2011. CRIF.

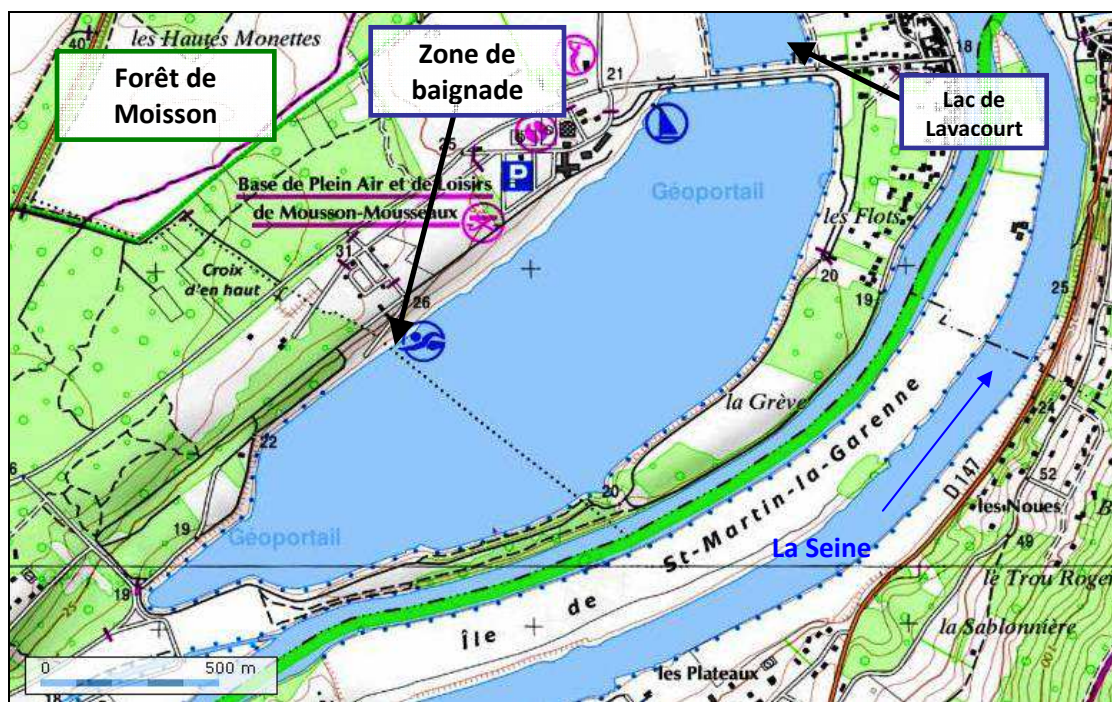


Figure 2 : localisation du site d'étude



Photo 1 : Plan d'eau et zone de baignade de la BPAL des Boucles de Seine

2.2 Détermination de la zone d'étude

La zone d'étude correspond à la zone dans laquelle des sources potentielles de pollution microbiologique sont susceptibles d'atteindre le plan d'eau.

La pollution potentielle peut provenir principalement :

- ✓ Des apports directs à la plage et au plan d'eau ;
- ✓ Des apports au bassin versant du plan d'eau.

Dans l'évaluation des flux, nous considérerons donc les compartiments suivants :

- ✓ Une **zone « locale »** correspondant au bassin versant immédiat du plan d'eau de la plage. Toutes les sources de pollution y ont été recherchées. La visite de terrain nous a permis de préciser les limites de cette zone d'étude, en plus des informations extraites de la lecture des cartes IGN.

Cette zone correspond aux **abords immédiats** du plan d'eau, délimités par la topographie et les chemins entourant el plan d'eau.

- ✓ Une **zone d'étude générale** qui correspond au bassin versant complet de la gravière. Il est délimité par la boucle que forme la Seine à l'est et par la forêt de moisson à l'ouest.

La Seine n'est pas en lien direct avec le plan d'eau. Cependant, le plan d'eau est en lien direct avec la nappe alluviale, elle-même en connexion avec la Seine. Ainsi, les fluctuations de niveau d'eau de la Seine se répercutent 10 jours plus tard sur le niveau d'eau du plan d'eau de la base de loisirs.

C'est seulement lors d'épisodes de crues extrêmes de la Seine que celle-ci se déverse dans le plan d'eau. Ces événements ayant lieu en hiver, la pollution a priori essentiellement d'origine bactériologique et chimique qui pourrai se déverser dans le plan d'eau, devrait avoir été dégradée avant la période de baignade qui est estivale, tout du moins en ce qui concerne la pollution bactériologique et les matières organiques, mais cela peut par contre avoir un impact sur le niveau d'eutrophisation du plan d'eau en été.

A la vue de ces considérations le découpage présenté sur la figure suivante est proposé :

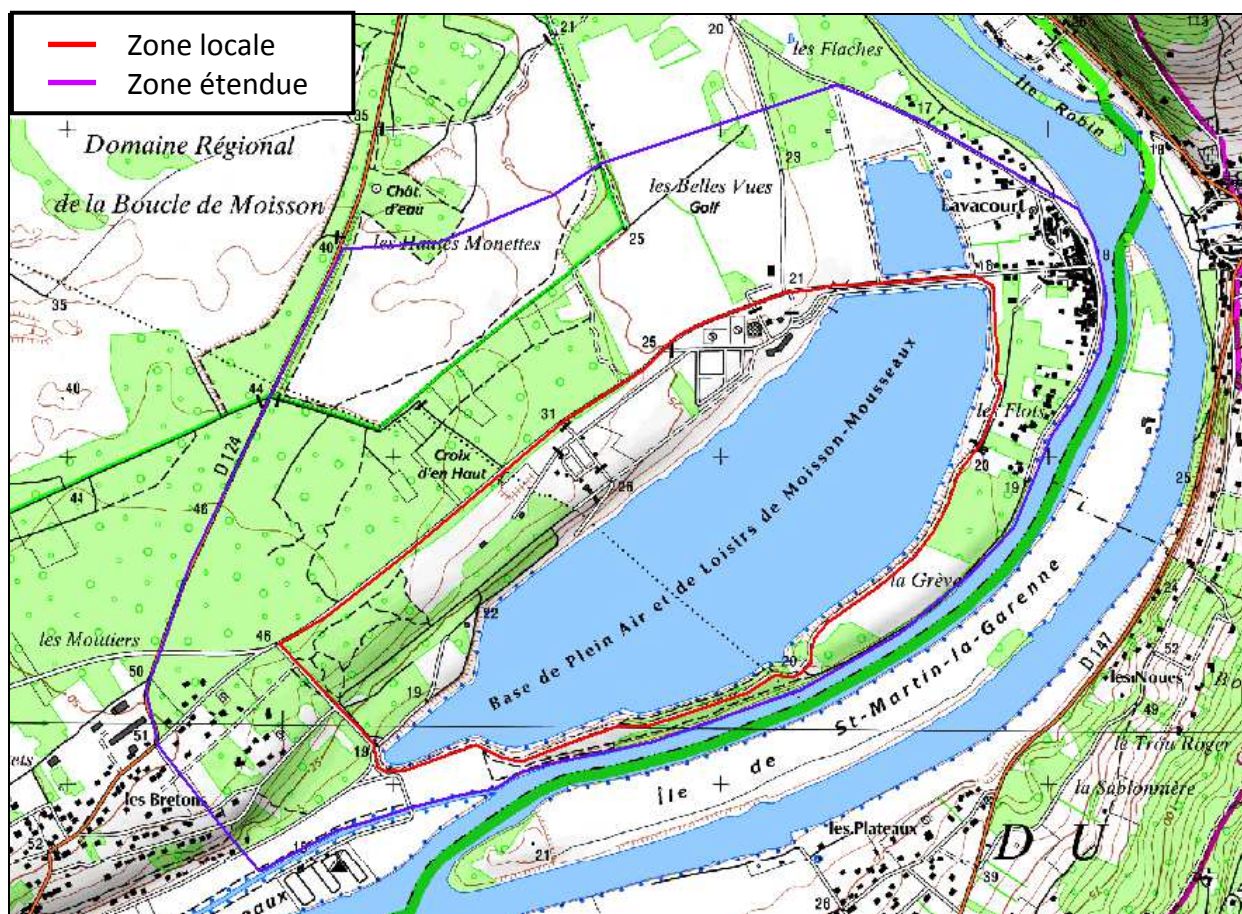


Figure 3 : Délimitation des zones d'étude

3

Description de la plage

3.1 La plage et la zone de baignade

Il s'agit d'une plage artificielle linéaire, longue de 200m environ. Il s'agit d'une plage de sable ; le sable ayant été renouvelé pour la dernière fois il y a 4 ans.

La zone de surveillance est matérialisée, côté terre, par des panneaux en limite de zone et côté eau, par des bouées jaunes. On distingue :

- un petit bain jusqu'à une profondeur de 80 cm ;
- un grand bain jusqu'à une profondeur de 1m40 ;
- une zone pour les groupes et une pataugeoire.

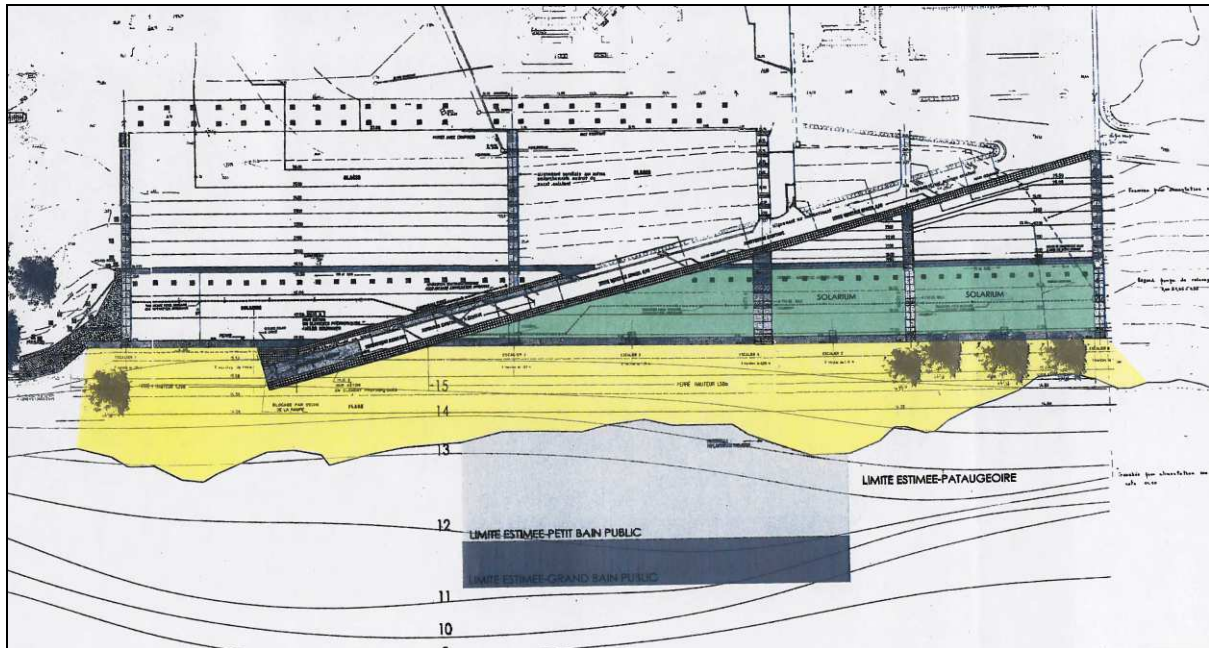


Figure 4 : Profondeur et dimensions de la zone de baignade²

² Extrait : Étude de faisabilité, aménagement de la baignade de la base de loisirs de Moisson-Mousseaux, Cabinet PBO, 09/2007.

En fonction de la fréquentation de la baignade et du nombre de personnel, les postes de surveillances pourront être : soit la plateforme, soit le bord de la baignade, soit le poste de secours.



Photo 2: Site de baignade de la BPAL des Boucles de Seine

Lors des visites de terrain effectuées en juin 2011 aucun développement de végétation au sein de la zone de baignade n'a été observé.

Un escalier de béton sépare l'intégralité de la plage d'une zone de pelouse en surplomb.

Le sable de la plage est fréquemment renouvelé. Les derniers apports de sable remontent à 4 ans.

3.2 Les Usages du plan d'eau

Le plan d'eau est le lieu d'activités qui peuvent avoir un impact sanitaire sur l'eau :

- La pêche (présence d'un point de pêche signalisé par des panneaux tout autour du plan d'eau);
- École de voile de la base, ouverte toute l'année : voile en dériveur, catamaran, planches à voile ;
- Location de pédalos et canoës (uniquement durant la période d'ouverture de la baignade) ;
- La baignade.

La baignade sur le plan d'eau est autorisée et surveillée les week-ends ensoleillés de printemps et tous les jours de juillet et d'août. La présence d'un drapeau vert indique que la baignade est autorisée et surveillée.

La surveillance du plan d'eau est assurée par 1 poste de secours et 1 bateau à moteur. L'embarcation à moteur avec gilets de sauvetage et son matériel de sécurité, mouille à proximité de la baignade afin de pouvoir intervenir au delà de la zone de surveillance si nécessaire.

Il existe également d'autres activités qui ne concernent pas le plan d'eau mais qui sont à proximité de la plage :

- Tennis : 4 terrains extérieurs et 2 terrains couverts ;
- Tir à l'arc ;
- VTT ;
- Minigolf ;
- Aires de jeux ;
- Promenades ;
- Pêche sportive ;
- Aires multisports ;
- Parcours d'orientation ;
- Golf des Boucles de Seine (50 Ha).



Figure 5 : Plan des activités de la BPAL des Boucles de Seine

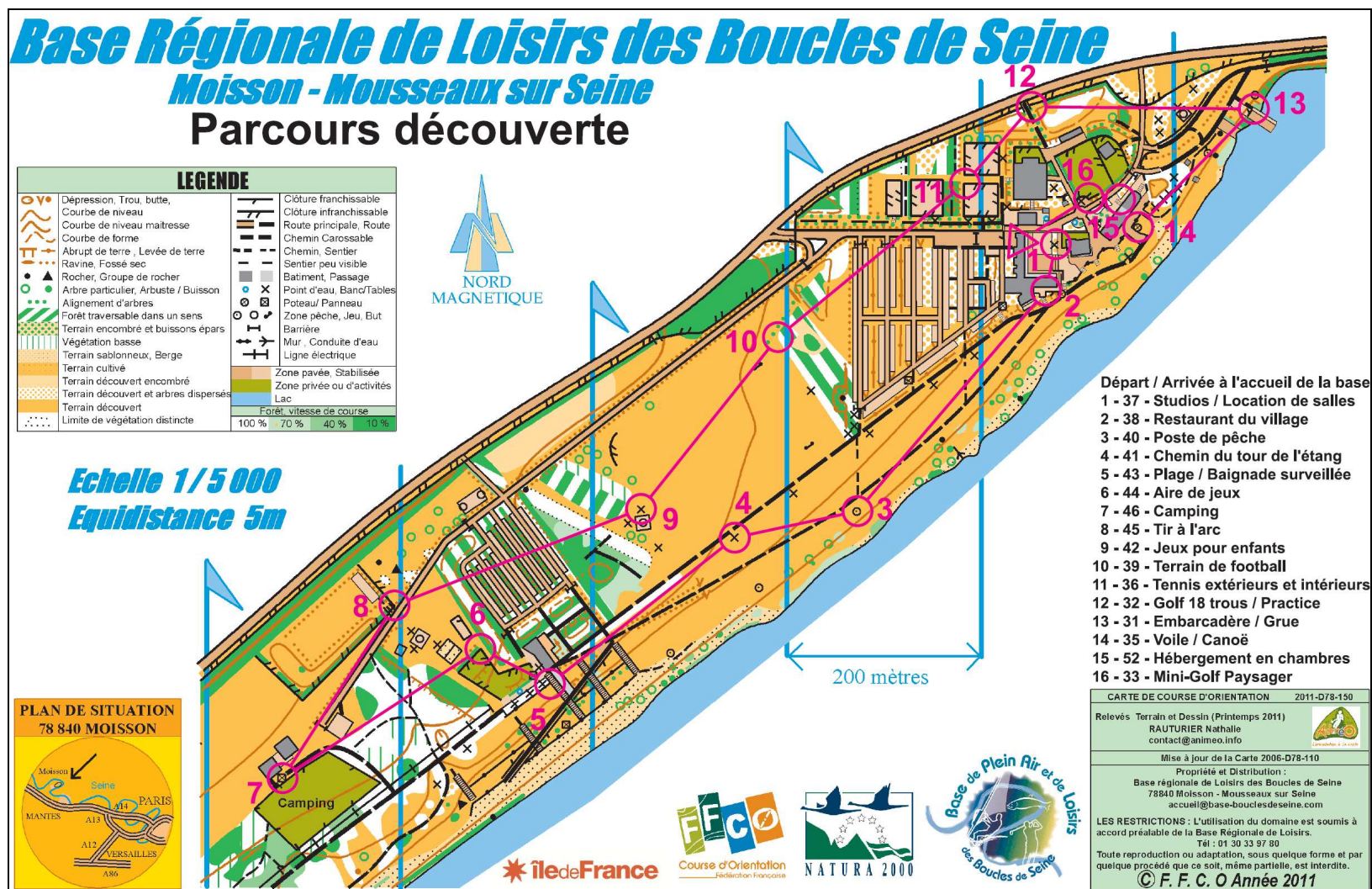


Figure 6 : Plan des activités de la BPAL des Boucles de Seine, zoom sur le village

3.3 Équipements de la zone de baignade

A proximité de la plage, on retrouve les équipements suivants :

- Un poste de secours au dessus de la plage ;
- Des tables pique-nique au dessus de la plage ;
- Deux blocs sanitaires situés contre le bâtiment du poste de secours (pour homme, femme et handicapés) équipés de lavabos et douches (en assainissement collectif) ;
- Un snack ;
- Un parking.



Figure 7 : Localisation des aménagements proches de la zone de baignade

De nombreuses poubelles sont présentes sur le site et sur la plage. Les poubelles sont vidées plusieurs fois par jours en haute saison. 2 à 3 employés, selon la saison, sont responsables de la collecte des déchets au sol.

Les points de restauration sur la base sont les suivants :

- Les Terrasses du Lac : self-service d'une capacité d'accueil de 120 couverts, dans le village ;
- La Rotonde : salle de restauration de 40 couverts, dans le village ;
- Le Kiosque du Golf : salle de 35 couverts située en face du golf ;
- 3 snacks/bars dont le Glacier de la Plage : snack de restauration rapide, au dessus de la plage.

La base propose aussi la location de 7 salles de 12 à 120 places dans le cadre d'évènements de type séminaire.

3.4 Structures d'hébergement

La base propose les structures d'hébergement suivantes :

- Appartement de la plage (6 places) ;
- 70 lits répartis en 23 chambres ;
- 8 studios de 2 personnes ;
- 2 studios pour personne à mobilité réduite ;
- Un camping d'une capacité d'accueil de 250 personnes, à l'ouest du plan d'eau, au dessus de la plage.

3.5 Fréquentation

L'accès pédestre à la base de loisirs est libre, la base est ouverte toute l'année de 9h à 18h30, l'**accès est gratuit en dehors de la saison estivale**.

La fréquentation totale annuelle est estimée à **40 000 visiteurs par an** ($\pm 10\%$).

La fréquentation maximale est de 1 500 visiteurs³ par jour, les jours de pointe (IAURIF, 2008).

En 2011, la baignade a été ouverte du 14 mai au 2 octobre, de 10h à 19h.

La **fréquentation de la plage** est de 200 personnes par jour en moyenne et peut atteindre des pics de **700 à 800 personnes en jour de pointe**. Dans l'eau la fréquentation peut atteindre un maximum instantané de 250 personnes.

3.6 Réglementation

La BPAL des Boucles de Seine est soumise à un règlement intérieur.

Des pancartes jalonnent le chemin tout autour du plan d'eau. Elles indiquent l'interdiction de baignade et l'accès à des zones de pêche. Des pancartes relatives au règlement intérieur de la base de loisirs sont aussi présentes. Des affiches sont temporairement installées pour prévenir du risque causé par les chenilles processionnaires urticantes.

La zone de baignade est soumise aux interdictions suivantes :

- La baignade est interdite en dehors des zones réservées à cet effet ;
- Les chiens sont autorisés en laisse sur la base et interdits sur la zone de baignade.



³ Source : IAU 2008



Figure 8 : Panneau de présentation du règlement intérieur de la base

Un agent de sécurité veille au respect d'application des consignes sur la plage.

4

Description de l'environnement et de la climatologie locale

4.1 Caractéristiques du milieu naturel

4.1.1 Contexte géologique

Le plan d'eau se situe au creux de l'imposant méandre de Moisson qui emmagasine, dans son lobe convexe, un tonnage important d'alluvions caillouteuses, intensément exploitées. Aujourd'hui le débit du fleuve, incomparablement plus faible qu'aux temps périglaciaires explique la rétraction du méandre : il existe une basse terrasse limoneuse au pied des rives concaves que la Seine n'érode plus depuis la fin du dernier glaciaire (environ 10 000 ans). Mais l'érosion spectaculaire de ce méandre exposé au sud a abandonné de pittoresques pitons et pinacles de craie, truffés d'abris troglodytiques et abritant la seule église souterraine creusée dans la craie qui existe au monde, celle de Haute-Isle.

Le contexte géologique au droit du site est décrit par la succession de couches de haut en bas suivante :

- Alluvions modernes à granulométrie fine (sable limons, argiles et marnes) d'une épaisseur de 4 à 5 m ;
- Alluvions anciennes grossières (20 m);
- Craie blanche du Coniacien-Santonien formant un sable dolomitique interstratifié d'environ 35 m en rive gauche et 70 m en rive droite.

On distingue des dépôts de pente à silex ou à meulières qui s'étendent entre Mousseaux-sur-Seine et Méricourt et en rive droite entre Vétheuil et les sables des Garennes.

En rive droite de la Seine, au niveau du méandre, on retrouve une succession de couches alternant craie, argile et sable qui forment un plateau, occupé par le bois de Chênay.

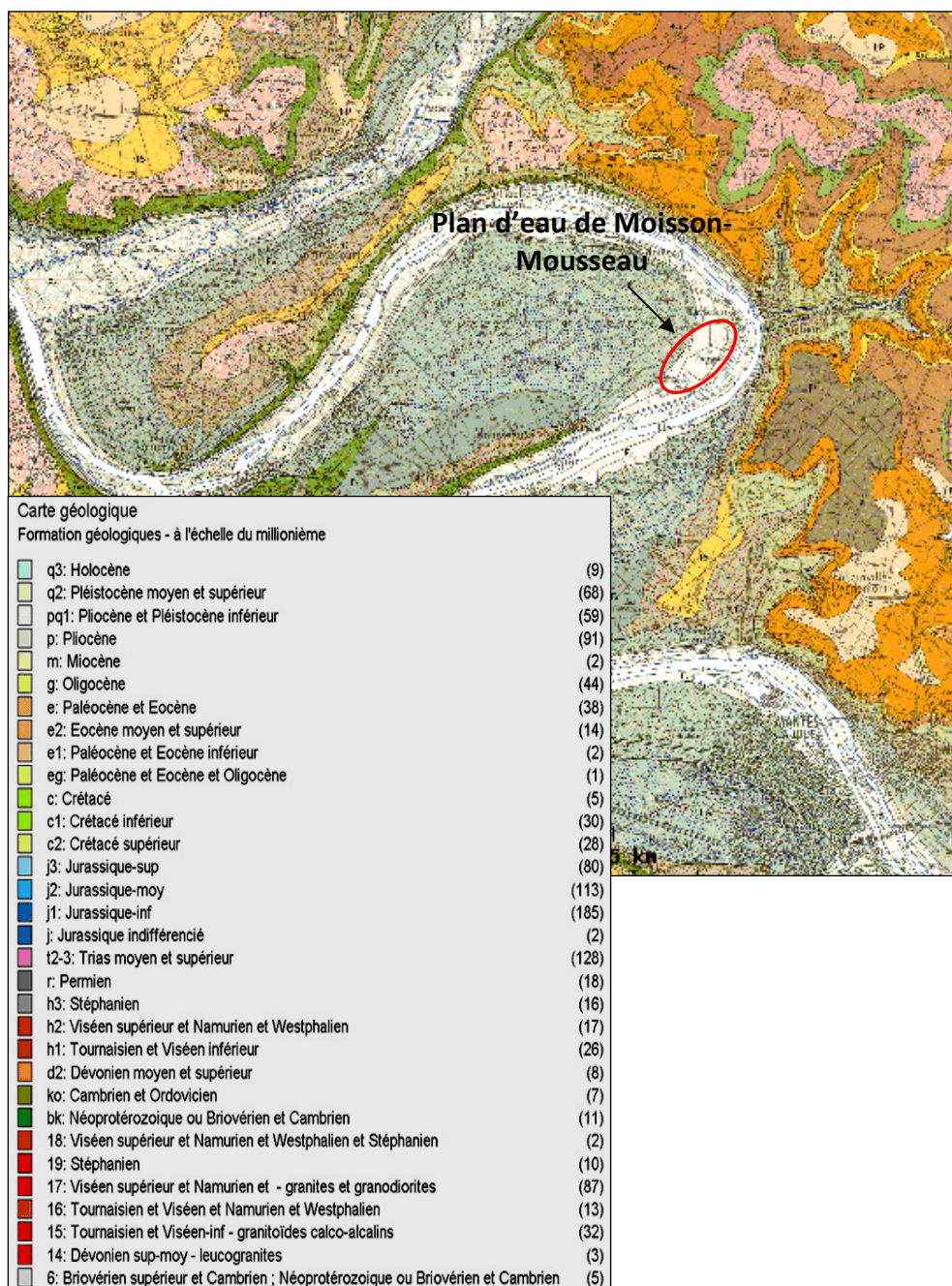


Figure 9 : Carte géologique du secteur d'étude au 1: 50 000 (BRGM)

4.1.2 Contexte hydrogéologique

Plusieurs nappes phréatiques sont présentes sur la zone d'étude :

- La nappe des alluvions de la Seine :

Bien que la rivière influence légèrement le niveau piézométrique de cette nappe, elle est alimentée majoritairement par impluvium direct et par les eaux du Calcaire de Champigny. En effet, aucun niveau imperméable ne sépare les alluvions de ces calcaires.

- La nappe de la craie :

Cette nappe est affleurante comme le montre la carte suivante. Le toit est situé entre 2 m et 53 m de profondeur.

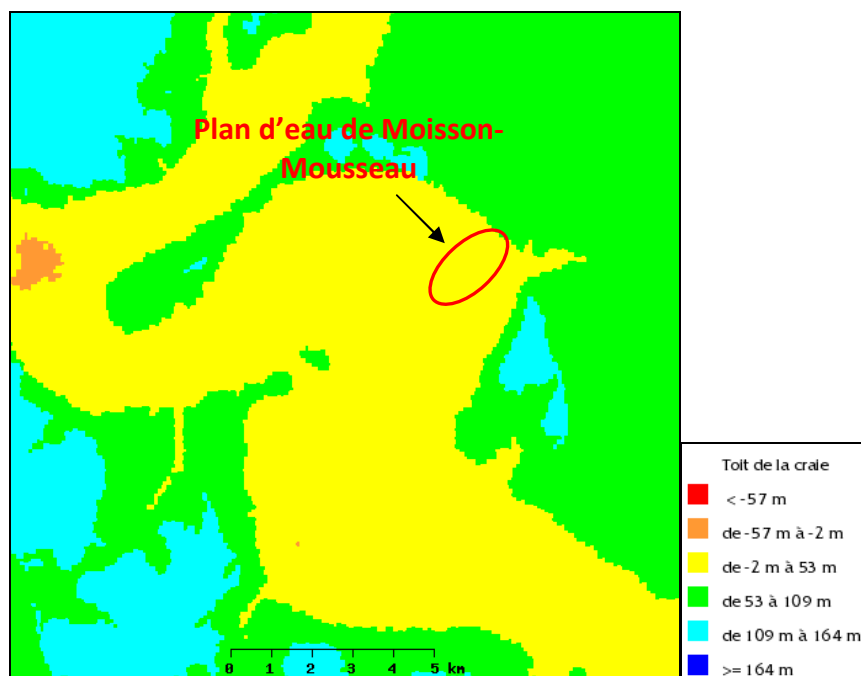


Figure 10 : Profondeur du toit de la craie dans le secteur de la boucle de Moisson-Mousseaux (BRGM)

La nappe de la craie est alimentée soit par infiltration des eaux souterraines, soit par les nappes sus-jacentes, soit par la Seine.

Il semblerait que la Seine et la nappe alluviale du plan d'eau sont reliées : les montées du niveau de la Seine entraînent des remontées du niveau du plan d'eau.

On constate un décalage de 10 jours entre les fluctuations de la Seine et celles du plan d'eau.

Cependant, il n'y a pas de **pas de connexion directe** entre le plan d'eau et la Seine, pas d'exutoire.

Le plan d'eau des Boucles de Seine est alimenté par la nappe des alluvions de la Seine. Il s'agit de la **masse d'eau des alluvions de la Seine moyenne et aval** (masse

d'eau souterraine alluviale - FRHG001) dont l'état est jugé mauvais à cause de taux trop élevés en pesticides, en NH_4 et en métaux. D'après le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015, les objectifs de bon état de la masse d'eau sont les suivants :

Tableau 1 : État initial et objectifs de la masse d'eau souterraine « alluvions de la Seine moyenne et aval »

Masses d'eau		Etat chimique initial		
Alluvions de la Seine moyenne et aval	3001	Mauvais	pesticides, NH_4 , métaux	délai maximum lié à l'inertie des masses d'eau connectée (MESO 3202 et MESU Seine)

Etat quantitatif initial	Zones "eau de surface" potentiellement soumises à des déséquilibres locaux	Objectif d'état chimique	Objectif d'état quantitatif
Mauvais	Boucles de la Seine aval; Marais vernier	Bon état 2027	Bon état 2015

4.1.3 Climatologie

La station météorologique de référence la plus proche du plan d'eau est la station de Lainville (78329001), station manuelle de type 4⁴, située à 8 km à l'est du plan d'eau. Sont disponibles, sur cette station, uniquement les précipitations entre 2000 et 2011.

La station de Lainville ne mesurant pas la température, sont présentées ici les mesures de température de la station de Chapet (78140001), station automatique de type 2, située à environ 30 km au sud-est de la base de loisirs. Sont disponibles, sur cette station, les températures entre 2000 et 2011.

L'analyse des vents (cf. 4.2.3.1) quand à elle, provient de la station météorologique Wy-dit (95690001), station automatique de type 2, située à environ 10km au nord-est de la base. La rose des vents y a été calculée à partir 9 années de données (janvier 2001 à juin 2010).

⁴

Type 0 : station synoptique professionnelle, avec observation sur place,
 Type 1 : station synoptique non professionnelle, ou observation à distance,
 Type 2 : station automatique, temps réel,
 Type 3 : station automatique, temps différé,
 Type 4 : station manuelle,
 Type 5 : autres stations (généralement, station automatique saisonnière).

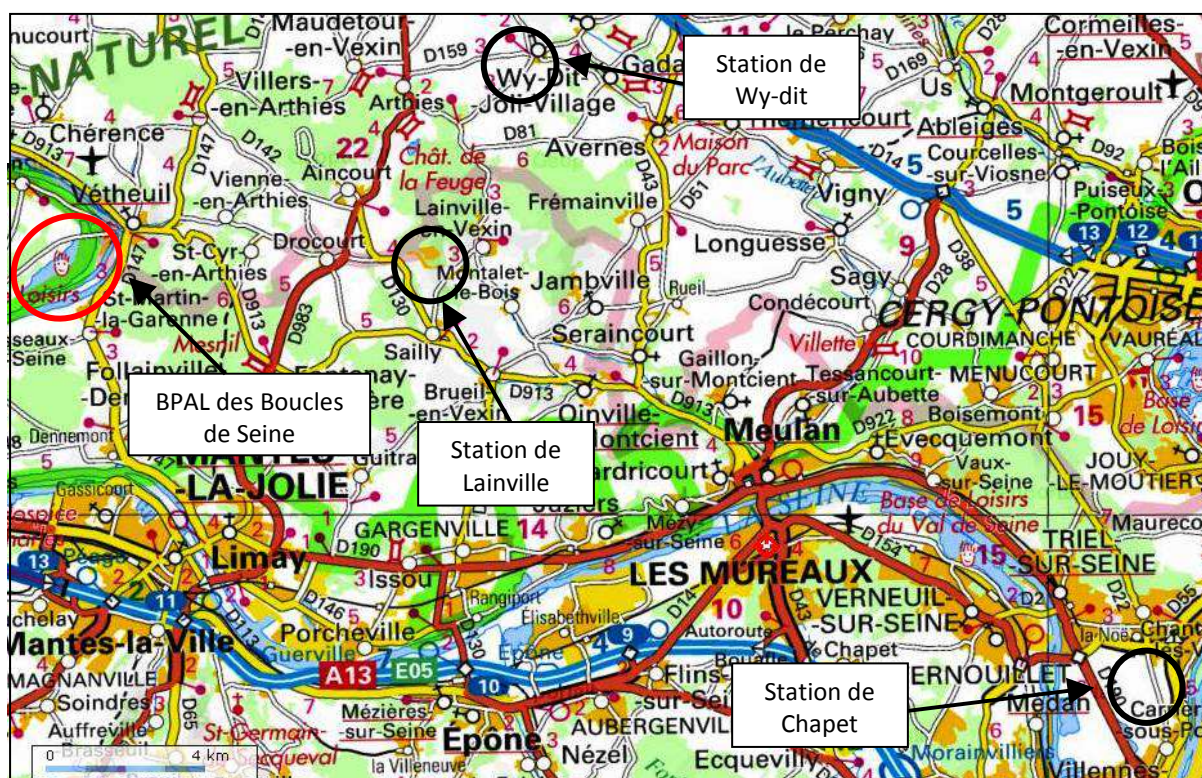


Figure 11 : Localisation des stations météorologiques de la zone d'étude

4.1.3.1 Températures

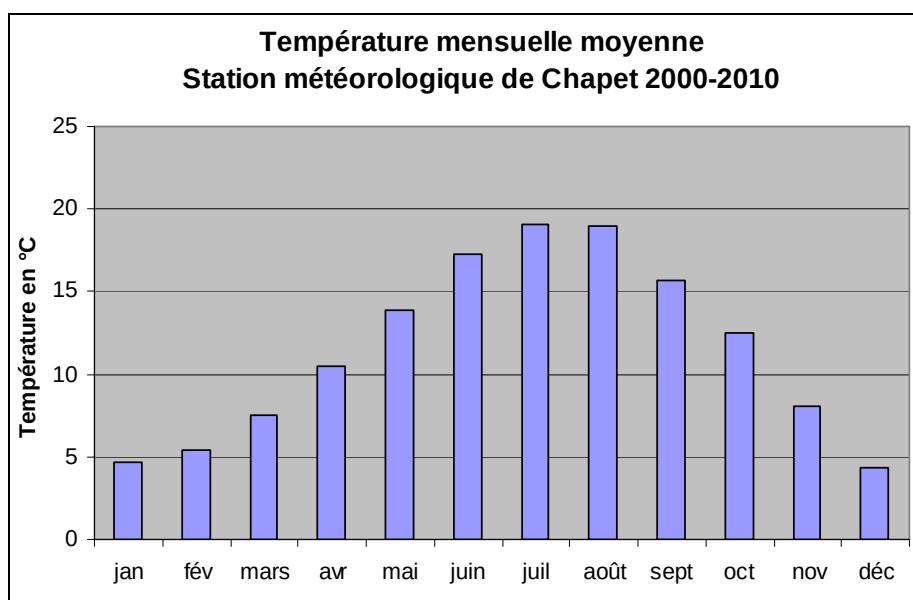


Figure 12 : Températures mensuelles moyennes à Chapet, 2000 – 2011

La température moyenne annuelle est de 11,5°C. Le mois le plus chaud et le mois le plus froid de l'année sont respectivement juillet (19,1°C) et décembre (4,3°C).

4.1.3.2 Précipitations

Le climat est de type océanique avec des pluies réparties sur toute l'année avec un cumul annuel de 712 mm par an en moyenne.

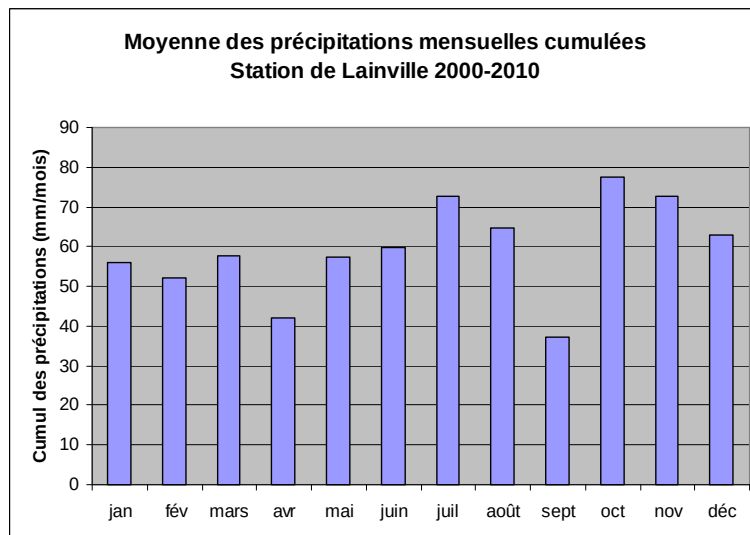


Figure 13: Moyenne des précipitations mensuelles cumulées à Lainville (78) 2000 – 2010

Le mois le plus sec est le mois de septembre avec un cumul moyen de 37 mm. Les précipitations maximales se produisent aux mois de juillet et novembre avec un cumul moyen de 72 mm.

4.2 Caractéristiques hydrologiques

4.2.1 Fonctionnement hydrologique du plan d'eau

Le plan d'eau est une ancienne carrière. Il n'est pas en connexion directe avec la Seine ; il est alimenté par la nappe alluviale elle-même en connexion avec la Seine et alimentée par impluvium direct.

La visite de terrain a permis de localiser **trois buses** au nord du plan d'eau. Ces buses se situent entre le plan d'eau de la base et celui de Lavacourt. D'après les informations communiquées par la mairie de Moisson, ces buses ne sont pas une connexion entre les deux plans d'eau mais **recupèrent les eaux pluviales des fossés** situés au bord de la route.



Photo 3 : Buses exutoires de fossés EP vers le plan d'eau de la base de loisirs

Cependant, **il existe une connexion entre les deux plans d'eau**, une double buse située sous le **pont de la perruche** (possiblement 2 x Ø1500) permettant un déversement d'un plan d'eau vers l'autre (deux sens d'écoulement possibles selon niveau d'eau dans les lacs) en cas de crue exceptionnelle.

La vidange complète du plan d'eau de la base de loisirs est impossible, cependant, toujours d'après les informations communiquées par la mairie de Moisson, l'ancien bief de communication avec la Seine a été comblé mais des buses munies d'un système de vannage ont été conservées afin de pouvoir servir de surverse du plan d'eau vers la Seine lors de crues exceptionnelles (tous les 30 à 50 ans). Ces vannages ont été utilisés pour la dernière fois en 2001 lors d'une légère crue.



Figure 14 : Ouvrages hydrauliques du plan d'eau de la base de loisirs

4.2.2 Topographie et morphologie du plan d'eau

Le plan d'eau a une superficie d'environ 120 ha, c'est l'un des plans d'eau de BPAL les plus grands d'Île-de-France.

La bathymétrie du plan d'eau a été réalisée il y a 4 ans.

Sur les relevés bathymétriques ci-après on remarque que le nord du plan d'eau est bien plus profond que le sud.

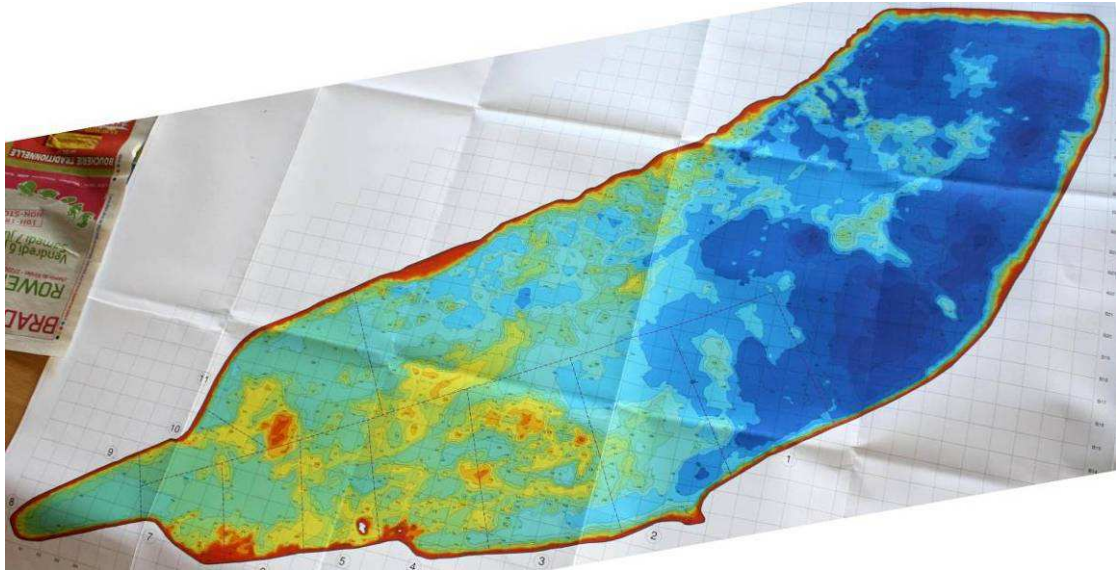


Photo 4 : Plan papier des relevés bathymétriques effectués sur le plan d'eau de la BPAL des Boucles de Seine

La profondeur moyenne du plan d'eau est de 5 m dans la partie nord et sans doute entre 2 et 3m dans la partie sud. Le fond étant très hétérogène il peut y avoir des fosses de 8 m comme des remontées à 1m.

4.2.3 Contexte hydrodynamique

4.2.3.1 Régime des vents

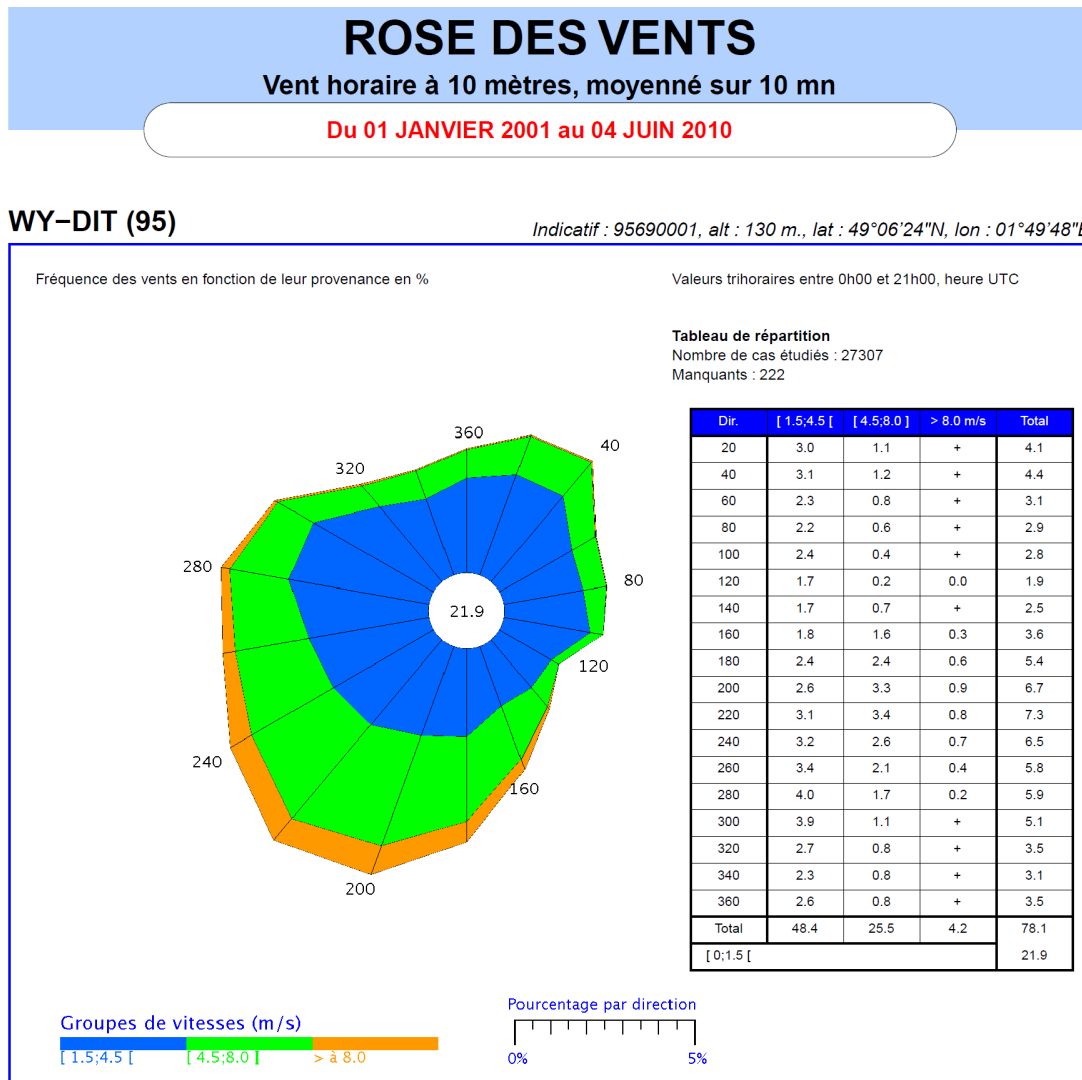


Figure 15 : Rose des vents à la station météorologique de Wy-dit(MétéoFrance)

Pour caractériser les régimes des vents dominants de la zone d'étude, la rose des vents à la station de Wy-dit, station Météo France la plus proche, est utilisée.

Le flux directeur principal est de secteur Sud-ouest. En toute logique, il conviendrait d'étudier les sources de pollution extérieures au plan d'eau situées au Sud-ouest de celui-ci, puisque elles pourraient être transportées par le vent. Cela étant, c'est l'axe principal du plan d'eau et de la Seine et il est donc peu probable que des apports significatifs de polluants parviennent au plan d'eau depuis cette direction par voie aérienne.

Ces vents engendrent par contre des courants au niveau du plan d'eau de même direction Sud-ouest / Nord-est. Lorsqu'il y a des éléments polluants sur le plan

d'eau, nous les retrouvons sur la berge Nord-est du plan d'eau, donc dans la partie où sont pratiquées les activités nautiques.

4.2.3.2 Marnage et courantologie

Le marnage du plan d'eau est compris entre 3 et 5 m, l'essentiel de ce marnage étant lié aux épisodes de hautes eaux. La Seine et la nappe alluviale du plan d'eau sont reliées : les montées du niveau de la Seine entraînent des remontées du niveau du plan d'eau. On constate un décalage de 10 jours entre les fluctuations de la Seine et celles du plan d'eau. Cela permet de tamponner les pics les plus abrupts de niveau de la Seine

Au niveau de la zone de baignade, en fonction de ces fluctuations, le niveau d'eau peut baisser de jusqu'à 80 cm ce qui pose un problème de réduction de la surface et de la profondeur de la zone de baignade en été. La zone de baignade ne peut en effet pas être reculée car la profondeur du plan devient ensuite trop importante. Il y a un projet de déplacement de la plage plus au nord du plan d'eau, en contre bas des parkings, et de remodelage de la partie immergée de la plage.

4.2.3.3 Débits entrant et sortant de l'hydro système

Des prélèvements sont effectués dans le lac pour arroser le golf.

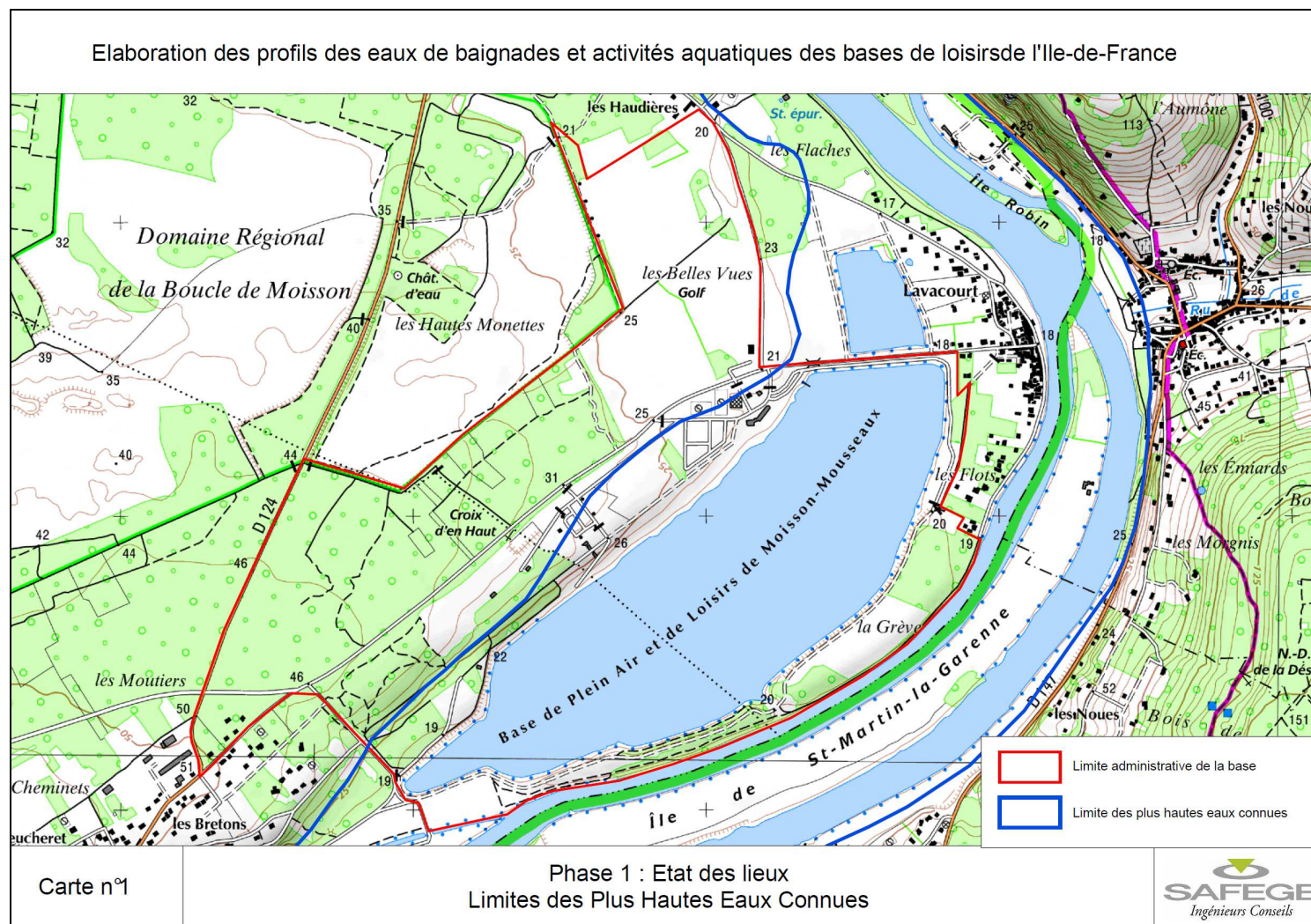
L'eau est pompée à l'aide d'une station de pompage automatisée située au nord-ouest du plan d'eau. Les eaux sont ensuite busées sous la route pour être distribuée de façon automatisée sur les différents greens du golf.

Le volume d'eau pompé en 2011 pour les greens du golf était de 40 700 m³.

4.2.4 Inondations

Les limites des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) de la Seine, datant de la crue de 1910, couvrent la quasi totalité de la base de loisirs des Boucles de Seine. Même si cette limite n'est pas réalisée avec précision et est donc à prendre comme une information d'ordre général, **on peut considérer que toute la base de loisirs est située en zone inondable.**

Lors de crues de la Seine, il existe donc un risque de débordement de ce fleuve dans le plan d'eau. La distance entre ce cours d'eau et le plan d'eau des Boucles de Seine est d'environ 100m.



Carte 1 : Limite des plus hautes eaux connues sur la BPAL des Boucles de Seine

4.3 Occupation des sols

La carte ci-après présente l'occupation du sol de la base de loisir mais également de sa zone d'étude dite « générale » (périmètre éloigné/bassin versant topographique)

Sur la zone étudiée, on distingue 5 classes d'occupation du sol : forêts (de feuillus, en mutation), équipements sportifs et de loisirs, tissu urbain discontinu, espaces agricoles et plan d'eau (correspondant à celui de la base).

La majeure partie de la zone d'étude générale est occupée par des milieux naturels caractérisés par une infiltration élevée et une pollution faible.

Ainsi, mis à part les pollutions du golf limitrophe, une éventuelle pollution du plan d'eau des Boucles de Seine ne serait pas due au ruissellement de surface mais plus probablement à des réseaux d'assainissement (rejet direct, fissures souterraines vers la nappe, mauvais branchements, etc.) ou à une pollution locale provenant directement de la base de loisirs elle-même (animaux, déchets, etc.).

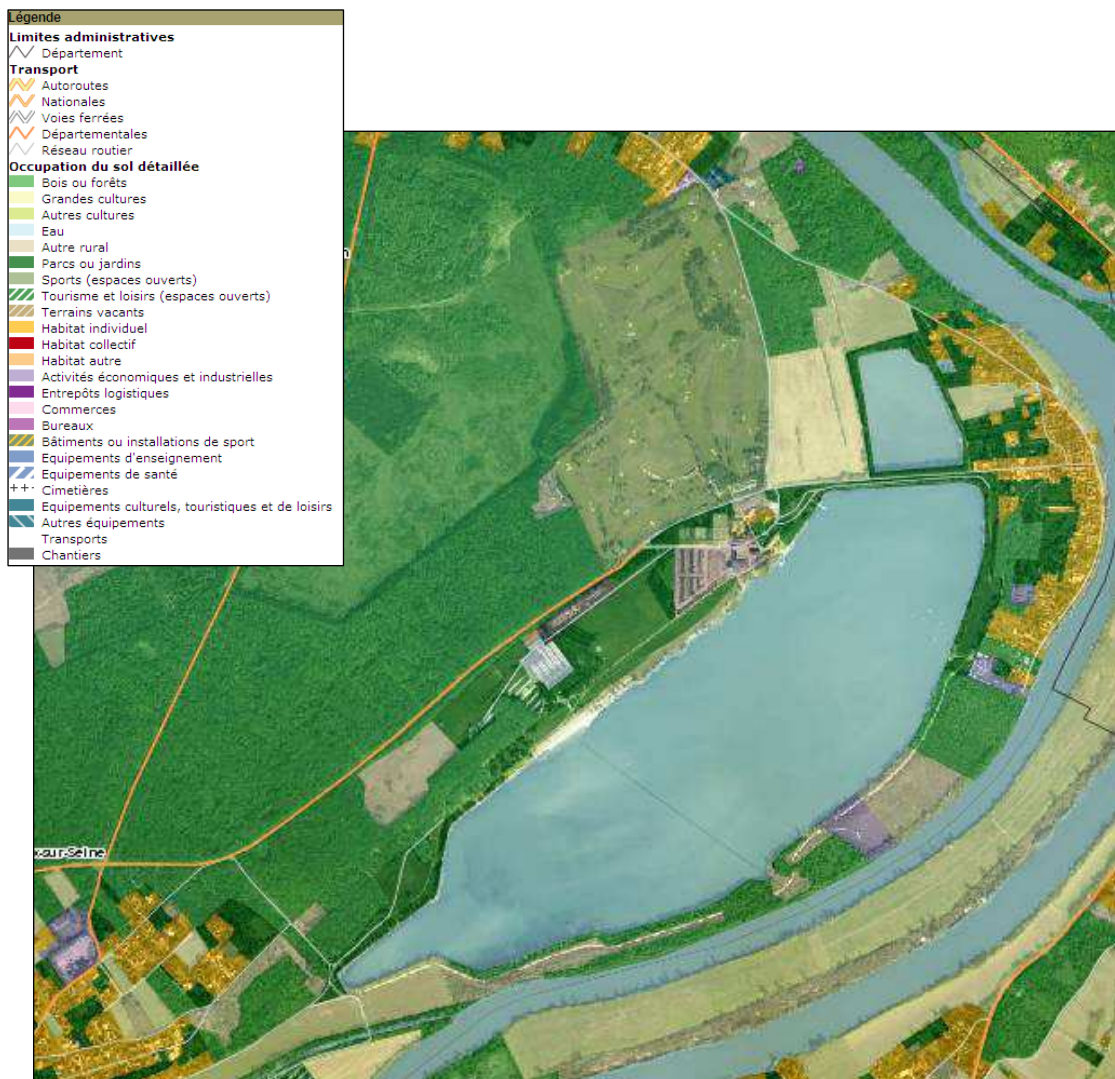
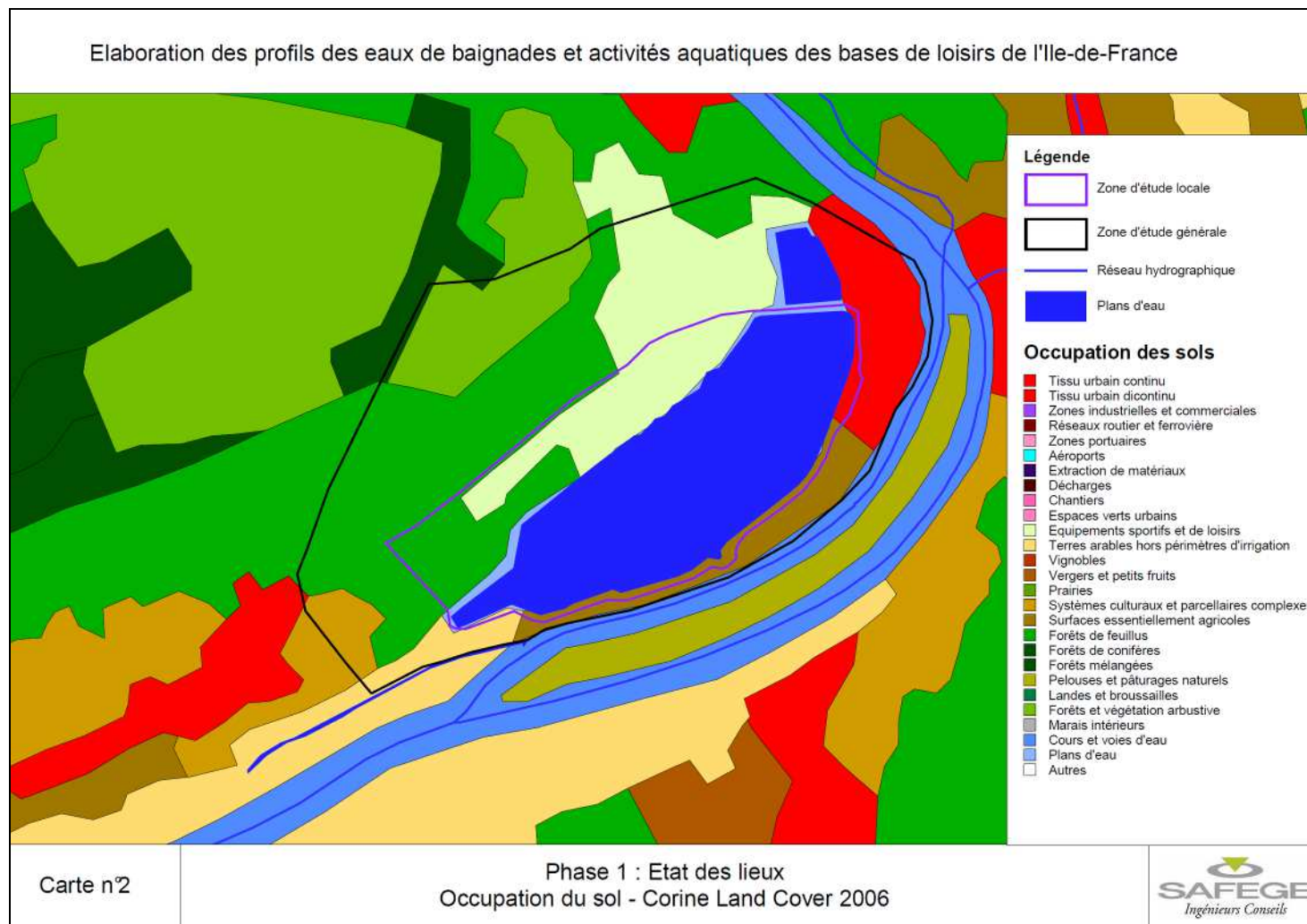


Figure 16 : Occupation du sol détaillée 2008 de la BPAL des Boucles de Seine (source : IAU IdF)



Carte 2 : Occupation des sols de la zone d'étude (Source : Corine Land Cover 2006)

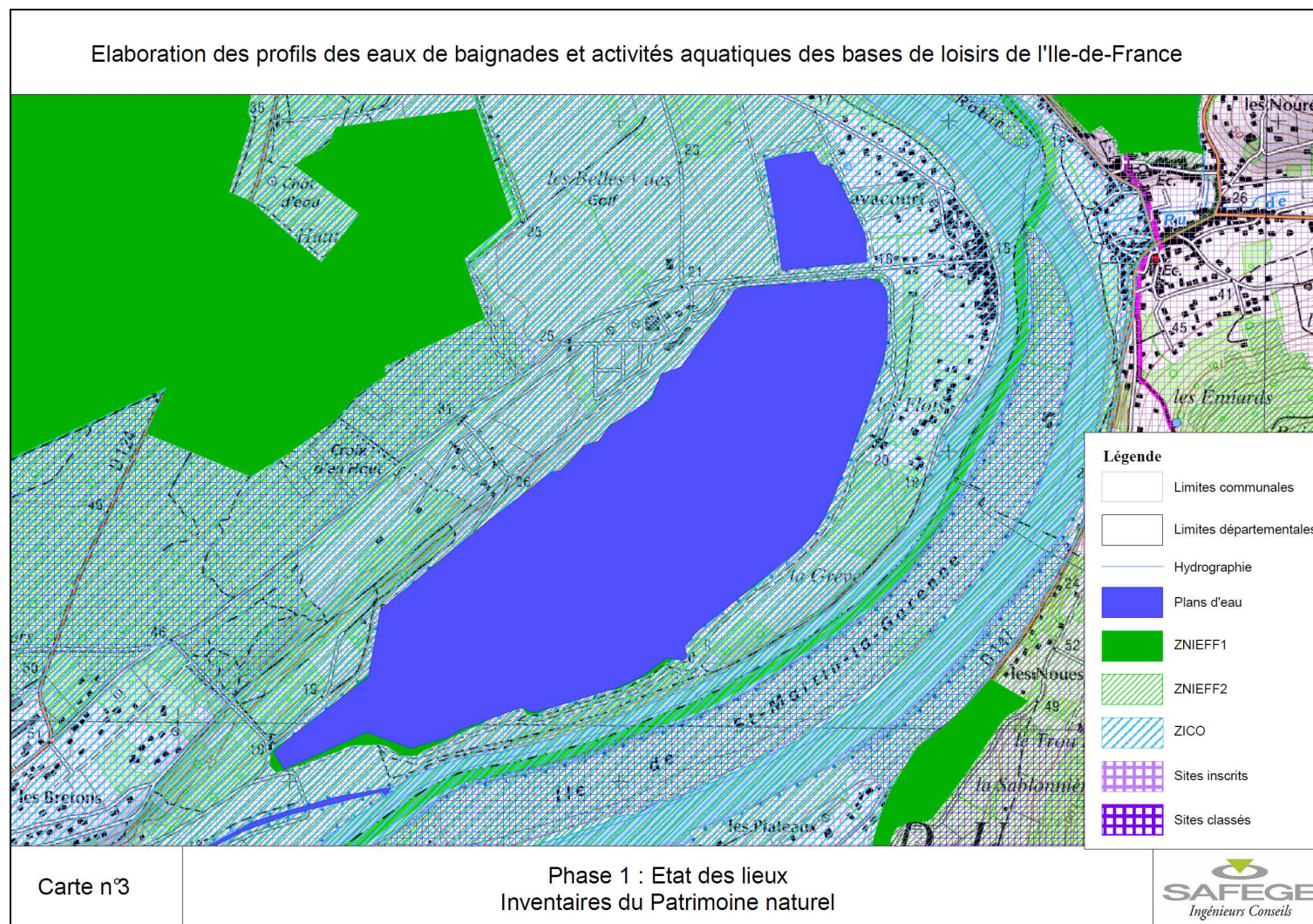
Ainsi, les sols de la base de loisirs sont principalement occupés par des espaces boisés, des espaces verts dits « sportifs » et quelques bâtiments collectifs. C'est un espace peu urbanisé et très peu cultivé ce qui limite les sources de pollution et limite également beaucoup les phénomènes de ruissellement lors de forts événements pluvieux en favorisant au mieux l'infiltration.

4.4 Inventaires et protections du patrimoine naturel

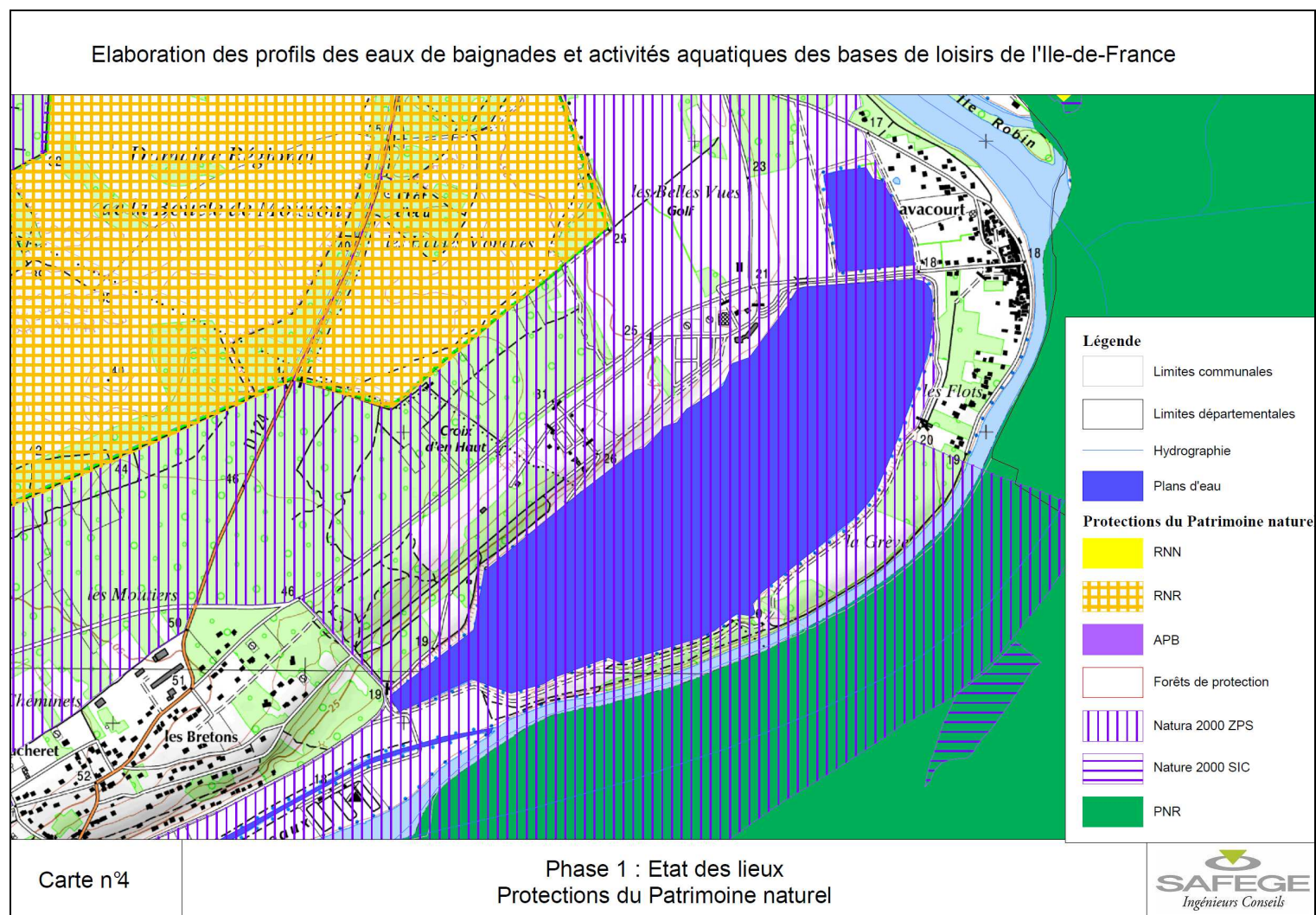
La zone d'étude (limite administrative de la BPAL des Boucles de Seine) présente les Inventaires et Protections du Patrimoine Naturel suivants :

Tableau 2 : Inventaire et Protections du patrimoine naturel sur la zone d'étude

Type	Nom	N°	Superficie (ha)
Site inscrit	Boucles de la Seine de Moisson à Guernes	5562	4 590
Site classé	Site des falaises de la Roche-Guyon et de la forêt de Moisson	7237	1 655
ZNIEFF 2	Boucles de Guernes-Moisson	78410021	6 860
ZNIEFF 1	Plan d'eau de Lavacourt	78410001	109
ZICO	Boucle de Moisson		6 030
Natura 2000 ZPS	Boucles de Moisson, de Guernes et de Rosny	FR1112012	6 030



Carte 3 : Inventaire du patrimoine naturel sur la zone d'étude



Carte 4 : Protections du patrimoine naturel sur la zone d'étude

4.4.1 Sites naturels inscrits et classés

Les sites inscrits et classés ont pour objectif la conservation ou la préservation d'espaces naturels présentant un intérêt certain au regard des critères prévus par la loi (artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque).

L'inscription soit concerne des sites méritant d'être protégés mais ne présentant pas un intérêt suffisant pour justifier leur classement, soit constitue une mesure conservatoire avant un classement.

Les sites classés et inscrits bénéficient d'une **protection réglementaire**. Le classement offre une protection renforcée en comparaison de l'inscription, en interdisant, sauf autorisation spéciale, la réalisation de tous travaux tendant à modifier l'aspect du site.

4.4.2 Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique

L'inventaire ZNIEFF réalisé en 1982 à l'initiative du Ministère de l'Environnement avait permis de recenser la plupart des milieux naturels remarquables de par leur qualité écologique. La déclaration d'un secteur en ZNIEFF n'a pas de portée juridique au sens strict.

Toutefois, les informations contenues dans l'inventaire doivent être prises en compte dans l'élaboration des documents de planification (POS, PLU, Schéma Directeur) ou dans les opérations d'aménagement. Ne pas tenir compte ou ignorer cet inventaire peut conduire à l'annulation d'une autorisation.

4.4.3 Les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO)

Dès les années 1980, la France a initié un inventaire scientifique des Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux sur son territoire afin de mettre en œuvre la directive «Oiseaux» du 2 avril 1979. Cet inventaire recense en effet les zones les plus importantes pour la conservation des oiseaux de l'annexe 1 de la Directive, ainsi que les sites d'accueil d'oiseaux migrateurs d'importance internationale (équivalent des IBA : Important Bird Areas, des pays anglo-saxons).

Cet inventaire constitue l'inventaire scientifique préliminaire à la désignation des Zones de Protection Spéciale (ZPS). Il s'agit de la première étape du processus pouvant conduire à la Désignation de ZPS (Zones de Protection Spéciales), sites effectivement préservés pour les oiseaux et proposés pour intégrer le réseau Natura 2000 (cf. Natura 2000).

4.4.4 Les Zones Natura 2000

En 1979, les États membres de la Communauté européenne adoptaient la directive « Oiseaux », dont l'objectif est de protéger les milieux nécessaires à la reproduction et à la survie d'espèces d'oiseaux considérées comme rares ou menacées à l'échelle de l'Europe. Elle prévoit la désignation des sites les plus adaptés à la conservation de ces espèces en Zones de Protection Spéciale (ZPS).

En 1992, la directive « Habitats » vise à la préservation de la faune, de la flore et de leurs milieux de vie ; elle est venue compléter la directive « Oiseaux ». Il s'agit plus particulièrement de protéger les milieux et espèces (hormis les oiseaux déjà pris en compte) rares, remarquables ou représentatifs de la biodiversité européenne, listés dans la directive, en désignant des Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

L'ensemble des ZPS et ZSC désignées en Europe constitue le réseau Natura 2000, dont l'objectif est de mettre en œuvre une gestion écologique des milieux remarquables en tenant compte des nécessités économiques, sociales et culturelles ou des particularités régionales et locales. Il s'agit de favoriser, par l'octroi d'aides financières nationales et européennes, des modes d'exploitation traditionnels et extensifs, ou de nouvelles pratiques, contribuant à l'entretien et à la préservation de ces milieux et de ces espèces.

Le Document d'objectifs Natura 2000 (DOCOB) du site « Boucles de Moisson, Guernes et forêt de Rosny» FR1112012 a été élaboré en mars 2010.

5

Qualité de l'eau

La Base de loisirs des Boucles de Seine connaît particulièrement sur son plan d'eau / zone de baignade des **problèmes de prolifération algale** (tant macrophytique que de phytoplancton) **et de turbidité associée**. Une attention supplémentaire sera portée à cette problématique.

Dans ce qui suit les données sont présentées avec un certain nombre de commentaires. Mais l'analyse intégrée multi paramètres sera réalisée dans le cadre du diagnostic de phase 2.

5.1 Données disponibles

La zone de baignade de la base fait l'objet d'une surveillance de la qualité de l'eau. L'Agence Régionale de Santé (ARS, précédemment la DDASS jusqu'au 31 mars 2010) réalise le contrôle sanitaire des eaux de baignade, alors que la personne responsable de la baignade (PREB) met en place des mesures de surveillance (contrôles visuels et/ou analyses d'eau). **Ce sont les suivis pratiqués de 2000 à 2010 qui ont été exploités dans le cadre de la présente étude.**

De plus, un suivi qualitatif (physicochimie et biologie) est effectué par le cabinet I.D. Eaux depuis 2000, particulièrement pour le suivi des cyanobactéries (prolifération algale) et de la turbidité.

Aucune campagne de mesures ponctuelle additionnelle n'a été effectuée à ce jour dans le cadre du présent projet. Par contre un suivi spécifique a été recommandé au gestionnaire de la baignade début octobre 2011, lors d'un épisode d'efflorescence phytoplanctonique. Les résultats de ce suivi sont présentés en annexe 1 au présent rapport. D'une façon générale, le diagnostic sera basé principalement sur les données de l'ARS et d'I.D. Eaux disponibles, complété de ce suivi.

En 2012, du 12 au 29 août, la baignade a été interdite en raison d'un bloom algal, un suivi qualitatif des eaux a été effectué par I.D. Eaux durant toute cette période.

5.2 Qualité physico-chimique des eaux et des sédiments

5.2.1 Qualité des eaux

Les paramètres suivis dans la masse d'eau sont présentés ci après.

5.2.1.1 Émulsions flottantes

Aucun problème de mousse, de présence d'huile, de phénol, de résidus goudronneux, de matières flottantes et de changement de coloration anormale n'a été constaté par la PREB lorsque la baignade était ouverte, à l'exception des fleurs d'eau à cyanobactéries (ce point particulier sera discuté dans une autre partie du présent rapport).

5.2.1.2 Gradient de température

La température de l'eau de la zone de baignade des Boucles de Seine est mesurée régulièrement. Les mesures sont réalisées uniquement de mai à septembre chaque année, à une profondeur de 30 cm sous la surface et dans une colonne d'eau profonde d'au moins 1 m (norme NF EN ISO 19458).

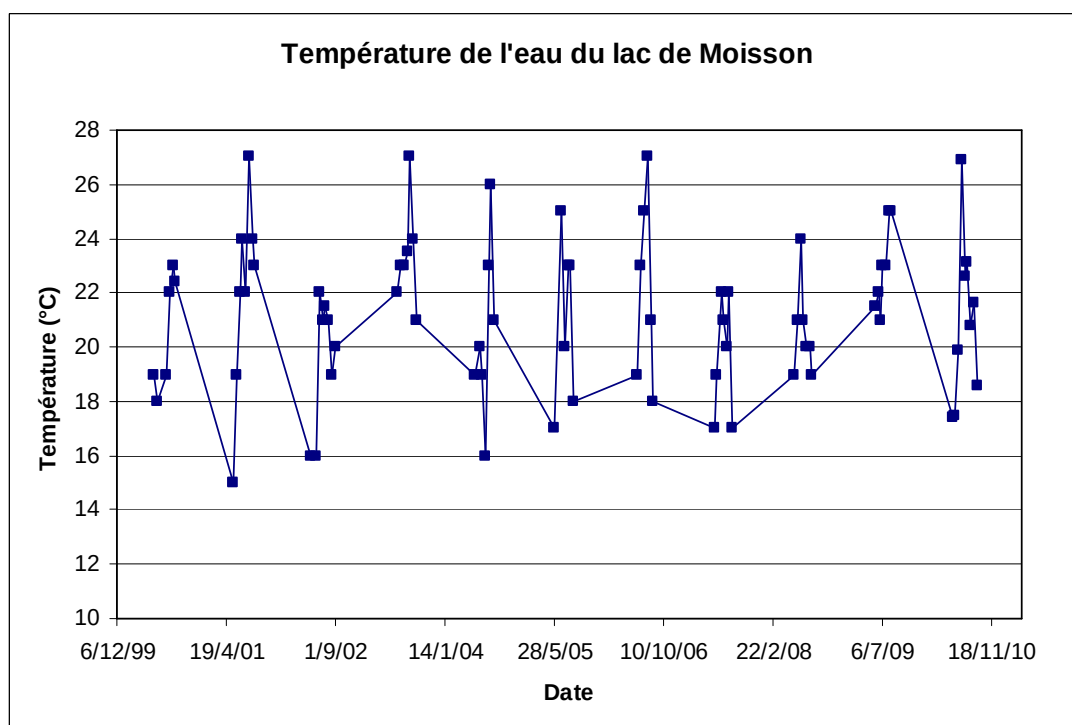


Figure 17 : Évolution de la température de l'eau de la zone de baignade entre 2000 et 2010 (données ARS)

On constate que la température varie en juillet – août entre 16 et 27°C, ce qui montre une forte variabilité et une dépendance marquée envers la météorologie. Le plan d'eau peut devenir thermiquement stratifié, mais cette stratification n'est pas pérenne au cours de la saison estivale, ce qui a des conséquences sur la dynamique trophique (ce point sera réabordé plus en détail en phase 2 de la présente étude).

5.2.1.3 Transparence

La transparence du plan d'eau de Moisson aux Boucles de Seine est mesurée sur place à l'aide d'un disque de Secchi, lors de chaque prélèvement effectué. Cette transparence est également suivie par I.D.Eau dans le cadre des suivis de la qualité des eaux.

Ce qui suit est déduit des données de l'ARS, les données de ID.Eaux seront exploitées plus précisément dans le cadre de la phase 2. Le lac des Boucles de Seine présente globalement une **mauvaise transparence, et elle varie en été dans la zone de baignade de 30cm à 1m50**, sur 10 ans ; la moyenne étant de 1m.

En effet, les mesures réalisées par l'ARS sont faites essentiellement aux mois de juin, juillet et août ; les valeurs mesurées en juin sont chaque année les plus élevées, ce qui est logique.

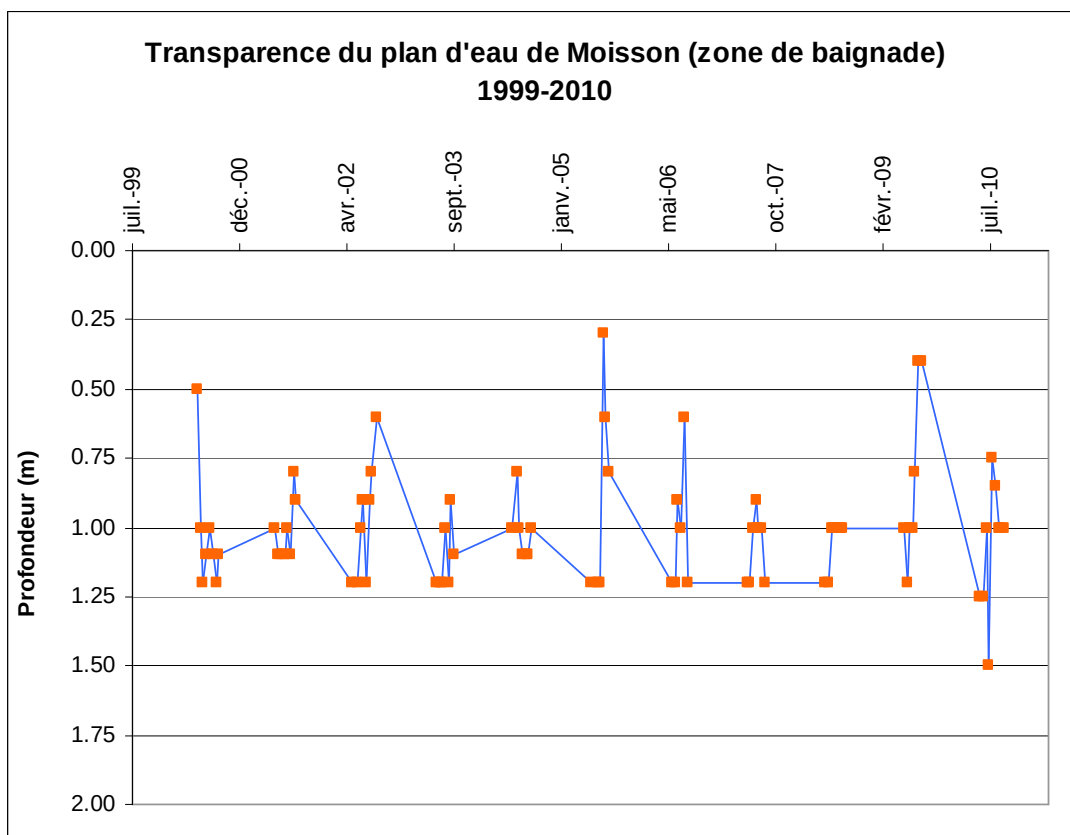


Figure 18: Transparence mesurée par l'ARS au disque de Secchi sur la zone de baignade le lac des Boucles de Seine

On remarque sur le graphique ci-dessus une transparence particulièrement mauvaise en 2005 et en 2009 ; d'après les gestionnaires de la base de loisir ces résultats sont liés à des épisodes de prolifération phytoplanctonique importante.

Cependant, le rapport de suivi qualitatif de l'ARS d'**août 2011**, indique un **indice de Secchi d'au moins 4m** ce qui est un **très bon résultat**. Mais l'année 2011 a été atypique et il conviendra d'en tirer les enseignements dans la phase 2 de diagnostic.

5.2.1.4 Oxygène dissous

L'oxygène dissous est un paramètre intégratif, donc très utile pour le diagnostic d'un plan d'eau. Il ne fait pas parti des paramètres suivi de façon régulière mais les suivis I.D.Eaux comportent ce paramètre. On constate que la teneur en oxygène dissous peut être en sursaturation ou en sous saturation suivant les cas, et suivant la profondeur. Sans entrer dans le détail du diagnostic à venir, on peut d'hors et déjà dire que le niveau trophique du plan d'eau se concrétise dans cette variabilité de la teneur en oxygène dissous et traduit une instabilité du plan d'eau, dont il conviendra de tenir compte.

Ce paramètre sera commenté plus avant au stade de la phase 2.

5.2.1.5 pH

Le pH est un élément intégratif au même titre que l'oxygène dissous. Il dépend à la fois de l'équilibre calco carbonique de l'eau, mais aussi de la consommation de CO₂ par la production primaire et de la dégradation de la matière organique.

Ce paramètre est suivi par intermittence. Les résultats obtenus de 1999 à 2010 sont présentés ci après (il y a un trou dans les données entre 2002 et 2008).

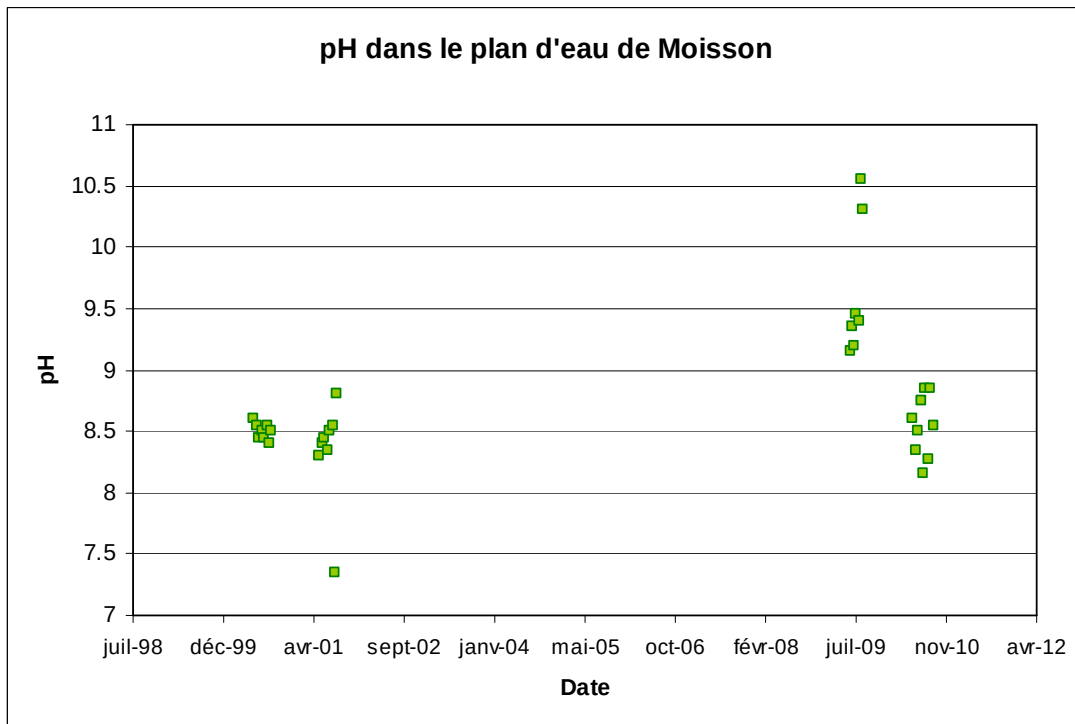


Figure 19 : Mesures de pH réalisées par l'ARS dans la zone de baignade du plan d'eau de Moisson (boucles de seine)

On peut tirer les enseignements suivants. Le pH est systématiquement supérieur à 7. Il était proche de 8,5 et assez stable au début des années 2000, mais il est bien plus variable ses dernières années avec des maximum proches de 10,5, ce qui peut s'expliquer par un certain nombre de mécanismes et sera explicité dans le rapport de phase 2

Le rapport de suivi qualitatif de l'ARS d'août 2011 indique un pH, dans la zone de baignade, de 9,25.

Le pH excède donc la limite supérieure admise pour les plans d'eau à visée récréative (9 unités pH), ce qui témoigne d'une forte activité photosynthétique. Dans le contexte, celle-ci est à mettre à l'actif principal des macrophytes.

Suite au dépassement de cette limite, la baignade a été fermée à compter du 24 septembre 2011 par arrêté municipal du 26/09/2011.

5.2.1.6 Suivi des paramètres physico-chimiques

Afin d'analyser les paramètres physico chimiques on s'appuiera sur les suivis réalisés par I.D.Eaux depuis 2000. Ainsi, en utilisant ces données, on peut escompter disposer de quelques éléments en vu du diagnostic de phase 2 et notamment du risque de prolifération des cyanobactéries, et de la compétition entre macrophytes et phytoplancton.

Sans empiéter sur le rapport de phase 2, on peut faire les commentaires suivants :

- Le plan d'eau présente une certaine variabilité des teneurs en nutriments, avec des phases de limitation de la production primaire, et des phases de teneurs plus élevées, caractéristiques d'un milieu au moins mésotrophe.
- Cette variabilité des nutriments est directement dépendante des successions planctoniques et des proliférations macrophytiques. Elle sera étudiée plus en détail en phase 2 car c'est un enjeu majeur du plan d'eau et des activités halieutiques.

5.2.2 Qualité des sédiments

Là encore on pourra s'appuyer sur les mesures réalisées dans le cadre des suivis d'I.D. Eaux pour faire un état de la qualité des sédiments. Ce point sera d'autant plus important qu'il impacte dans le cas présent la compétition entre les macrophytes et le phytoplancton.

On peut globalement dire que les sédiments ont des teneurs en matières organiques et en nutriments qui sont globalement moyennes. Par ailleurs ils ont une qualité en nutriments variable dans le temps, ce qui confirme l'impact des cycles saisonniers et son rôle de réserve nutritive pour la biomasse algale.

5.3 Indicateurs de qualité biologique des eaux

Le rapport de suivi qualitatif de l'ARS d'août 2011 indique la présence de nombreux herbiers dans le plan d'eau. Les suivis réalisés par I.D.Eaux confirment l'importance et la variabilité dans le temps des peuplements algaux. Ces éléments sont donc une partie fondamentale du diagnostic et seront à analyser aussi finement que possible dans la perspective d'évaluer les facteurs de risque d'eutrophisation et de prolifération de cyanobactéries.

On notera qu'au nord du plan d'eau de Moisson, se trouve l'étang bleu sur la commune de Lavacourt qui est dédié à la pêche. Les mêmes développements aquatiques (cyanobactéries et macro algues) y sont rencontrés.



Photo 5 : Présence de macro algues sur le plan d'eau de la base – juin 2011

5.3.1 Production primaire et phytoplancton

Comme dans le cas des autres paramètres physico chimiques, les pigments chlorophylliens ont été suivis par I.D.Eaux. Les valeurs recensées varient entre 1 et 42µg Chla/l dans le plan d'eau de Moisson. Elles seront interprétées plus finement dans le cadre de la phase 2, mais elles sont globalement caractéristiques d'un plan d'eau au moins mésotrophe.

Les successions phytoplanctoniques subissent de nombreuses dépendances qui seront détaillées dans le rapport de phase 2. On note en particulier que le terrain est favorable à l'émergence de cyanobactéries fixatrices d'azote atmosphériques, comme les *Anabaena* ou les *Aphanizomenon*. Les espèces incriminées sont potentiellement toxiques, et font peser un risque non négligeable en particulier sur les activités de baignades et indirectement sur les activités nautiques, lorsque les peuplements sont denses.

Ainsi, des développements de cyanobactéries ont été rencontrés sur le plan d'eau entraînant la **fermeture de la baignade du 4 au 14 août 2009**. Après analyse des

cyanobactéries, **aucune toxicité** n'a cependant été déclarée. Les causes suspectées par les gestionnaires du site sont :

- la présence de mouette jusqu'à 2 000 mouettes
- les appâts des pêcheurs (25 à 35 pêcheurs sur le plan d'eau)
- les engrais azotés du golf au nord ouest du plan d'eau (50 ha).

Mais il y a d'autres raisons potentielles et qui seront analysées lors de la phase 2.

D'après le gestionnaire de la baignade, en 25 ans, le plan d'eau aurait subi 4 blooms algaux. Mais les deux derniers événements remontent à l'automne 2011 (hors période de baignade) pour le premier, et surtout en août 2012 pour le dernier. Celui-ci a été caractérisé par une prolifération des *Anabaena* (surtout *Anabaena flos aquae* et *Anabaena spiroides*) pour atteindre 155 000 cellules/ml le 13 Août 2012 et qui a conduit à fermer la baignade pour la seconde quinzaine d'août.

5.3.2 Étude des macrophytes

Le plan d'eau connaît depuis de nombreuses années des développements de macroalgues qui sont emportés par le courant vers le nord du plan d'eau. Les espèces déjà rencontrées sont les suivantes :

- *Callitriche*, depuis quelques années
- *Potamogeton* (plusieurs espèces)
- *Myriophyllum*,
- *Ceratophyllum*,
- *Charophyceae*,
- *Spyrogyres* et des macro-algues filamenteuses.

On constate une grande variabilité dans le temps (à la fois d'une année sur l'autre et au cours des saisons) des peuplements macrophytiques, avec des phases de fortes colonisations et des phases de faibles recouvrements. Ces successions seront étudiées dans le cadre de la phase 2 vis à vis de leur compétition interspécifiques avec le phytoplancton.

5.3.3 Peuplement piscicole

Un empoissonnement de l'étang a été effectué récemment avec des carpes, brochets, sandres et black-bass. De plus, des carpes amour ont été introduites en 1999 pour lutter contre l'invasion du plan d'eau par les algues (myriophylles), et des réempoissonnements étaient envisagés/préconisés en 2005 et en 2008 par I.D.Eaux (nous ne savons pas si des réempoissonnements ont été réalisés à ces occasions, ce qu'il conviendra de vérifier).

5.4 Analyse de la qualité bactériologique des eaux de baignades

5.4.1 Classement de la directive 2006

Les méthodes d'évaluation et de classement de la directive 2006 sont sensiblement différentes de celles actuellement en vigueur (directive 1976). Pour l'essentiel, on retiendra que :

- ✓ l'évaluation bactérienne implique uniquement les paramètres ***Escherichia coli* et *Entérocoques intestinaux***, le paramètre « Coliformes Totaux » est abandonné ;
- ✓ Le classement est opéré à partir des résultats d'analyses obtenus **sur quatre saisons successives** au lieu d'une seule ;
- ✓ La méthode de classement est basée sur un **calcul de percentile**⁵ alors que la directive 1976 prenait en compte le pourcentage de résultats au dessus d'un seuil (valeur guide ou impérative). Par ailleurs, les valeurs guides et impératives ont été revues.
- ✓ Les **paramètres physico-chimiques ont été abandonnés**.

Ces différents éléments sont rappelés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 3 : Modifications des seuils entre les directives de 1976 et 2006 (valeurs en N/100mL)

Paramètres microbiologiques	Directive de 1976		Directive de 2006	
	Valeur guide	Valeur obligatoire	Valeur guide	Valeur obligatoire
Coliformes totaux	500	10000	/	/
<i>Escherichia coli</i>	100	2000	250	500
Entérocoques intestinaux	100	/	100	200

⁵ **Fondé sur l'évaluation du percentile de la fonction normale de densité de probabilité log10 des données microbiologiques.** La valeur du percentile est calculée de la manière suivante (source : texte de la directive): i) Prendre la valeur log10 de tous les dénombrements bactériens de la séquence de données à évaluer ii) Calculer la moyenne arithmétique des valeurs log10 (μ). iii) Calculer l'écart type des valeurs log10 (σ). La valeur au 90e percentile supérieur de la fonction de densité de probabilité des données est tirée de l'équation suivante: 90e percentile supérieur = anti log ($\mu + 1,282 \sigma$). La valeur au 95e percentile supérieur de la fonction de densité de probabilité des données est tirée de l'équation suivante: 95e percentile supérieur = antilog ($\mu + 1,65 \sigma$).

Tableau 4: Comparaison des méthodes de calcul du classement de la directive de 1976 et de la directive 2006 (valeurs en N/100mL)

Directive 1976 : Sur 1 an				
Classement	A (Bonne)	B (moyenne)	C (momentanément polluée)	D (mauvaise)
<i>Escherichia coli</i>	80%<100 95%<2000	95%<2000	5 à 33%<2000	Plus de 33%>2000
Entérocoques intestinaux	90%<100			
Coliformes totaux	80%<500 95%<10000	95%<10000	5 à 33%<10000	Plus de 33%>10000
Directive 2006 : Sur 4 ans				
Classement	Excellente	Bonne	Suffisante	Insuffisante
<i>Escherichia coli</i>	Percentile 95 ≤ 500	Percentile 95 ≤ 1000	Percentile 90 ≤ 900	Percentile 90 > +900
Entérocoques intestinaux	Percentile 95 ≤ 200	Percentile 95 ≤ 400	Percentile 90 ≤ 330	Percentile 90 > +330

Remarque : dans la suite de l'étude, les mesures dont les valeurs sont non discrétisées (notées <15) sont considérées égales au seuil minimal de détection de la méthode analytique utilisée (c'est à dire 14 n/100 ml) pour la réalisation des calculs.

5.4.2 Évolution de la qualité bactériologique des eaux de baignade

Le classement de la qualité des eaux a été déterminé avec les critères de la réglementation actuelle (directive 1976) et avec ceux de la directive 2006 (appliquée dès la fin de saison 2013).

Les analyses sont réalisées sur le plan d'eau par l'ARS. Nous avons utilisé les données depuis 2000 pour le plan d'eau de Moisson (zone de baignade) de la BPAL des Boucles de Seine.

Le point de suivi est localisé au centre de baignade surveillée (les prélèvements ont lieu normalement au centre de la zone surveillée délimitée par des bouées et cordages).

Les coordonnées de ce point de surveillance (PSV) sont les suivantes :

Département	Commune du site	Nom du site	Code PSV	Nom du PSV	Coordonnées	Coordonnées
					Lambert II - X	Lambert II - Y
78	MOISSON	Base de Loisirs des Boucles de Seine	1572	Baignade - BL Boucles de Seine	551 670,00	2 451 055,00



Figure 20 : Localisation du point de prélèvements de l'ARS

Le classement de la zone de baignade des Boucles de Seine a été calculé à partir des données fournies par l'ARS. Les résultats sont les suivants :

Tableau 5: Évolution du classement de la qualité bactériologique des eaux de baignade 2000-2010

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Classement ancienne directive	A	B	A	B	C	B	B	B	A	A	B
Classement nouvelle directive			Exc.	Exc.	Exc.	Exc.	Exc.	Exc.	Exc.	Exc.	Exc.

(Exc. = Excellente)

L'application du classement de la directive 2006, qui se base sur 4 années de données consécutives, et sur la méthode de calcul des percentiles, entraine un classement de la plage en qualité « excellente » jusqu'en 2010 alors que la directive 1976 classe la plage en 2010 en qualité « B », bon, et en 2004 en qualité « C », moyen.

Avec le calcul sur 4 années des percentiles pour la directive 2006, les pics de contamination isolés sont moins pénalisants que pour le classement de la directive

1976 qui se base sur des pourcentages annuels de valeurs inférieures à un seuil. Ceci explique que la nouvelle directive aboutisse à un meilleur classement.

Les tendances évolutives des teneurs en germes bactériens sont représentées par le graphique suivant. Les mesures bactériologiques ayant une variance très élevée, il s'agit de l'évolution des moyennes mobiles des paramètres mesurés entre 2000 et 2010 pour *E. coli* et les entérocoques intestinaux (Ent.).

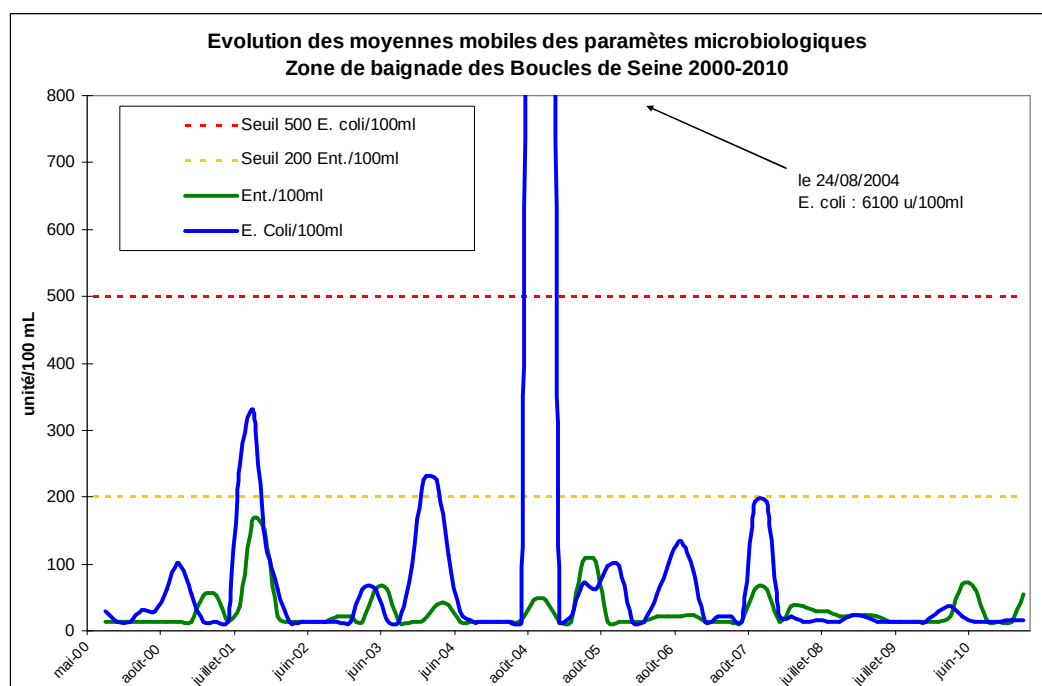


Figure 21: Évolution des moyennes mobiles des paramètres bactériologiques
Zone de baignade des Boucles de Seine 2000-2010

L'analyse de ce graphique montre une tendance générale stable plutôt à la baisse des différents paramètres bactériologiques depuis 2000. Les teneurs se situent bien en-dessous des seuils obligatoires imposés par la directive 2006 et ont tendance à diminuer.

Cependant un **dépassement très important du seuil obligatoire** de 500 unité/100ml pour *E. coli* apparaît en **août 2004**.

Tableau 6: Détail du suivi de la bactériologie de la plage des Boucles de Seine de 1999 à 2010

Boucles de Seine			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
E. coli	nb de mesures		8	8	7	7	7	6	6	7	7	5	9
	nb de dépassement des seuils :	100	1	3	1	3	1	2	2	1	0	0	0
		2000	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Entérocoques	nb de dépassement		100	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Coliformes Totaux	nb de mesures		0	8	7	7	7	6	6	7	7	5	0
	nb de dépassement des seuils :	500	-	1	0	0	1	0	0	1	0	0	-
		10000	-	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-

Le tableau ci-avant indique non pas les moyennes mobiles mais bien les valeurs des mesures ponctuelles. Ce tableau présente les dépassements de seuils selon la directive 1976, plus sévère que la directive 2006.

Le graphique suivant présente les percentiles 90 à rapprocher de la directive 2006 (cf. Tableau 3 : Modifications des seuils entre les directives de 1976 et 2006 (valeurs en N/100mL) :

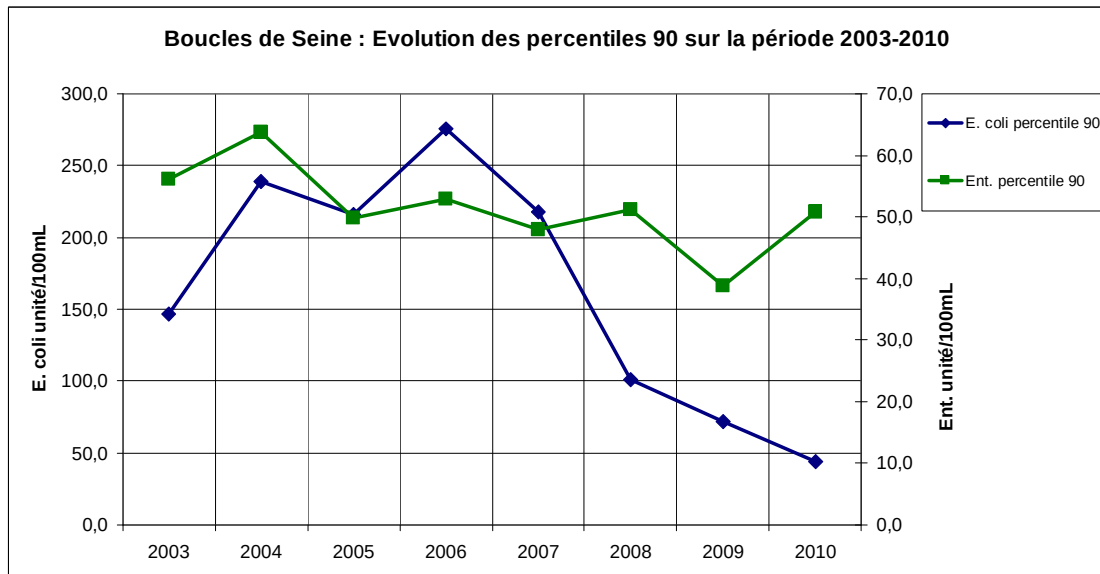


Figure 22: Évolution des percentiles 90 pour *E. coli* et les Entérocoques de 2003 à 2010
Zone de baignade des Boucles de Seine

L'analyse des percentiles d'*E. coli* et d'Entérocoques montre une **amélioration globale de la qualité des eaux du lac depuis 2004 (pic de pollution)**. Les percentiles 90 se situent toujours sous les valeurs seuils de la directive 2006 ce qui explique le classement en qualité bactériologique « excellente ».

➔ En conclusion, la **qualité bactériologique** des eaux du lac de Moisson aux Boucles de Seine est **bonne et même excellente** selon la directive 2006, mise à part une pollution ponctuelle en 2004. De plus, on observe depuis une amélioration légère mais constante.

6

Inventaire des sources de pollution

6.1 Visite de terrain

Nous avons effectué plusieurs sorties sur le terrain en juin 2011 ce qui nous a permis d'analyser les caractéristiques du plan d'eau et de la zone de baignade. Nous nous sommes attachées tout particulièrement aux éléments suivants :

- Définition de la nature et de la géométrie de la plage ;
- Fonctionnement hydraulique de la plage et du plan d'eau ;
- Recensement et localisation des aménagements sur la plage et autour du plan d'eau ;
- Analyse de la topographie de la zone d'étude et recherche des points bas ;
- Recherche des différents apports directs sur le plan d'eau ;
- Analyse de l'occupation du sol à proximité du plan d'eau.

6.2 Sources potentielles de pollution liées à l'assainissement

6.2.1 Organisation de l'assainissement sur la zone d'étude

Il n'existe pas de réseau des eaux pluviales sur la base de loisirs mais quelques aménagements de rétention à la parcelle (fossés, noues, bassins d'infiltration).

Le réseau des eaux usées de la base ainsi que celui de la ville de Mousseaux-sur-Seine sont raccordés sur celui de la ville de Moisson pour être ensuite traités par la station d'épuration de Moisson. Sur toute cette zone, le réseau est en séparatif.

Il existe plusieurs postes de relèvement (PR) localisés sur la base de loisirs.

6.2.2 Le réseau d'eaux usées

Le réseau d'eaux usées peut constituer une source potentielle de pollutions bactériologique, organique et nutritive. Ces pollutions peuvent affecter le plan d'eau en cas de dysfonctionnement de postes de refoulement ou de déversoirs d'orage. Les pertes de réseaux peuvent aussi constituer une source de pollution.

Il s'agit donc de pollutions qui atteignent le plan d'eau par ruissellement et que nous nous sommes attachées à rechercher dans la zone d'étude locale.

Les eaux usées de Mousseaux sont raccordées au réseau de la commune de Moisson puis traitées à la station d'épuration de Moisson. Il n'existe aucun déversoir d'orage sur le réseau EU de ces deux villes.

Cependant **4 postes de relèvements** sont inclus dans la zone d'étude : PR de la buvette, PR du poste de secours, PR du tennis et PR du restaurant.

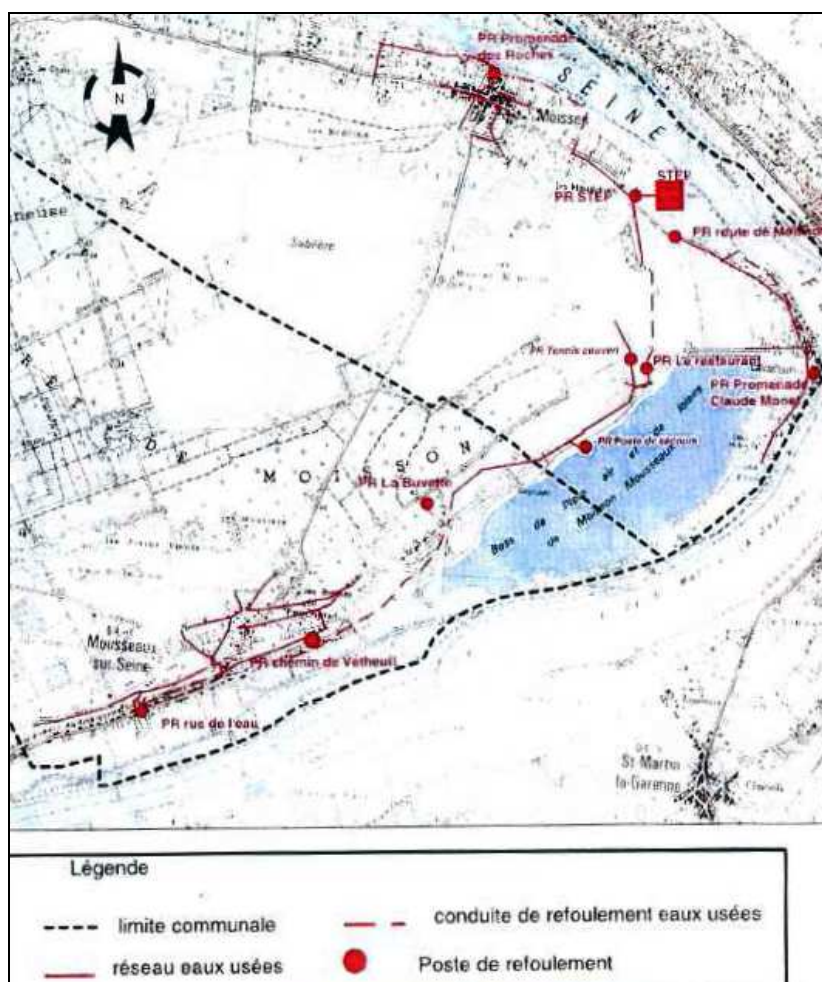


Figure 23 : Synoptique des réseaux EU des communes de Moisson et Mousseaux-sur-Seine (commune de Moisson, Test ingénierie 2007)

En 2004, le PR du restaurant a présenté une anomalie importante et a débordé, depuis, il a été remplacé et, d'après le rapport annuel du délégataire (Veolia, 2010) les quatre postes de relèvement sont, depuis, en bon état général, ces PR

fonctionnant très souvent, ils sont rigoureusement entretenus, et aucun problème de débordement ne s'est produit depuis.

6.2.3 Stations d'épuration

Une seule station d'épuration est présente sur la zone d'étude :

- La station d'épuration de Moisson :

Cette station collecte les effluents domestiques des villes de Moisson et de Mousseaux-sur-Seine.

Elle est localisée sur la commune de Moisson en rive gauche de la Seine.

La station de Moisson rejette les eaux épurées dans la Seine en aval de la base des Boucles de Seine. Ainsi, même en cas d'accident sur la station combiné à une crue de la Seine, **la base des Boucles de Seine ne peut en principe subir aucune pollution provenant de la station d'épuration de Moisson.**

6.2.4 Le réseau d'eaux pluviales

Il n'existe pas de réseau des eaux pluviales sur la base mais des structures d'infiltration sont cependant présentes.



Photo 6 : Exemple de fossé d'infiltration présent sur la BPAL des Boucles de Seine

Un dispositif au nord-ouest du plan d'eau de Moisson permet de récolter le trop plein des écoulements pluviaux et des eaux de la fontaine du minigolf. Un déversoir vers le plan d'eau est prévu pour évacuer les eaux de cette retenue en cas de saturation. Aucun déversement n'a encore été constaté.



Photo 7 : Bassin de collecte de la fontaine du minigolf



Photo 8 : Arrivée dans le bassin



Photo 9 : Déversoir de trop plein vers le plan d'eau

6.2.5 Assainissement non collectif

Les systèmes d'assainissement non collectif concernent des pollutions potentielles de type diffus. Les problèmes viennent dans ce cas de mauvais fonctionnement ou de non conformité des installations d'assainissement autonome et peuvent polluer les nappes souterraines par infiltration d'eaux usées.

Le **camping des Groux**, sur la commune de Mousseaux-sur-Seine, fonctionne avec un système d'assainissement autonome ; les eaux usées sont récoltées dans des fosses septiques.

Ces installations n'ont jamais fait l'objet de contrôle. Cependant le camping possède un forage d'eau potable dont l'eau est régulièrement contrôlée (une à deux fois par mois). Les résultats ont toujours été bons mais ce n'est pas révélateur de l'état de la nappe alluviale, en effet, le pompage du camping s'effectue très probablement dans une autre nappe plus profonde. Le système d'assainissement du camping ne serait donc pas une source de pollution des nappes en relation avec le plan d'eau mais reste une **source potentielle de pollution accidentelle à surveiller**.

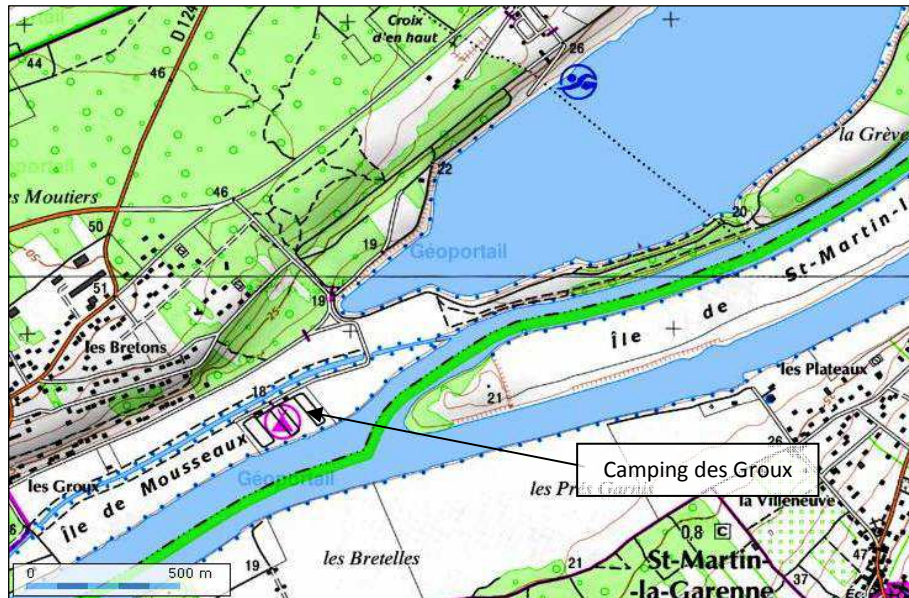


Figure 24 : Localisation du camping des Groux, en amont immédiat de la BPAL des Boucles de Seine

6.3 Sources potentielles de pollution diffuse

6.3.1 Activités industrielles

Deux catégories de sites sont à distinguer :

- ✓ **Les sites potentiels**, de la base de données BASIAS (Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service ; basias.brgm.fr) gérée par le BRGM. Il s'agit des sites qui, dans le passé, ont abrité une activité pouvant être à l'origine d'une pollution des sols.
- ✓ **Les sites actifs** : ces sites, de par leur pollution avérée ou la forte présomption de leur contamination, appellent une action pour connaître les risques à titre préventif ou curatif. Cette action incombe au responsable du site et aux services de l'État (inspection des installations classées notamment) qui doivent veiller à leur exécution et, à défaut, intervenir. Les actions menées sont reportées dans un tableau de bord dénommé BASOL (base de données des sites et sols pollués appelant une action des pouvoirs publics ; www.environnement.gouv.fr).

Que ce soit sur BASIAS ou sur BASOL, il n'est recensé **aucun site ou sol pollué ou potentiellement polluant sur le périmètre étendu de la zone d'étude.**

6.3.2 Site d'extraction à proximité du plan d'eau

Il n'existe pas de site d'extraction actuellement actif dans le périmètre étendu de la zone d'étude.

6.3.3 Décharges sauvages

Il n'existe pas de décharge sauvage identifiée dans le périmètre étendu de la zone d'étude.

6.3.4 Agriculture

Les risques de pollutions bactériologiques du volet agricole peuvent être liés à :

- la présence de pâturages : Les prairies présentent un risque de pollution diffuse, les animaux étant souvent en pâturage en saison balnéaire ;
- l'utilisation de produits phytosanitaires pour les cultures ;
- la pratique de l'épandage de fumiers et/ou lisiers, sur des parcelles cultivées.

La zone d'étude étendue est composée majoritairement de zones urbaines et de milieux naturels, il existe cependant une petite exploitation agricole entre le plan d'eau de la base de loisirs et la Seine. Lors des visites terrain de juin 2011, nous avons pu constater que du maïs était cultivé sur cette parcelle.

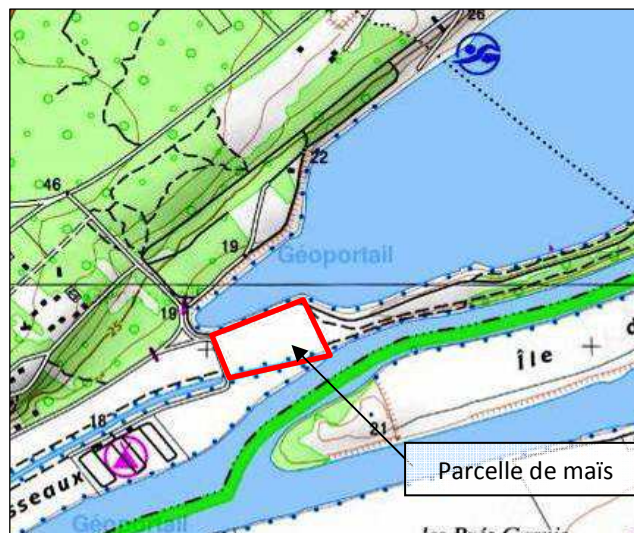


Figure 25 : Localisation des cultures de maïs, en amont immédiat de la BPAL des Boucles de Seine

6.3.5 Autres sources de pollutions diffuses

6.3.5.1 Camping

La base des Boucles de Seine présente un camping. Cependant, le site est propre et régulièrement entretenu (pas de présence de déchets). Une éventuelle pollution diffuse provenant du camping est donc peu probable.

De plus, tout comme le reste de la base, les sanitaires du camping sont connectés au réseau séparatif et collectif de la commune de Moisson.

Cependant, le camping des Groux de la commune de Mousseaux-sur-Seine est en assainissement non collectif (ANC) et se situe immédiatement en amont du plan d'eau de la base de loisirs (cf. 6.2.5). Une pollution accidentelle pourrait donc potentiellement contaminer le plan d'eau.

6.3.5.2 Golf

La base des Boucles de Seine présente un golf de 50 Ha, qui se situe dans la zone d'étude étendue et non dans la zone d'étude locale.

Le site est propre et régulièrement entretenu (pas de présence de déchets).

De plus, tout comme le reste de la base, les sanitaires du golf sont connectés au réseau séparatif et collectif de la commune de Moisson.

Les intrants utilisés pour l'entretien des pelouses peuvent représenter une source de pollution pour le plan d'eau par infiltration des substances dans les nappes. En particulier, les engrais chimiques constituent un apport de nutriment pour la végétation aquatique.

Les gestionnaires du golf utilisent **engrais et pesticides** pour l'entretien de leurs greens (cf. détail des produits utilisés en Annexe). Étant donné la topographie, lors d'évènements pluvieux, les eaux de ruissellement du golf se dirigeront, entre autre, vers le plan d'eau de la base de loisirs des Boucles de Seine. **Le golf représente donc un risque de pollution diffuse du plan d'eau par des produits phytosanitaires et de nutriments.**

6.3.5.3 Entretien des espaces verts

La base des Boucles de Seine effectue une **gestion différenciée** des espaces verts, les principales actions de cette gestion sont les suivantes :

- Tonte fréquente au niveau des espaces aménagés de la base, pratique du « mulching⁶ »,

⁶ Réduction des déchets organiques en fins morceaux et couverture immédiate du sol par ces déchets broyés lors de la tonte, i.e., **l'herbe coupée est réutilisée immédiatement comme engrais naturel.**

- Actions sur la végétation immergée, flottante ou amphibie, y compris faucardage et démottage (source : fiche ZNIEFF),
- Coupure électrique des lampadaires la nuit pour limiter la pollution lumineuse,
- Projet de délégation à l'AEV de la gestion du boisement situé au nord de la base de loisir, de l'autre côté de la route départementale qui sépare la base de loisir en 2,
- Pas d'utilisation de phytosanitaires, excepté sur les greens du golf.

6.4 Sources potentielles de pollution ponctuelle et/ou accidentelle

6.4.1 Pollution liée aux animaux présents sur le site

6.4.1.1 Les mammifères

Mis à part les chiens des visiteurs, plusieurs espèces ont été observées sur le site :

A- Les chiens

Les chiens sont interdits au droit de la baignade et supposés être tenus en laisse sur le pourtour du plan d'eau. Cependant, comme c'est le cas dans la plupart des bases de loisir, de nombreux propriétaires laissent leur chien en liberté en bord de lac. Ainsi, si on peut considérer que l'interdiction des chiens aux abords de la baignade est probablement respectée pendant la saison estivale, le reste du lac n'est pas protégé contre les déjections canines.

B- Les rongeurs

Quelques ragondins ont été observés sur la base de loisir ; étant donné leur nombre restreint et l'absence de terriers sur les berges du plan d'eau de la base de loisir, ces ragondins pourraient avoir élu domicile plus probablement sur les berges de la Seine.

Les rongeurs sont vecteurs de certaines maladies comme la leptospirose. Cette maladie se contracte après morsure par un rongeur malade ou par contact de l'urine au niveau d'une plaie. Les modes de contamination sont représentés par la figure ci-après.

La leptospirose est une maladie infectieuse se présentant sous différentes formes. Après une incubation durant de 4 à 14 jours, la maladie débute brutalement par une fièvre élevée avec frissons, maux de tête, douleurs musculaires et articulaires diffuses. Le passage au stade suivant, caractérisé par une insuffisance rénale (50 à 70 % des cas), hépatique, méningée (50 % des cas) ou pulmonaire, se fait généralement sans transition, parfois après une courte rémission. Malgré la

possibilité de complications, la convalescence, longue, est généralement sans séquelles.

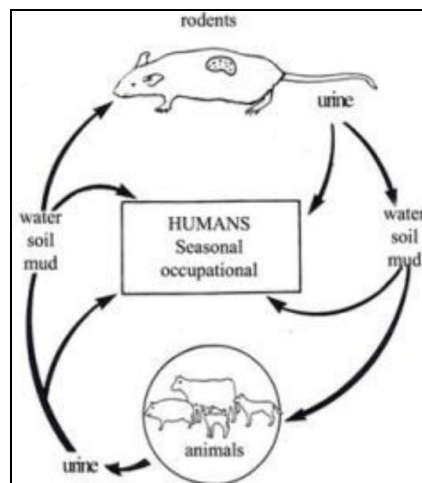


Figure 26 : Cycle de contamination de Leptospirose (source : Faine et al. 1999)

De **nombreux lapins** sont également présents sur la base de loisir.



Photo 10 : Lapins présents sur la base de loisirs des Boucles de Seine – juin 2011

C- Centre équestre

Aucun centre équestre n'est présent sur la base de loisirs.

D- Association de dressage de chiens Terre-Neuves

Aucune association de dressage de chien n'est présente sur la base de loisirs.

E- Autres

Il y a également des **sangliers** sur le site. Une à deux battues sont organisées chaque année pour réguler la population (Source : Document d'objectifs du site ZPS FR 1112012 « Boucles de Moisson, de Guernes et de Rosny »).

6.4.1.2 Les oiseaux

Les oiseaux sont très présents sur ce plan d'eau et sont susceptibles de représenter une source de pollution importante. En effet, outre la pollution bactériologique engendrée, les oiseaux, et plus particulièrement les palmipèdes, interviennent dans le cycle de reproduction des cercaires, à l'origine de la dermatite cercarienne chez les baigneurs.

Sont présents, entre autre, sur la base de loisirs : cygnes, canards, oies bernaches et mouettes.

Sont présents également des oiseaux en stationnement en grand nombre, comme les Cormorans en automne ou les Goélands en été.



Photo 11 : Présence de cygnes sur le plan d'eau – juin 2011

Jusqu'à peu les gestionnaires de la base de loisir faisaient état d'une localisation principale de ces oiseaux à l'est et au nord du plan d'eau, donc loin de la plage. Cependant en 2011 des oies bernaches ont été vues sur la zone de baignade. Il conviendra d'en tenir compte dans l'analyse du risque de dermatite cercarienne.

6.4.1.3 Les chenilles processionnaires

La base rencontre des **problèmes de chenilles processionnaires urticantes**, obligeant les gestionnaires à interdire l'accès à certaines parties du site.

En juin 2011, de nombreux triathlètes ont été sujets aux symptômes d'une exposition aux chenilles processionnaires urticantes.

Les gestionnaires de la base de loisirs ont alors effectué deux passages de produits phytosanitaires (BASIL) sur les espaces verts du village et du camping. Ces produits phytosanitaires sont également susceptibles de contaminer le plan d'eau.

Il est à noter que, de part les conditions météorologiques, les chenilles processionnaires ont été particulièrement nombreuses en Île-de-France en 2011.



6.4.2 Situation épidémiologique du site

Ni la leptospirose, ni de dermatite du baigneur n'ont été recensés par les gestionnaires de la base. De même, aucun retour de gastro-entérites, ni d'infections ORL liés aux activités de baignade n'ont été signalés.

6.4.3 Inondation du plan d'eau par la Seine

Il s'agit d'évènements rares qui ne se produisent qu'en cas de crues très importantes.

De plus, les crues ont lieu majoritairement en hiver, donc hors période de baignade. Une pollution bactériologique du plan d'eau liée à un débordement de la Seine devrait donc rester limitée dans le temps. L'apport de nutriments dans le plan d'eau par ces évènements ne doit cependant pas être négligé.

D'après le tableau suivant, la Seine est entrée en crue suffisante pour déborder sur le plan d'eau en 1910, 1955, 1970, 1982 et 2001 (en moyenne tous les 20 ans) :

Tableau 7 : Historique des crues de la Seine sur la commune de Moisson (PK 125 à 133) incluant la BPAL des Boucles de Seine

HISTORIQUE DES CRUES DE LA SEINE HAUTEUR D'EAU EN BASE NGF

DATE	Mantes Limay 0 d'échelle 12.72 cote d'alerte 17.97 Débordement 18.00 Submersion grave 19.20	Moisson PK 125 à 133 Évaluée au PK 130 Débordement 16.63 Submersion grave 17.20	Vernon 0 d'échelle 9.16 cote d'alerte 13.66 Débordement 13.90 Submersion grave 14.16
------	---	--	--

01.02.1910	20.85	18.93	16.27
07.01.1920	20.17		15.62
08.01.1924	20.43		15.85
11.01.1926	20.08		15.57
04.12.1930	19.84		15.13
18.12.1945	20.45		15.65
26.01.1955	20.23	18.17	15.73
21.01.1959	19.58		15.16
06.03.1970	19.77	17.71	15.25
05.04.1978	19.22		14.69
16.01.1982	19.57	17.51	15.07
16.02.1988	19.33		14.89
13.01.1994	18.98		14.55
05.02.1995	19.32		14.89
01.01.2000	19.07		14.59
26.03.2001	19.43	17.37	14.93

6.4.4 Présence d'exutoires au niveau du plan d'eau

Les visites de terrain juin 2011 ont permis de mettre en évidence un rejet d'origine inconnue, au nord ouest du plan d'eau. Il est en grande partie ensablé et d'après les gestionnaires de la base n'est plus en service (aucun écoulement observé) depuis de nombreuses années.



Photo 12 : Exutoire inconnu

6.5 Synthèse sur les sources potentielles de pollution

La partie analytique de cette étude de profil a consisté à identifier les différentes sources de pollution bactériologique susceptibles d'affecter les plages du plan d'eau de Moisson à la base de loisir des Boucles de Seine.

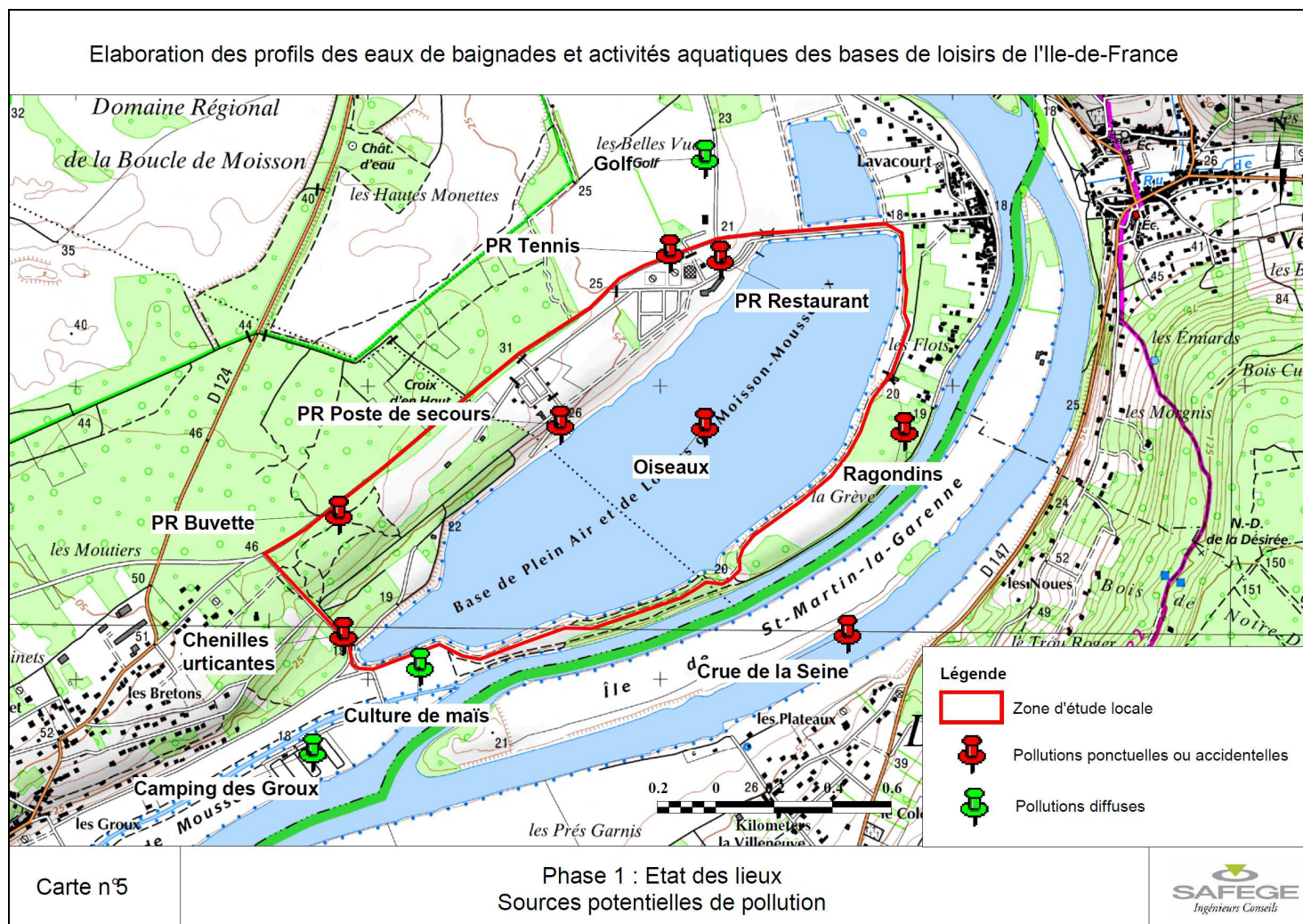
Les principales origines de pollution sont les suivantes :

- Ruissellements vers le plan d'eau ;
- Apports des nappes au plan d'eau ;
- Fréquentation (hommes, animaux) et utilisation du plan d'eau ;
- Débordements exceptionnels de la Seine.

On distingue plusieurs types de pollution présents sur la zone d'étude, listés ci-dessous :

- Les pollutions liées à l'utilisation de pesticides ou d'engrais sur les espaces verts de la base et plus particulièrement sur les greens du golf ;
- Les germes fécaux animaux (oiseaux, rongeurs...) ;
- Les germes bactériens et virus dont l'hôte initial peut être l'animal ou l'homme, entraînant des maladies chez les baigneurs.

La carte de synthèse ci-après positionne les différentes sources potentielles de pollution sur la zone d'étude :



Carte 5: Cartographie de synthèse des sources potentielles de pollution sur la zone d'étude

7

Synthèse et suite de l'étude

La phase de collecte de données et d'état des lieux a permis de dresser un bilan des connaissances sur les apports potentiellement polluants de la zone d'étude. Ce recensement va être complété par une évaluation des pollutions et des principales sources de contamination dans la phase 2.

En effet, l'étape suivante de l'étude abordera la question du risque de pollution des eaux de baignade. Une analyse sera conduite (pour la bactériologie) pour tenter de mettre en évidence les facteurs explicatifs de la qualité des eaux de baignade et des épisodes de contamination. En s'appuyant sur ces analyses, on établira la ou les sources susceptibles de générer (éventuellement) des pollutions sur la plage et les circonstances (météorologiques) dans lesquelles elles sont susceptibles de se produire. A partir de ces résultats, il sera possible de hiérarchiser les sources de contamination vis à vis du risque pour l'activité de baignade.

Seront également analysés les risques de prolifération algale (notamment de cyanobactéries) et les risques de contamination par les animaux et interhumaine, ces analyses étant pratiquées sur la base des données collectées.

La dernière étape de l'étude permettra de proposer un plan d'actions visant à réduire les risques de pollution et des mesures de gestion active évitant aux usagers d'être exposés aux eaux contaminées.

Annexe 1

Résultats des mesures complémentaires effectuées sur le plan d'eau des Boucles de Seine



eurofins IPL Nord SAS

Environnement

Secteur Eaux et Environnement et pathologie végétale
Laboratoire accrédité par la section essai du COFRAC sous les numéros 1-2202 (L) et 1-2203 (G).

RAPPORT D'ESSAI concernant l'échantillon 178200

Edition n° 1 Page 1 / 1

Bon de commande :

Vos Ref :

Prélevé par : le demandeur le 03/10/2011 à



COFRAC

ESSAIS

Portées disponibles
sur www.cofrac.fr

Département :

Commune :

DIVERS EAU DOUCE

EAU

No : 1

SAFEGE

PARC DE L ILE

15-27 RUE DU PORT

92022 NANTERRE

Remarques :

BASE DE LOISIRS DE BOUCLE DE SEINE - MOISSON

Reçu le 04/10/2011 (L) à 08H00

Début des essais le 04/10/2011

L = mesure du laboratoire de Lille
G = mesure du laboratoire de Gravelines
O = mesure du laboratoire de Loos-en-Gohelle
* = mesure sous accréditation

Paramètre	Méthode	Résultat	Unité	Réf. qualité / valeurs guides	limites qualité / val. impératives
CHLOROPHYLLE A ET PHAEOPIGMENTS					
PHYSICO-CHIMIE					
Chlorophylle A	NF T 90-117	* L 61	ug/l		
Phaeopigments	NF T 90-117	* L 10	ug/l		
Indice de dégradation	Calcul	L 14	%		
AUTRES ANALYSES					
PHYSICO-CHIMIE					
pH a temp.échant.	NF T 90-008	* L 10.10	u.pH		
Température mesure du pH	Thermometrie	* L 21.3	degres C		
Matières en suspension totales	NF EN 872_AP40 Millipore	* L 7	mg/l		
Carbone organique total	NF EN 1484	* L 6.6	mg/l C		
Phosphore total en P	NF EN ISO 6878 adaptee	* L <0.05	mg/l P		
Silice SiO2	NF EN ISO 16264	* L 0.8	mg/l		
ANIONS					
Nitrites	NF EN ISO 13395	* L <0.05	mg/l NO2		
Nitrates	NF EN ISO 13395	* L <0.5	mg/l NO3		
Orthophosphates PO4	NF EN ISO 6878 adaptee	* L <0.15	mg/l PO4		
CATIONS					
Ammonium	NF EN ISO 11732	* L 0.11	mg/l NH4		

A Lille, le 17/11/2011

Le Chef de Laboratoire,

A. LE MINOR

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole *.
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme d'un facsimilé photographique intégral. Ce document comporte 1 page et 0 annexe.
Les incertitudes ne sont pas prises en compte dans les déclarations de conformité et sont disponibles sur demande. Ce rapport d'essai ne concerne que les objets soumis aux analyses.

Eurofins IPL Nord
1, rue du Professeur Calmette
59046 Lille cedex

tél. +33 (0)3 20 87 77 27
fax +33 (0)3 59 31 74 77
service.client.nord@ipl-groupe.fr

www.eurofins-ipl.com
extranet.ipl-groupe.fr

Laboratoire de référence agréé
pour l'analyse des eaux
et pour la pathologie végétale

Annexe 2

Détail des produits utilisés pour l'entretien des greens du golf des Boucles de Seine

16/02/2011



Programme 2011, Départ : 1,2 Ha fertilisation, interventions mécaniques, sélectifs... Golf Les Boucles de la Seine

Périodes	Semaine	Produits	Teneurs des engrais						Quantités Kg ou L HA	Éléments fertilisants apportés par An / Ha					
			N	P205	K20	MGO	SO3	Fe		N	P205	K20	MGO	SO3	Fe
Janvier															
Février															
Mars	s12	22/03 Acti-feed Multi	15	5	10	0	0	0	300	45	15	30	0	0	0
		Aération Louchets sablage													
		Regarnissage							200						
Avril		Greenor							4						
Mai		Acti-feed Multi	15	5	10	0	0	0	300	45	15	30	0	0	0
Juin															
Juillet		Acti-feed Multi	15	5	10	0	0	0	300	45	15	30	0	0	0
Août															
Septembre		Classic	12	5	12	0	0	0	300	36	15	36	0	0	0
Octobre															
Novembre		Acti-feed Multi	15	5	10	0	0	0	300	45	15	30	0	0	0
Décembre															
TOTAL									Ha	216	75	156	0	0	0



Étude de profil de baignade et activités aquatiques de la base de loisirs des Boucles de Seine

Phase 2 : Diagnostic


SAFEGE
Ingénieurs Conseils

TABLE DES MATIÈRES

1 Introduction	1
1.1 Contexte	1
1.2 Localisation	2
1.3 Détermination de la zone d'étude	4
1.4 La plage et la zone de baignade	6
2 Caractérisation des flux de pollutions	7
2.1 Flux de pollution liées à l'assainissement	7
2.1.1 Organisation de l'assainissement sur la zone d'étude	7
2.1.2 Flux issus des réseaux d'eaux usées	7
2.1.3 Flux issus des stations d'épuration	8
2.1.4 Flux issus des réseaux d'eaux pluviales	8
2.1.5 Flux issus de l'assainissement non collectif	11
2.2 Sources potentielles de pollution diffuse	12
2.2.1 Activités nautiques et gestion de la base	12
2.2.2 Activités industrielles	13
2.2.3 Agriculture	13
2.2.4 Golf	13
2.3 Sources potentielles de pollution ponctuelle et/ou accidentelle	13
2.3.1 Pollution liée aux animaux (autres que le bétail)	13
2.3.1.1 Flux liés à la présence d'animaux domestiques	13
2.3.1.2 Flux liés à la présence de rongeurs	14
2.3.2 Flux liés à la présence de colonies d'oiseaux	14
2.3.3 Fréquentation du site	15
2.3.4 Débordement de la Seine	16
2.3.5 Pollution par ruissellement	17
2.3.6 Présence de voies de communication	18

2.4	Autres sources	19
2.5	Classification et hiérarchisation des sources de pollution	19
2.6	Analyse des conditions et des causes de dégradation de la qualité microbiologique	20
2.6.1	Présentation des variables utilisées et de la méthode employée	20
2.6.1.1	Présentation des variables explicatives	20
2.6.1.2	L'analyse des coefficients de corrélation linéaire	22
2.6.2	Variation temporelle de la qualité des eaux de baignades	22
2.6.3	Relation entre la pluviométrie et la qualité des eaux	23
2.6.4	Relation entre le vent et la qualité des eaux	24
2.6.5	Relation entre la fréquentation et la qualité bactériologique des eaux	27
2.6.6	Épisodes de dégradation avérés de la qualité bactériologiques de la plage	29
2.6.7	Synthèse	30
3	Diagnostic du fonctionnement du plan d'eau	31
3.1	Alimentation du plan d'eau	31
3.2	Fonctionnement du plan d'eau	32
3.3	Impact d'une crue de la Seine et de l'ouverture éventuelle d'une liaison entre le plan d'eau de Moisson et la Seine	41
4	Définition des niveaux de risques	45
4.1	Risque de contamination bactérienne anthropique (E Coli et entérocoques)	45
4.2	Risque de contamination par les animaux	46
4.3	Étude du potentiel de prolifération des algues et des cyanobactéries	49
4.4	Risque de contamination interhumaine	50
5	Perspective d'évolution des risques	53
6	Synthèse du diagnostic	55

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des Figures

Figure 1 : Localisation de la base de loisirs des Boucles de Seine	2
Figure 2 : Localisation du site d'étude	3
Figure 3 : Délimitation de la zone d'étude.....	5
Figure 4 : Profondeur et dimensions de la zone de baignade.....	6
Figure 5 : Ouvrages hydrauliques du plan d'eau de la base de Loisirs	9
Figure 6: Localisation de la station de Magnanville (source Google maps)	21
Figure 7 : Synthèse des mesures de qualité des eaux de baignades.....	23
Figure 8: Rose des vents en saison estivale sur la station de Magnanville (données Météo France, 2000-2010)	25
Figure 9: Vitesse moyenne du vent pour chaque direction (données journalières prises entre mai et septembre de 2000 à 2010)	26
Figure 10: Concentration moyenne en <i>Escherichia coli</i> en fonction de la direction du vent	26
Figure 11 : Répartition des résultats ARS en <i>entérocoques</i> en fonction de la direction du vent	27
Figure 12: Relation entre la teneur en <i>Escherichia coli</i> et en <i>Entérocoque</i> et la température de l'air.....	28
Figure 13: Amplitude de la stratification thermique verticale dans le plan d'eau de Moisson	32
Figure 14: Transparence mesurée par l'ARS au disque de Secchi sur la zone de baignade du lac de Moisson (Boucles de Seine).....	34
Figure 15 : Mesures de pH réalisées par l'ARS dans la zone de baignade du plan d'eau de Moisson (Boucles de seine)	35

Figure 16 : Taux de saturation en oxygène dissous en surface du plan d'eau de Moisson (Boucles de seine)	35
Figure 17 : Profils verticaux de température et de saturation en oxygène dissous mesurés le 3 Juin 2009 dans le plan d'eau de Moisson (Boucles de seine).....	36
Figure 18 : Répartition (en pourcentage de cellules) des peuplements phytoplanctonique en 2009 dans le plan d'eau de Moisson (I.D.Eau)	38
Figure 19 : Dénombrement des cyanobactéries mesurées en Août 2012 dans le plan d'eau de Moisson (boucles de seine)	39
Figure 20 : Cyanobactérie dans le plan d'eau de Moisson (I.D.Eau)	39
Figure 21 : Canopée flottante dans le plan d'eau de Moisson (I.D.Eau).....	41
Figure 22: Plage du plan d'eau des boucles de Seine (I.D.Eau) et cygnes sur ce même plan d'eau	48

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Concentrations en germes caractéristiques d'un rejet d'eaux pluviales	10
Tableau 2 : Évaluation de la pollution bactérienne arrivant par ruissellement d'eaux pluviales sur l'étang de Lavacourt pour une pluie décennale en fonction de la durée de cette pluie	10
Tableau 3 : Évaluation de la pollution bactérienne liée au ruissellement d'eaux pluviales pouvant potentiellement arriver de l'étang de Lavacourt vers le plan d'eau de Moisson pour une pluie décennale	11
Tableau 4: Flux résultant du pic de fréquentation de la plage en termes de flux bactérien	16
Tableau 5 : Concentrations en germes caractéristiques du ruissellement	17
Tableau 6 : Données utilisées pour l'évaluation de la pollution bactérienne parvenant au plan d'eau de Moisson par ruissellement	17
Tableau 7: Matrice de corrélation pour les pluies journalières	23
Tableau 8: Matrice de corrélation pour les cumuls de pluies	23
Tableau 9 : Matrice de corrélation pour la vitesse du vent.....	24
Tableau 10 : Matrice de corrélation pour la température de l'air	28

Tableaux 11: Contexte entourant l'épisode de risque sanitaires mesurés entre 2000 et 2010 par l'ARS	29
---	----

Tableau 12 : Synthèse des corrélations entre les variables bactériologiques et météorologiques	30
--	----

1

Introduction

1.1 Contexte

La Région Île-de-France a confié à SAFEGE la réalisation du profil des eaux de baignade de sept plans d'eau d'Ile de France. Le présent rapport concerne la base de plein air et de loisirs (BPAL) des Boucles de Seine.

Le profil de baignade est une obligation réglementaire émanant de la directive européenne de 2006 (2006/7/CE) sur les eaux de baignade. Il a pour fonction d'identifier et de quantifier les risques sanitaires dans les zones de baignade et d'élaborer des mesures concrètes de maîtrise et de gestion des pollutions et risques éventuels.

Cette étude comporte trois phases :

- L'état des lieux ;
- Le diagnostic ;
- Les mesures de gestion et plans d'action.

Le présent document constitue le rapport de la phase 2 « Diagnostic ».

La base de loisirs des Boucles de Seine est publique , le Conseil Régional d'Ile de France en est le propriétaire . La gestion relève du Syndicat Mixte d'Études, d'Aménagement et de Gestion (SMAEG) de la base de loisirs des Boucles de Seine.
--

Ce syndicat est composé de représentants du Conseil régional d'Île-de-France, du Conseil général et des communes de Mousseaux-sur-Seine et Moisson.

1.2 Localisation

La base de loisirs des Boucles de Seine se situe dans le département des Yvelines (78) en région Île-de-France ; à 50 km à l'Ouest de Paris et 10 km au nord de Mantes-la-Jolie. Située entre les bords de la Seine (à l'est) et la forêt de Moisson (à l'ouest), elle est entièrement incluse dans le territoire des communes de Moisson et Mousseaux-sur-Seine et représente une superficie totale de 330 hectares dont 120 hectares de plan d'eau ; c'est l'une des bases de loisirs les plus grandes d'Île-de-France.

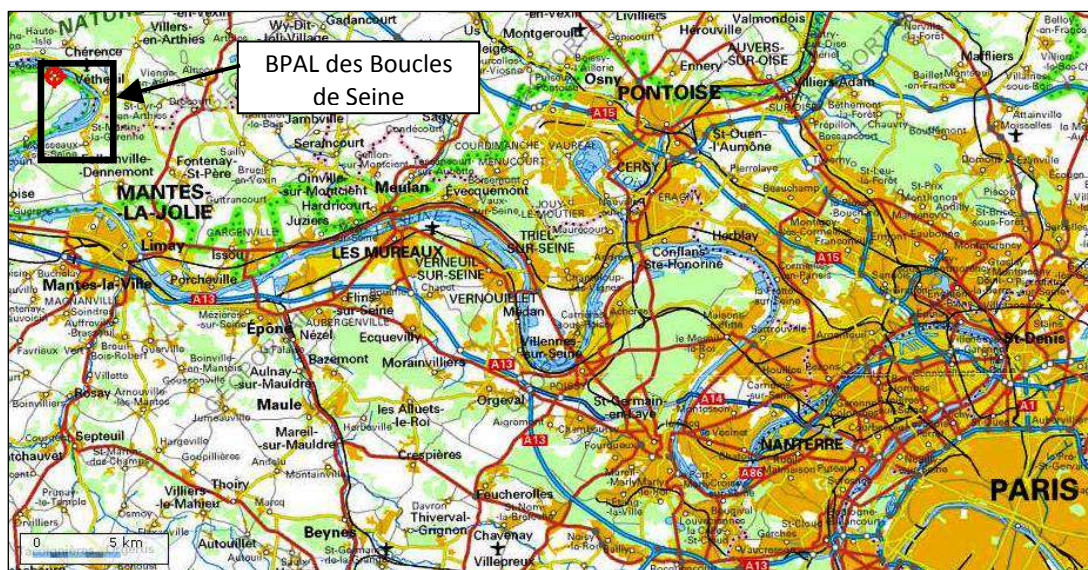


Figure 1 : Localisation de la base de loisirs des Boucles de Seine

« Située au pied du plateau du Vexin, la Base de Loisirs des Boucles de Seine se niche entre les falaises crayeuses d'un des méandres de la Seine, tant appréciées des impressionnistes. Grâce à un plan d'eau de plus de 3 km de long, pour une superficie de 120 hectares, cette base, prisée des connaisseurs, offre un cadre idéal pour la pratique de la voile. »¹

¹ Diagnostic écologique des Bases de plein air et de loisirs – Juin 2011. CRIF.

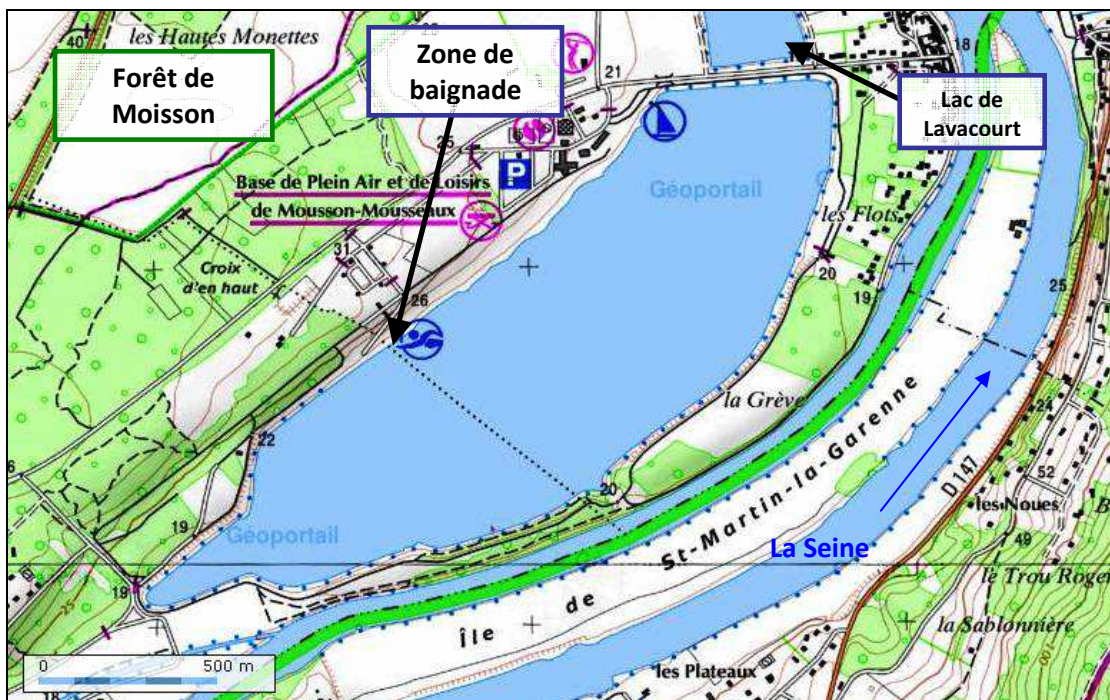


Figure 2 : Localisation du site d'étude

1.3 Détermination de la zone d'étude

La zone d'étude correspond à la zone dans laquelle des sources potentielles de pollution microbiologique sont susceptibles d'atteindre le plan d'eau.

La pollution potentielle peut provenir principalement :

- ✓ Des apports directs à la plage et au plan d'eau ;
- ✓ Des apports au bassin versant du plan d'eau.

Dans l'évaluation des flux, nous considérerons donc les compartiments suivants :

- ✓ Une **zone « locale »** correspondant au bassin versant immédiat du plan d'eau de la plage. Toutes les sources de pollution y ont été recherchées. La visite de terrain nous a permis de préciser les limites de cette zone d'étude, en plus des informations extraites de la lecture des cartes IGN.

Cette zone correspond aux **abords immédiats** du plan d'eau, délimités par la topographie et les chemins entourant el plan d'eau.

- ✓ Une **zone d'étude générale** qui correspond au bassin versant complet de la gravière. Il est délimité par la boucle que forme la Seine à l'est et par la forêt de moisson à l'ouest.

La Seine n'est pas en lien direct avec le plan d'eau. Cependant, le plan d'eau est en lien direct avec la nappe alluviale, elle-même en connexion avec la Seine. Ainsi, les fluctuations de niveau d'eau de la Seine se répercutent 10 jours plus tard sur le niveau d'eau du plan d'eau de la base de loisirs.

C'est seulement lors d'épisodes de crues extrêmes de la Seine que celle-ci se déverse dans le plan d'eau. Ces événements ayant lieu en hiver, la pollution a priori essentiellement d'origine bactériologique et chimique qui pourrai se déverser dans le plan d'eau, devrait avoir été dégradée avant la période de baignade qui est estivale, tout du moins en ce qui concerne la pollution bactériologique et les matières organiques, mais cela peut par contre avoir un impact sur le niveau d'eutrophisation du plan d'eau en été.

A la vue de ces considérations le découpage présenté sur la figure suivante est retenu :

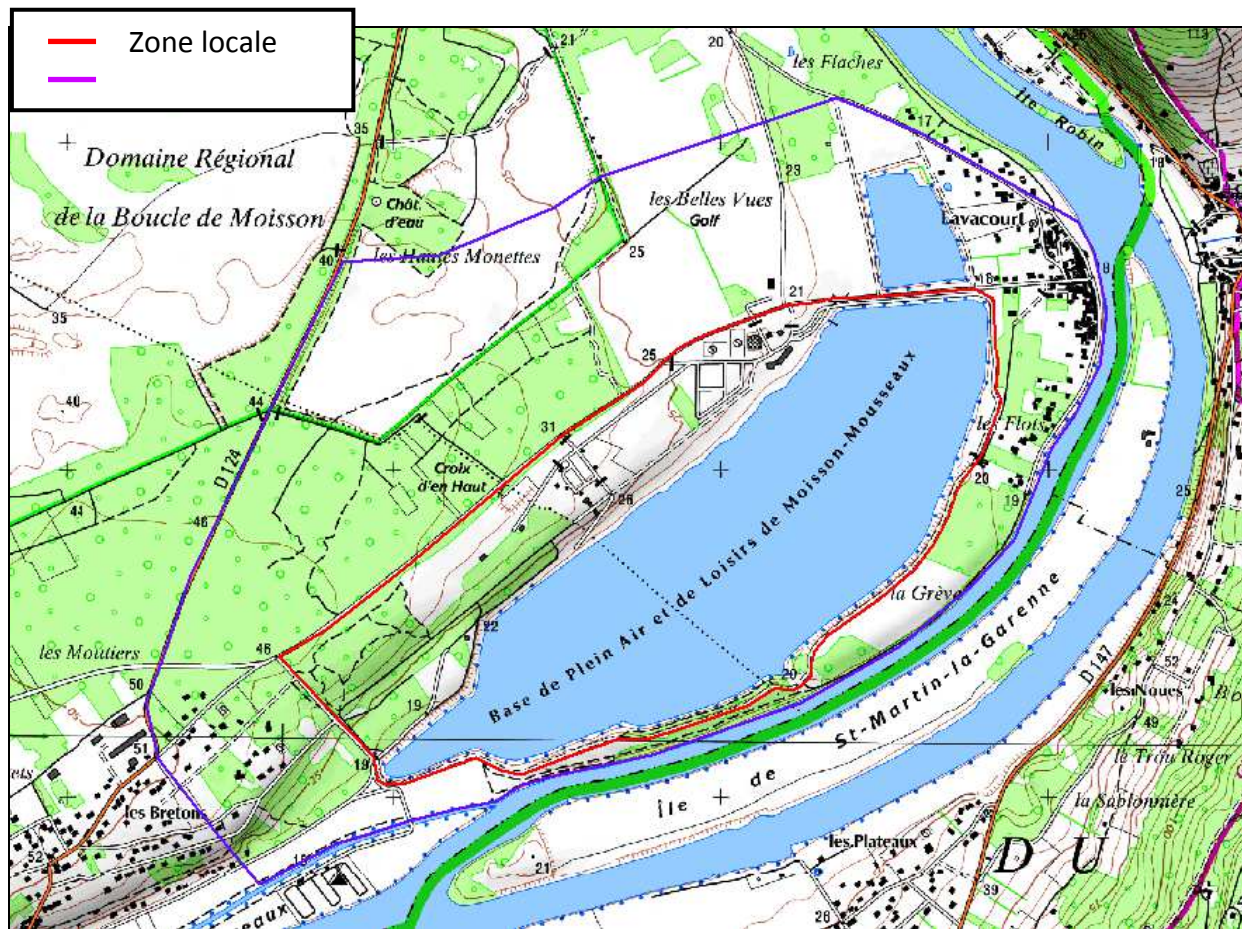


Figure 3 : Délimitation de la zone d'étude

1.4 La plage et la zone de baignade

Il s'agit d'une plage artificielle linéaire, longue de 200m environ. Il s'agit d'une plage de sable ; le sable ayant été renouvelé pour la dernière fois il y a 4 ans.

La zone de surveillance est matérialisée, côté terre, par des panneaux en limite de zone et côté eau, par des bouées jaunes. On distingue :

- un petit bain jusqu'à une profondeur de 80 cm ;
- un grand bain jusqu'à une profondeur de 1m40 ;
- une zone pour les groupes et une pataugeoire.

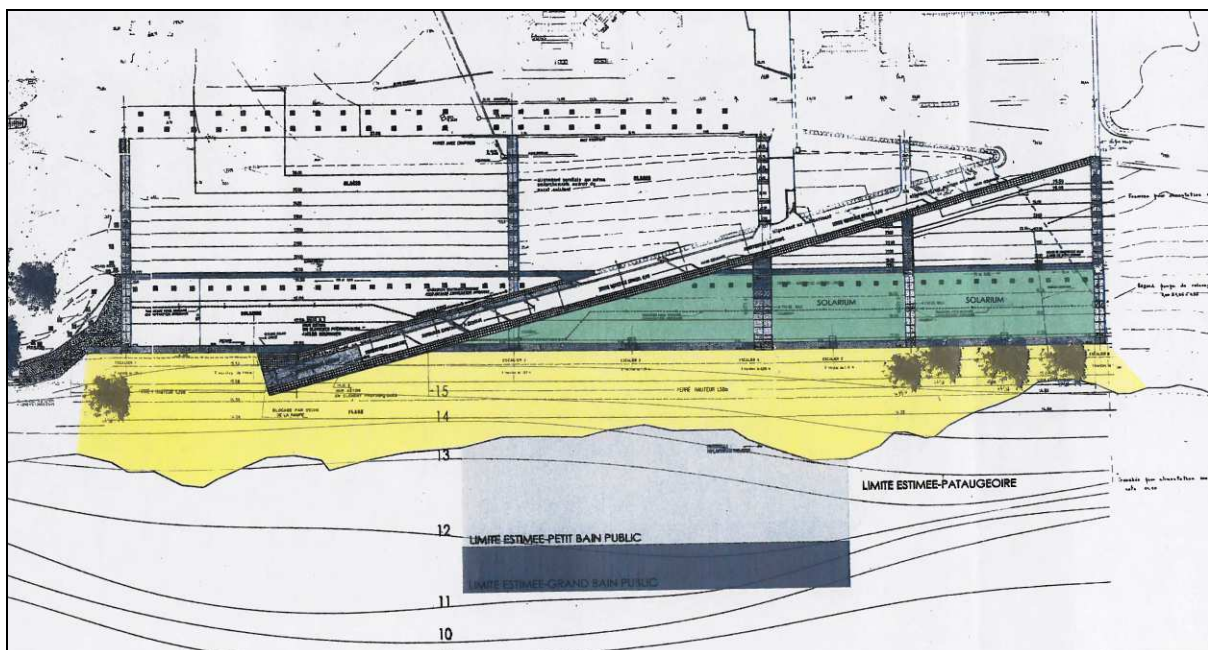


Figure 4 : Profondeur et dimensions de la zone de baignade²

² Extrait : Étude de faisabilité, aménagement de la baignade de la base de loisirs de Moisson-Mousseaux, Cabinet PBO, 09/2007.

2

Caractérisation des flux de pollutions

2.1 Flux de pollution liées à l'assainissement

2.1.1 Organisation de l'assainissement sur la zone d'étude

Il n'existe pas de réseau des eaux pluviales sur la base de loisirs mais quelques aménagements de rétention à la parcelle (fossés, noues, bassins d'infiltration).

Le réseau des eaux usées de la base ainsi que celui de la ville de Mousseaux-sur-Seine sont raccordés sur celui de la ville de Moisson pour être ensuite traités par la station d'épuration de Moisson. Sur toute cette zone, le réseau est en séparatif.

Il existe plusieurs postes de relèvement (PR) localisés sur la base de loisirs.

2.1.2 Flux issus des réseaux d'eaux usées

Les eaux usées de Mousseaux sont raccordées au réseau de la commune de Moisson puis traitées à la station d'épuration de Moisson. Il n'existe aucun déversoir d'orage sur le réseau EU de ces deux villes.

Cependant **4 postes de relèvements** sont inclus dans la zone d'étude : PR de la buvette, PR du poste de secours, PR du tennis et PR du restaurant.

D'après le rapport annuel du délégataire (Veolia, 2010) les quatre postes de relèvement sont en bon état général, ces PR fonctionnant très souvent, ils sont rigoureusement entretenus, et aucun problème de débordement ne s'est produit en 2010.

Aucune source potentielle de pollution de ce type n'a été recensée sur la zone d'étude. En effet, les postes de refoulement n'ont jamais créé de pollution de ce type par le passé.

2.1.3 Flux issus des stations d'épuration

Une seule station d'épuration est présente sur la zone d'étude. La station d'épuration de Moisson collecte les effluents domestiques des villes de Moisson et de Mousseaux-sur-Seine.

Elle est localisée sur la commune de Moisson en rive gauche de la Seine.

La station de Moisson rejette les eaux épurées dans la Seine en aval de la base des Boucles de Seine. Ainsi, même en cas d'accident sur la station combiné à une crue de la Seine, **la base des Boucles de Seine ne peut en principe subir aucune pollution provenant de la station d'épuration de Moisson.**

Aucune STEP ne représente une source de pollution potentielle directe pour le plan d'eau.

2.1.4 Flux issus des réseaux d'eaux pluviales

Il n'existe pas de réseau des eaux pluviales sur la base mais des structures d'infiltration sont cependant présentes.

Un dispositif au nord-ouest du plan d'eau de Moisson permet de récolter le trop plein des écoulements pluviaux et des eaux de la fontaine du minigolf. Un déversoir vers le plan d'eau est prévu pour évacuer les eaux de cette retenue en cas de saturation. Aucun déversement direct n'a encore été constaté (mais par contre quelques infiltrations via la nappe). Cette source de pollution est jugée marginale du fait des très faibles superficies en jeux.

En revanche, la visite de terrain a permis de localiser **trois buses** au nord du plan d'eau. Ces buses se situent entre le plan d'eau de la base et celui de Lavacourt. D'après les informations communiquées par la mairie de Moisson, ces buses ne sont pas une connexion entre les deux plans d'eau mais **recupèrent les eaux pluviales des fossés** situés au bord de la route.

Cependant, **il existe une connexion entre les deux plans d'eau**, une double buse située sous le **pont de la perruche** (possiblement 2 x Ø1500) permettant un déversement d'un plan d'eau vers l'autre (deux sens d'écoulement possibles selon niveau d'eau dans les lacs) en cas de crue exceptionnelle.



Figure 5 : Ouvrages hydrauliques du plan d'eau de la base de Loisirs

D'après le gestionnaire de la base de loisir, cette connexion est généralement fermée, ce qui exclut des contaminations d'un plan d'eau vers l'autre.

Une estimation des flux liés aux déversements potentiels de l'étang de Lavacourt dans l'étang de Moisson a été tout de même menée afin de qualifier ce risque si d'aventure la connexion était ouverte.

Premièrement, une estimation des flux liés au lessivage du bassin versant de l'étang de Lavacourt a été réalisée selon la méthode relationnelle :

$$Q = Cr \cdot I \cdot S / 360$$

Avec :

Q = Débit (m³/s)

Cr = Coefficient de ruissellement ;

I = intensité de la pluie de période de retour 10 ans en mm/h (coefficient de Montana) ;

S = Superficie du bassin versant de l'étang de Lavacourt en ha.

Les concentrations bactériologiques utilisées pour cette estimation sont les suivantes :

Tableau 1 : Concentrations en germes caractéristiques d'un rejet d'eaux pluviales

<i>E.Coli</i>	Entérocoques
$2 \cdot 10^4$ <i>E.coli</i> /l	$2,5 \cdot 10^3$ Ent/l

Le tableau ci dessous récapitule toutes les données utilisées pour évaluer le flux de pollution lié aux rejets d'eaux pluviales de la zone locale. S = superficie ; U = Urbanisation ; Cr = coefficient de ruissellement.

Il est à noter que comme dans le cas de la station météorologique de référence utilisée (Chapet), la durée de l'événement pluvieux est de 2 à 6h, cela conduit à une fourchette de valeurs.

Tableau 2 : Évaluation de la pollution bactérienne arrivant par ruissellement d'eaux pluviales sur l'étang de Lavacourt pour une pluie décennale en fonction de la durée de cette pluie

Plan d'eau	S (ha)	U (%)	CR	Intensité de la pluie (mm/h)	Débit (m3/s)	Flux <i>E.Coli</i> /j	Flux Ent/j
pluie 2h	30.08	5	0.225	20.97	0.39	5.7E+10	7.1E+09
pluie 6h	30.08	5	0.225	20.97	0.39	1.7E+11	2.1E+10

La collecte des eaux pluviales dans l'étang de Lavacourt pour une pluie de période de retour 10 ans peut occasionner un apport de $5.7 \cdot 10^{10}$ à $1.7 \cdot 10^{11}$ *E.Coli*/jour et de $7.1 \cdot 10^9$ à $2.1 \cdot 10^{10}$ Ent/jour.

Une estimation de la dilution a alors été réalisée afin d'apprécier le flux réellement capable d'atteindre le plan d'eau de Moisson après le mélange des eaux pluviales et des eaux de l'étang de Lavacourt. La loi de dilution est évaluée grâce à l'estimation du volume de l'étang de Lavacourt et du débit journalier apporté par une pluie de période de retour 10 ans. Par hypothèse simplificatrice, nous considérons que l'étang de Lavacourt a une surface de 7.7 ha et une profondeur moyenne de 3 m ce qui représente un volume de $230\,000 \text{ m}^3$. Le débit journalier crée par une pluie de période de retour de 10 ans est calculé à partir du débit instantané estimé dans la partie ci-avant. On suppose également que les eaux se mélangent complètement ce qui conduit à une loi de dilution, et qu'il n'y a pas de mortalité des bactéries avant transfert de Lavacourt vers Moisson.

Avec ces hypothèses simplificatrices et sécuritaires, les flux journaliers liés aux apports potentiels de l'étang de Lavacourt après dilution correspondent au plus à $6.2 \cdot 10^9$ *E.coli* et à $7.8 \cdot 10^8$ *Entérocoques*.

Tableau 3 : Évaluation de la pollution bactérienne liée au ruissellement d'eaux pluviales pouvant potentiellement arriver de l'étang de Lavacourt vers le plan d'eau de Moisson pour une pluie décennale

Plan d'eau	S (ha)	Profondeur (en m)	Volume étang (m3)	Débit (m3/s)	Eaux pluviales (en m3/j)	Rapport EP/volume	Flux E.Coli/j dilué	Flux Ent/j dilué
Boucle de Seine / étang de Lavacourt	7.7	3	230000	0.39	8424	4%	6.2E+09	7.8E+08

Une telle pollution n'est pas considérable par rapport à d'autres sources de contamination, d'autant que ces apports n'arriveraient pas directement sur la zone de baignade, mais autant les éviter. On en conclut qu'il est préférable de ne pas connecter les deux plans d'eau en période de pluie.

2.1.5 Flux issus de l'assainissement non collectif

Un système d'assainissement rejetant des eaux usées vers le milieu naturel peut présenter différents types de dysfonctionnements allant de l'absence de toute épuration à des dysfonctionnements liés par exemple au manque d'entretien.

Les systèmes d'assainissement non collectifs concernent principalement des risques de pollutions de type diffus.

Le **camping des Groux**, sur la commune de Mousseaux-sur-Seine, fonctionne avec un système d'assainissement autonome ; les eaux usées sont récoltées dans des fosses septiques. Ces installations n'ont à notre connaissance jamais fait l'objet de contrôle.

Les flux liés à une pollution accidentelle de la fosse septique du camping des Groux sont difficilement quantifiables.

Le gestionnaire de la base de loisir mentionne qu'il existe un projet d'installation d'une station d'épuration sur ce camping, sans que les détails correspondant ne soient connus ou encore définis.

Quoi qu'il en soit, on ne peut pas exclure ce risque de contamination accidentelle, mais il n'est pas quantifiable et ne peut donc être directement intégré dans le bilan. Cela étant, vu la localisation de ce camping, on peut s'attendre à ce qu'une éventuelle pollution par débordement de fosse septique ou d'une future station d'épuration parvienne à la Seine et non pas dans le plan d'eau.

2.2 Sources potentielles de pollution diffuse

2.2.1 Activités nautiques et gestion de la base

Les activités nautiques présentent des risques de pollution d'ordre physico-chimique. La pollution peut provenir de fuites d'huile et d'essence des bateaux.

Les activités nautiques proposées au public sont non polluantes puisque les engins sont sans moteur : pédalos, canoës, dériveurs, catamarans et planches à voiles.

La phase 1 a cité le fait que des bateaux à moteur sont utilisés pour la sécurité des pratiquants. L'utilisation de ces embarcations est réservée aux personnels de la base.

L'utilisation de bateaux à moteurs sur le plan d'eau est extrêmement restreinte et n'a pas, à ce jour, entraîné de pollution à notre connaissance.

2.2.2 Activités industrielles

Les informations récoltées auprès des gestionnaires de la base de loisirs ainsi que sur les bases de données BASOL³ et BASIAS⁴ indiquent qu'il n'y a pas **d'activités industrielles à risque pour les eaux de baignade** sur la zone d'influence.

2.2.3 Agriculture

Les informations récoltées auprès des gestionnaires de la base de loisirs ainsi que sur les bases de données de couverture de sol (Géoportail, CLC, IAU IdF, etc.) indiquent qu'il n'y qu'une seule parcelle **agricole sur la zone d'influence**. Le risque de pollution est donc limité.

2.2.4 Golf

Il y a un golf juste au dessus du plan d'eau et dont les eaux peuvent percoler vers celui ci. Il semble que le golf soit équipé d'un système de bâches sous les greens de sorte à éviter des percolations trop importantes vers le plan d'eau, mais ce système ne concerne que les greens. Il y a donc un risque de contamination du lac, mais ce risque concerne avant tout les éléments nutritifs et pesticides. Il n'y a pas à priori de risque significatif de pollution bactérienne associée à la pratique du golf.

2.3 Sources potentielles de pollution ponctuelle et/ou accidentelle

Les sources de pollution ponctuelle accidentelle sont variées et difficilement quantifiables.

2.3.1 Pollution liée aux animaux (autres que le bétail)

2.3.1.1 Flux liés à la présence d'animaux domestiques

Comme il a été établi lors de l'état des lieux, **les animaux domestiques sont interdits sur la plage** durant toute la période de baignade.

³ Base de données sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués

⁴ Base de données des Anciens Sites Industriels et des Activités de Services

Les chiens sont toutefois autorisés, tenus en laisse, autour du plan d'eau. La pollution ponctuelle liée aux excréments des chiens est donc théoriquement limitée à proximité de la plage. Mais, si on peut considérer que l'interdiction des chiens sur la plage est respectée, il n'en va pas de même concernant la nécessité de tenir les chiens en laisse sur le pourtour du lac. Or, les déjections constituent une pollution potentielle. Aucune information sur la fréquentation des chiens n'est disponible sur ce site. On peut cependant considérer que s'il y a contamination par les déjections canines, celles-ci restent dispersées et probablement peu impactantes sur le plan d'eau dans son ensemble. Sur l'hypothèse d'une dizaine de chiens se promenant sur une journée de week end estival, et en considérant un flux de $8 \cdot 10^9$ E Coli/jour/chien et de 10^{11} Ent/jour/chien nous arrivons à un flux total de **$8 \cdot 10^{10}$ E Coli/jour et de 10^{12} Ent/jour.**

Une source de dégradation potentielle subsiste donc vis-à-vis du lessivage des voies de cheminement autour du plan d'eau.

2.3.1.2 Flux liés à la présence de rongeurs

Les rongeurs sont vecteurs de certaines maladies comme la leptospirose. Cette maladie se contracte après morsure par un rongeur malade ou par contact de l'urine au niveau d'une plaie.

Les prospections réalisées au cours de l'état des lieux ont permis de collecter des témoignages attestant la présence de rats musqués et de ragondins autour du plan.

Ces rongeurs sortent le jour et fuient les zones fréquentées. Il y a ainsi très peu de rongeurs à proximité de la zone de baignade pendant la période estivale, d'autant que celle-ci est assez dégagée ce qui est défavorable à la présence des rongeurs.

La pollution due à cette population est difficilement quantifiable et semble non significative au niveau de la plage.

2.3.2 Flux liés à la présence de colonies d'oiseaux

L'état des lieux n'a pas mis en évidence une forte population d'oiseau sur le site de baignade.

Cela étant, dans le passé, il y a eu un pic de population de mouettes, qui a coïncidé avec un épisode de pollution bactérienne du lac. Mais cette population s'est considérablement réduite depuis. Par ailleurs, ces oiseaux sont plutôt localisés loin de la zone de baignade. Ainsi, s'ils contribuent à l'enrichissement du plan d'eau en matières organiques, vu les caractéristiques du lac, on peut supposer qu'ils ont un faible impact sur la teneur en germe bactérien au droit de la zone de baignade. On peut par contre s'inquiéter de la récente apparition d'oies bernaches à proximité de

la plage, alors qu'elles n'étaient pas présentes jusqu'en 2010 dans ce secteur du plan d'eau.

Si on part sur une hypothèse d'une soixantaine d'individus (20 cygnes et 40 oies), on obtient les flux suivants :

- Hypothèse : $3 \cdot 10^8$ E Coli/ind/jour et $3 \cdot 10^8$ Ent/ind/jour
- **Soit $1,8 \cdot 10^{10}$ E Coli/jour et $1,8 \cdot 10^{10}$ Ent/jour**

2.3.3 Fréquentation du site

La pollution par les visiteurs du plan d'eau est à envisager. Ils peuvent occasionner des pollutions au niveau de la zone de baignade mais également sur les zones d'activités bordant le plan d'eau et à proximité de la plage. Cependant, d'après les questionnaires, les visiteurs semblent avoir un bon comportement, notamment en ce qui concerne l'élimination des déchets.

La fréquentation saisonnière est estimée à **40 000 visiteurs** ce qui donne une fréquentation moyenne journalière sur 5 mois de **260 personnes**, et un maximum entre 800 et 1000 personnes par jour.

On dresse l'hypothèse suivante concernant la fréquentation de la baignade :

- Nombre de personnes maximales dans l'eau : **250 baigneurs** ;
- Durée moyenne de la baignade : **1h30 par baigneur**.

Les valeurs suivantes sont retenues afin de caractériser le flux de germes fécaux produit par les baigneurs :

- *Escherichia coli* : $4 \cdot 10^6$ E. coli par baigneur et par heure passée dans l'eau ;
- Entérocoques intestinaux : $5 \cdot 10^5$ Entérocoques par baigneur et par heure passée dans l'eau ;

A noter que pour des raisons pratiques, on considère des valeurs moyennes de contamination extraites de la bibliographie qui font l'amalgame des flux produits par un adulte et par un enfant.

La détermination du flux journalier pour la plage est considérée dans la configuration critique ainsi définie : **250 baigneurs simultanément restant 1h30 dans l'eau**.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 4: Flux résultant du pic de fréquentation de la plage en termes de flux bactérien

	Flux journalier (en UFC/j)
<i>Escherichia coli</i> /jour	$1.5 \cdot 10^9$
Entérocoques intestinaux/jour	$1.9 \cdot 10^8$

Des contaminations interhumaines dans l'eau peuvent donc survenir. Le niveau de risque lié à cette source directement présente dans l'eau de baignade sera évalué dans la suite de ce rapport.

2.3.4 Débordement de la Seine

Lors de crues de la Seine, il existe un risque de débordement de ce fleuve dans le plan d'eau. Il faut toutefois rappeler qu'il s'agit d'évènements rares qui ne se produisent qu'en cas de crues très importantes. La dernière est intervenue en 2001.

De plus, les crues ont lieu majoritairement en hiver, donc hors période de baignade. Une pollution bactériologique du plan d'eau liée à un débordement de la Seine devrait donc rester limitée dans le temps. L'apport de nutriments et matières organiques dans le plan d'eau par ces évènements ne doit cependant pas être négligé.

Ce risque est apprécié grâce aux données de qualité d'eaux disponibles sur la Seine en amont de la base de loisirs.

Les concentrations moyennes en germes dans la Seine sont de 10^3 à 10^4 en ordre de grandeur. Par hypothèse on considère que si la Seine déborde dans le plan d'eau, les concentrations bactériologiques attendues dans le plan d'eau seront identiques à celles mesurées dans la Seine pendant une durée assez courte. Comme cela a été mentionné ci avant, la majeure partie de ces pollutions bactériennes disparaît pendant les mois séparant l'épisode de crue de l'ouverture de la baignade.

Concernant les éléments nutritifs, on peut tabler sur une qualité moyenne de la Seine à Poissy qui était en 2011 de 25 mg NO_3/l en nitrate, un peu plus de 1,3mg NH_4/l en ammonium, et 0,16 mg P/l en phosphore total (les teneurs en phosphore ont baissé sur les dernières années). L'impact potentiel de ces apports sera évalué dans la partie du présent rapport sur les risques d'eutrophisation.

2.3.5 Pollution par ruissellement

Le plan d'eau est une ancienne carrière. Il n'est pas en connexion directe avec la Seine. Il est alimenté par la nappe alluviale elle-même en connexion avec la Seine et alimentée par impluvium direct.

Les apports par ruissellement :

Le bassin versant local est susceptible d'être lessivé par la pluie et de constituer une source de contamination.

Une estimation des flux liés aux ruissellements dans le plan d'eau a été menée afin de qualifier ce risque. Cette estimation a été réalisée selon la méthode relationnelle :

$$Q = Cr \cdot I \cdot S / 360$$

Avec :

Q = débit (m³/s)

Cr = Coefficient de ruissellement ;

I = intensité de la pluie de période de retour 10 ans en mm/h (coefficient de Montana à la station de Chapet) ;

S = Superficie du bassin versant en ha.

Les concentrations bactériologiques utilisées pour cette estimation sont les suivantes :

Tableau 5 : Concentrations en germes caractéristiques du ruissellement

<i>E.Coli</i>	<i>Entérocoques</i>
2*10 ⁴ E.coli/l	2,5*10 ³ Ent/l

Le tableau ci-dessous récapitule toutes les données utilisées pour évaluer le flux de pollution lié au lessivage de la zone locale (étang de Moisson). S = superficie ; U = Urbanisation ; CR = coefficient de ruissellement.

Tableau 6 : Données utilisées pour l'évaluation de la pollution bactérienne parvenant au plan d'eau de Moisson par ruissellement

Moisson	S (ha)	U (%)	CR	Intensité de la pluie (mm/h)	Débit (m3/s)	Flux E.Coli/j	Flux Ent/j
pluie 2h	69.3	5	0.225	20.97	0.91	1.3E+11	1.6E+10
pluie 6h	69.3	5	0.225	20.97	0.91	3.9E+11	4.9E+10

Au niveau de l'étang de Moisson, une pluie de période de retour 10 ans est susceptible d'apporter **un flux de $1.3 \cdot 10^{11}$ à $3.9 \cdot 10^{11}$ *E.Coli*/jour et de $1.6 \cdot 10^{10}$ à $4.9 \cdot 10^{10}$ Ent/jour.**

Les résurgences de nappes :

Les contaminations liées aux fluctuations de la nappe sont difficilement quantifiables. En effet, le marnage du plan d'eau est compris entre 3 et 5 m et l'essentiel de ce marnage est lié aux épisodes de hautes eaux. La Seine et la nappe alluviale du plan d'eau sont reliées : les montées du niveau de la Seine entraînent des remontées du niveau du plan d'eau. On constate un décalage de 10 jours entre les fluctuations de la Seine et celles du plan d'eau. Cela permet de tamponner les pics les plus abrupts de niveau de la Seine.

2.3.6 Présence de voies de communication

Pour rappel, le plan d'eau est bordé de routes revêtues et non revêtues. Quelques portions de routes revêtues sont très proches du plan d'eau.

Le ruissellement des eaux sur les routes non revêtues bordant le plan d'eau peut engendrer une pollution au niveau du plan d'eau. Un impact qualitatif de ces ruissellements sur la qualité bactériologique du plan d'eau réside dans la présence sur la zone lessivée (voie et berges) de déjections animales (oiseaux, rongeurs, animaux de compagnie).

Cependant, la nature du sol ainsi que la végétalisation des berges contribuent à une infiltration de ces eaux potentiellement chargées.

Les routes revêtues, présentent un risque de pollution étant donné qu'elles sont proches du plan d'eau. Deux axes majeurs de communication se distinguent :

- A l'Est, la route rejoignant le lieu dit les Flots recueille une partie des ruissellements de ce secteur ;
- Au Nord, la route d'accès à la base de loisirs entre les deux étangs recueille la totalité des ruissellements grâce aux fossés.

Les flux potentiels issus des voies de communication se produisent à la faveur de leur lessivage. La pollution résultante n'est toutefois pas de nature à dégrader significativement la qualité bactériologique des eaux de baignade.

2.4 Autres sources

Sur la zone d'étude générale (bassin versant étendu), bien que la majeure partie des ruissellements soit captée par les réseaux d'eaux pluviales des communes voisines et n'atteigne donc jamais les plans d'eau de la base de loisir, il est important de mentionner la présence de plusieurs sources de pollution très proches du plan d'eau : un camping, un golf et l'entretien des espaces verts.

Ces sources potentielles de pollutions exposées ici ne sont pas à priori de nature à dégrader la qualité bactériologique de la baignade. Néanmoins, la possibilité d'une pollution accidentelle lors d'une forte pluie n'est pas écartée, ni même la possibilité d'une pollution à long terme des eaux souterraines par infiltration.

2.5 Classification et hiérarchisation des sources de pollution

Les différentes sources recensées sont qualifiées ci-dessous en fonction de l'apport en pollution sur la plage, au droit de la zone de baignade. Le tableau ci-dessous croise ainsi les données de production de polluants et de transfert de polluant par chacune des sources vers la zone de baignade.

Il en ressort, une mise en évidence des événements les plus critiques pour la qualité des eaux de baignade qui pourront orienter les études et ultérieurement les prescriptions.

Les sources identifiées pour la pollution microbiologique de la plage concernent par ordre décroissant de criticité :

1. le ruissellement lors des épisodes pluvieux qui occasionne **un flux maximum estimé à $3.9 \cdot 10^{11}$ *E. coli*/jour et $4.9 \cdot 10^{10}$ Ent/jour ;**
2. Les apports directs des chiens, correspondant à un flux total de **$8 \cdot 10^{10}$ *E. coli*/jour et de 10^{12} Ent/jour**. Cela étant, ces apports sont répartis spatialement autour du lac, d'où le fait qu'ils ne soient pas considérés comme critiques ;
3. Les oiseaux bien représentent un flux de **$1,8 \cdot 10^{10}$ *E. coli*/jour et $1,8 \cdot 10^{10}$ Ent/jour ;**
4. la fréquentation de la plage par les baigneurs qui occasionne **un flux maximum estimé à $1.5 \cdot 10^9$ *E. coli*/j et $1.9 \cdot 10^8$ Ent/j**. Cette pollution peut être considérée comme **événementielle** voire **chronique** quand les conditions, notamment météorologiques, sont propices à de fortes fréquentations de la plage.

2.6 Analyse des conditions et des causes de dégradation de la qualité microbiologique

2.6.1 Présentation des variables utilisées et de la méthode employée

2.6.1.1 Présentation des variables explicatives

Les variables météorologiques prises en compte par les analyses statistiques sont les suivantes :

- les précipitations journalières sont relevées sur la station de Magnanville (78). Elles sont considérées **de 2000 à 2010, entre mai et septembre** (obtenues auprès de Météo France) ;
- le vent maximal journalier (vitesse et direction prise à 10 m au dessus du sol) est relevé à Magnanville (78). Ces données sont considérées **de 2000 à 2010, pour les mois de mai à septembre** (source Météo France).



Figure 6: Localisation de la station de Magnanville (source Google maps)

Dans cette analyse statistique on considérera également les données historiques de qualité des eaux de baignade. Les paramètres pris en compte sont les *Escherichia coli* et les *Entérocoques* intestinaux mesurés par l'ARS entre mai et septembre de 2000 à 2010.

Ces données sont mises en regard des conditions météorologiques rencontrées, au travers de l'analyse de la distribution des données et de l'évaluation des coefficients de corrélation.

L'objectif de l'analyse statistique présentée dans la suite sera de déterminer s'il existe des conditions météorologiques responsables ou favorisant la contamination de la plage.

2.6.1.2 L'analyse des coefficients de corrélation linéaire

Le coefficient⁵ obtenu est toujours compris entre 1 et -1. Il est égal à 1 dans le cas où l'une des variables est fonction affine croissante de l'autre variable (la liaison entre les variables est une droite de pente positive). Il est égal à -1 dans le cas où la fonction affine est décroissante (la liaison entre les variables est une droite de pente négative). Les valeurs intermédiaires renseignent sur le degré de dépendance linéaire entre les deux variables. Plus le coefficient de corrélation linéaire est proche des valeurs -1 ou 1, plus la corrélation entre les variables est forte. À l'inverse, un coefficient de corrélation égale à 0 signifie que les variables sont linéairement indépendantes.

Remarque 1 : Il est important de rappeler qu'un coefficient de corrélation élevé n'implique pas une relation de causalité entre les deux phénomènes mesurés, les deux variables peuvent être corrélées à une autre source commune dont elles dépendent.

Remarque 2 : Le degré de significativité des corrélations dépend aussi du nombre d'observation et de la marge d'erreur que l'on se fixe (table de Bravais Pearson). Ainsi un coefficient faible sur une grande série d'observation peut être interprété comme significatif.

Les résultats sont décrits ci-après.

2.6.2 Variation temporelle de la qualité des eaux de baignades

La figure ci-dessous synthétise l'ensemble des mesures de qualité des eaux de baignade du plan d'eau. Retenons que la médiane des observations pour *E. Coli* est de 15 *E.Coli*/100 ml et que 75 % des observations sont en dessous du seuil de 45 *E.Coli*/100 ml. Une mesure dépasse le seuil réglementaire. En effet 1 pic de pollution a été relevé sur l'ensemble des observations. Il s'agit du 24/08/2004.

La médiane pour les *Entérocoques* est de 14 Ent/100 ml et 75 % des observations sont en dessous du seuil de 30 Ent/100 ml. Aucune mesure ne dépasse le seuil réglementaire.

Notons la proximité des médianes avec les valeurs minimales qui traduit une bonne qualité générale des eaux de baignades.

⁵ Le coefficient de corrélation entre les variables x et y se calcule comme suit :

$$\text{cor}(x,y) = \sigma_{xy} / (\sigma_x \cdot \sigma_y)$$

où σ_{xy} est la covariance entre x et y, σ_x est l'écart-type de x et σ_y est l'écart-type de y

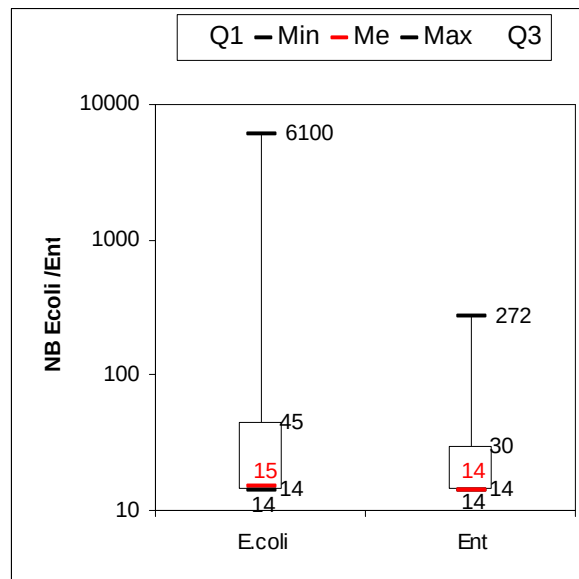


Figure 7 : Synthèse des mesures de qualité des eaux de baignades

2.6.3 Relation entre la pluviométrie et la qualité des eaux

On détermine dans la suite si la plage est sujette aux contaminations par temps de pluie. Pour cela, on calcule le coefficient de corrélation pour différentes variables liées à la pluie (pluviométries journalières et cumuls de pluies).

On reporte dans le tableau ci-dessous, les coefficients de corrélations obtenus pour les variables explicatives mettant en jeu la pluie. On s'intéresse aux conditions de précipitations de la pluie du jour jusqu'aux conditions de pluie 5 jours en arrière (P-5j).

Tableau 7: Matrice de corrélation pour les pluies journalières

	PJ	PV	P-2j	P-3j	P-4j	P-5j
<i>E.Coli</i>	-0.01	-0.01	-0.06	0.08	-0.06	-0.04
<i>Entérocoque</i>	0.12	-0.05	-0.04	-0.10	-0.11	0.17

Tableau 8: Matrice de corrélation pour les cumuls de pluies

	Cum2j	Cum3j	Cum4j
<i>E.Coli</i>	-0.01	-0.05	-0.02
<i>Entérocoque</i>	0.01	-0.02	-0.06

Les corrélations pour les pluies journalières sont dans l'ensemble très faibles et non significatives entre les paramètres pluviaux et la qualité bactériologique du plan d'eau.

Les corrélations pour les cumuls de pluies sont toutes aussi faibles et non significatives.

Ce constat permet de supposer que des épisodes de pollutions par temps sec pourront survenir.

2.6.4 Relation entre le vent et la qualité des eaux

Le même type d'analyse que précédemment est réalisé sur les variables liées au vent (vitesse et direction).

On cherche d'une part à calculer le coefficient de corrélation des concentrations en bactéries fécales avec les variables quantitatives de vitesse de vent journalier disponibles. D'autre part, il s'agit d'évaluer la distribution des mesures suivant plusieurs classes d'orientations pour les variables qualitatives de direction du vent.

Pour ce paramètre, seule la vitesse du vent peut être introduite dans le tableau des coefficients de corrélation ci-dessous.

Tableau 9 : Matrice de corrélation pour la vitesse du vent

	Vitesse du vent(en m/s)
<i>E.Coli</i>	0.12
<i>Entérocoque</i>	0.14

Les corrélations sont positives mais restent faibles et non significatives pour les *E.coli* ainsi que pour les *Entérocoques*. La vitesse du vent ne permet donc pas d'expliquer de manière précise l'évolution de la qualité des eaux de baignades.

Afin de mieux connaître les caractéristiques du vent en période estivale sur la zone, on comptabilise au travers de la figure ci-après, le nombre d'occurrences (jours) présentant chacune des orientations de vents.

Il en ressort une orientation dominante des vents en période estivale sur la zone (données météo France entre juin et août pour les années 2000 à 2010).

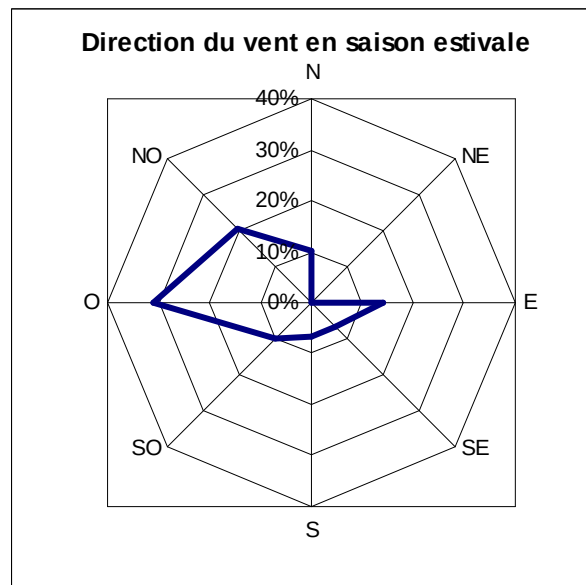


Figure 8: Rose des vents en saison estivale sur la station de Magnanville (données Météo France, 2000-2010)

Le Plan d'eau des boucles de Seine apparaît comme étant soumis entre mai et septembre à des vents de secteur O (31 % du temps) et NO (20 % du temps). Cette orientation peut impliquer la formation d'un courant au niveau du plan d'eau de direction E ou SE. Ainsi, lorsqu'il y a des éléments polluants sur le plan d'eau, ils sont dirigés vers la berge au sud-est ou à l'est du plan d'eau.

Il convient donc de noter que la plage occupant la berge à l'ouest présente théoriquement une plus faible accumulation de polluants (mousses) et d'objets flottant (déchets plastiques par exemple).

Dans une seconde figure, on recense les vitesses maximales observées pour chaque direction de vent, à partir des relevés quotidiens. Cela afin de déterminer la direction des vents les plus forts (potentiellement plus impactant) en période estivale.

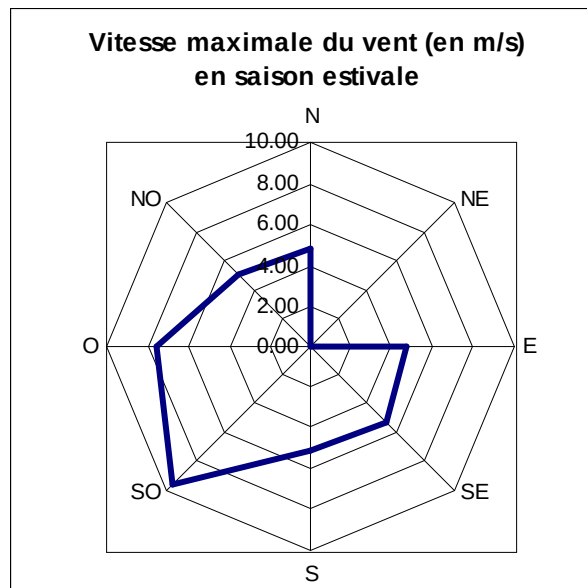


Figure 9: Vitesse moyenne du vent pour chaque direction (données journalières prises entre mai et septembre de 2000 à 2010)

La direction des vitesses de vent les plus importantes sont de secteurs SO et O. Les vitesses étant peut corrélées aux pollutions bactériologiques, il s'agira dans la suite de vérifier si la direction du vent permet d'expliquer la pollution du plan d'eau.

Nous considérons ensuite les résultats bactériologiques obtenus pour chaque direction de vent. Dans un souci de représentativité, il n'est considéré que la moyenne des résultats bactériologiques afin d'obtenir une première indication sur les corrélations entre la direction du vent et la qualité des eaux de baignade.

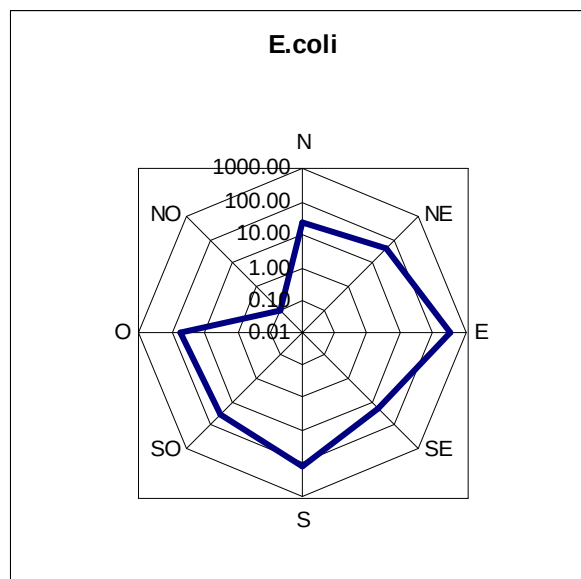


Figure 10: Concentration moyenne en *Escherichia coli* en fonction de la direction du vent

Les teneurs en *E. coli* mesurées sur la plage sont en moyenne plus importantes pour un vent d'est (et dans une moindre mesure par vent du Sud) ce qui a une certaine logique vu la localisation de la plage.

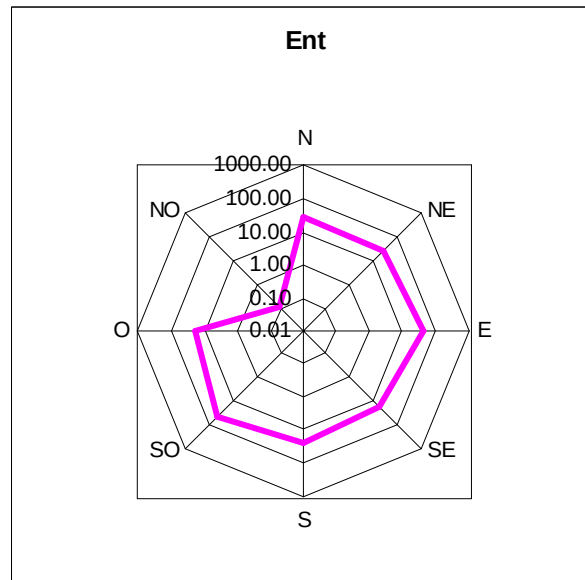


Figure 11 : Répartition des résultats ARS en entérocoques en fonction de la direction du vent

Les teneurs en *Entérocoques* mesurées sur la plage sont assez peu sensibles à la direction du vent (elles sont légèrement supérieures par vent du Sud Ouest), sauf qu'elles sont faibles par vent de Nord Ouest.

La contamination bactériologique n'est donc pas bien corrélée avec la direction des vents dominants.

2.6.5 Relation entre la fréquentation et la qualité bactériologique des eaux

Etant donnée l'absence d'information sur la fréquentation du site, les corrélations entre la fréquentation et la contamination bactériologique n'a pas pu être effectuée.

Cependant une approche par la température de l'air a été adoptée selon l'hypothèse (H1) où la fréquentation serait indirectement liée à la température de l'air.

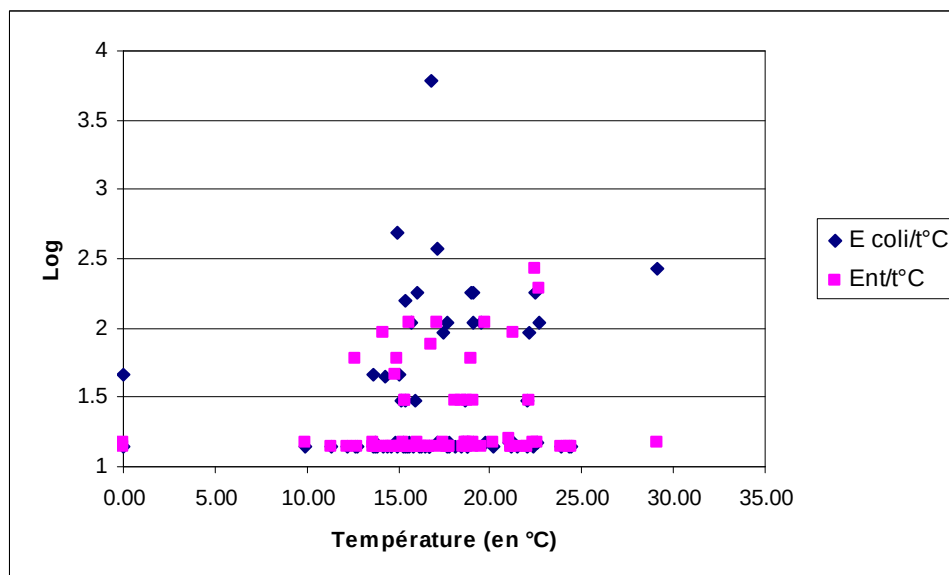
Pour l'analyse des corrélations entre la température de l'air et la contamination bactériologique nous avons utilisé les températures moyennes quotidiennes disponibles à la station météorologique de Magnanville entre 2000 et 2010.

Tableau 10 : Matrice de corrélation pour la température de l'air

	Température
<i>E.Coli</i>	0,12
<i>Entérocoque</i>	0,11

- La température l'air apparaît comme **très faiblement corrélée avec les analyses bactériologiques (*E.coli* et *Entérocoque*)**.

On représente ci-dessous les nuages de points obtenus en mettant en relation les données bactériennes dans la zone de baignade et la température quotidienne moyenne.

Figure 12: Relation entre la teneur en *Escherichia coli* et en *Entérocoque* et la température de l'air

La température de l'air n'explique pas les concentrations de germes fécaux dans la zone de baignade. Selon H1, la fréquentation du site ne permet pas d'expliquer la concentration en germes fécaux. La contamination trouvée ne serait donc en général pas inter-humaine.

2.6.6 Épisodes de dégradation avérés de la qualité bactériologiques de la plage

On cherche à associer dans la présente partie, chacun des dépassements des seuils de salubrité fixés par l'AFSSET avec les conditions météorologiques et de fréquentations disponibles.

Les épisodes de risque sanitaire avéré, qui ont été mesurés par l'ARS dans la zone de baignade concernant la base de loisir des Boucles de Seine sont recensées ci-dessous. Les données disponibles mettent en évidence un seul épisode de pollution entre 2000 et 2010.

Date	<i>E.coli</i>	Ent
27/08/2004	6100	77

Tableaux 11: Contexte entourant l'épisode de risques sanitaires mesurés entre 2000 et 2010 par l'ARS

Données de température et de vent :

Date	Température (en °C)	Dir_vent	Vit_vent (en m/s)
24/08/2004	16.8	O	11

Données pluviométriques (en mm) du jour et des jours précédents la mesure :

Date	PJ	PV	P-2j	P-3j	P-4j	P-5j
24/08/2004	6.6	0	1.6	0.4	1.4	1

Données cumulatives des pluies sur les jours précédents la mesure :

Date	Cum2j	Cum3j	Cum4j	Fréquentation
24/08/2004	6.6	8.2	8.6	-

Pour les mesures du 24/08/2004, le contexte des 4 jours précédent était de temps humide. **La contamination observée ici est seulement obtenue pour les *E.coli*.** Le cumul de pluie sur quatre jours atteint 8.6 mm dont 6.6 mm pour la pluie du jour.

Au regard de cette analyse du seul épisode de pollution avéré dans la base de loisirs des Boucles de Seine, il est difficile de conclure à un risque de pollution plus élevé que la normale par temps de pluie. On peut quand même lier l'épisode à la pluie du jour, ce qui pourrait suggérer une origine rapprochée de la contamination. Cela accrédite éventuellement l'origine possible en lien avec les oiseaux si ceux ci étaient alors nombreux sur la plage. Mais il est difficile de conclure.

2.6.7 Synthèse

Les points importants mis à jour par l'analyse des données sont rappelés dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Synthèse des corrélations entre les variables bactériologiques et météorologiques

	Corrélation avec la pluviométrie	Corrélation avec le vent	Commentaires
Boucles de Seine	Absence ou très faible pour toutes les situations pluviométriques	• Très faible corrélation avec la vitesse du vent • Vents d'Ouest dominants. • Direction Est : facteurs aggravants pour <i>E.Coli</i>. • Direction Sud Ouest : facteurs légèrement aggravants pour <i>Entérocoques</i>.	Saisons 2000 à 2010 : 1 seul dépassement du seuil de précaution de l'AFSSET. Lien éventuel avec la pluie du jour, mais source non identifiée D'une façon générale, peu de mise en cause du contexte météorologique et de la fréquentation

3

Diagnostic du fonctionnement du plan d'eau

Ce chapitre fait suite au travail réalisé dans le cadre du rapport de phase 1. Il s'agit ici d'étendre les informations et données fournies dans le rapport de phase 1 pour en faire un diagnostic global de fonctionnement, dans la perspective d'utiliser ces éléments de diagnostic dans l'évaluation des niveaux de risque, en premier lieu du risque de prolifération des cyanobactéries, et afin d'alimenter le rapport de phase 3 qui vise à identifier un programme d'actions afin d'améliorer la qualité des eaux et réduire les niveaux de risques.

3.1 Alimentation du plan d'eau

Le plan d'eau de Boucle de Seine est influencé par la Seine et sa nappe alluviale. En particulier, on constate que le niveau du plan d'eau suit avec 10 jours de retard les tendances de variations de niveau constatées sur la Seine. Cela ne signifie pas pour autant que la Seine alimente de façon conséquente le plan d'eau. Il faut interpréter ce résultat comme un élément dynamique. En effet, le plan d'eau est alimenté par la nappe, notamment de la craie. Celle-ci tend à s'écouler naturellement vers la Seine. Le plan d'eau est donc disposé en tampon entre la nappe et la Seine. L'écoulement le traverse puis rejoint la Seine. Quand le niveau de la Seine monte, et tant que le plan d'eau est au-dessus du niveau de la Seine, cela réduit le flux allant du plan d'eau vers la Seine, et le niveau du lac monte du fait des apports de la nappe. Quand le niveau de la Seine baisse, cela accroît l'écart de niveau entre le lac et la Seine et dope les flux du plan d'eau vers le fleuve, ce qui tend à faire baisser le niveau du lac.

Le seul cas de figure pour lequel de l'eau repasse de la Seine vers le lac est celui pour lequel le niveau dans la Seine est significativement au-dessus du niveau dans le lac. C'est le cas des crues. Sauf que les crues interviennent généralement en dehors de la saison estivale. On retrouve ici le même type de fonctionnement que ce que l'on observe sur le plan d'eau de gravière de Lery Pose plus en aval sur la Seine.

Il n'y a pas suffisamment de données pour caractériser les flux provenant de la nappe vers le plan d'eau. Mais, compte tenu de la taille du plan d'eau, il est

cependant probable que le temps de séjour soit relativement long, sans doute de l'ordre de l'année.

3.2 Fonctionnement du plan d'eau

Le diagnostic du fonctionnement du plan d'eau est réalisé sur la base des données récoltées dans le cadre de l'étude (dont un certain nombre sont déjà présentées dans le rapport de phase 1), et en particulier des études réalisées par I.D.Eau. De ce point de vu, les suivis réalisés par I.D.Eau sont incomplets, et partiellement inadaptés aux besoins d'un profil de baignade. Nous reviendrons en phase 3 sur les suggestions d'amendement des suivis réalisés.

En expertisant les éléments collectés, on peut dresser les principaux éléments de fonctionnement du plan d'eau :

- La température est fortement variable en été à la surface du lac. Par ailleurs, la profondeur maximale du lac est largement suffisante pour que s'installe une stratification thermique verticale. Cela laisse à entendre qu'il y a une stratification thermique verticale, mais que celle ci est temporaire et intermittente pendant l'été. Dans nombre de suivis, seules les températures de surface ont été suivies. Des autres, la plus forte amplitude mesurée est de 3,3°C.

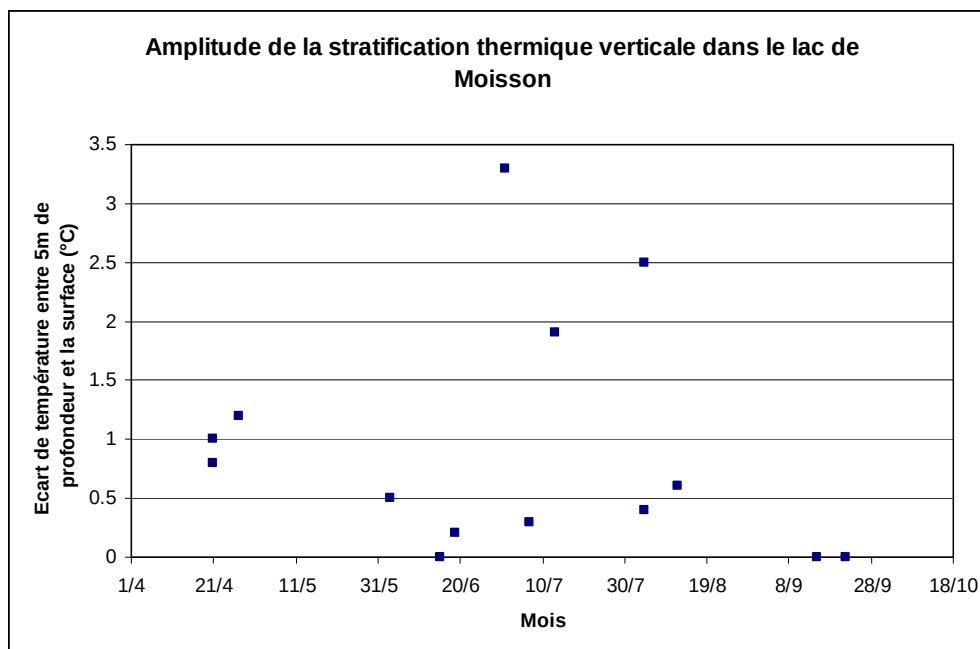


Figure 13: Amplitude de la stratification thermique verticale dans le plan d'eau de Moisson

- Cela conduit à des conditions de développement phytoplanctonique variables suivant que l'on ai ou pas une stratification thermique. Cela

impacte également les échanges eau sédiment au fond du plan d'eau, avec des phases de relargage probables et des phases de remise à disposition des nutriments relargués.

- La transparence de l'eau est médiocre en été. Les minimums varient de 30 cm à 1,5m. Leur moyenne est de 1m. Les transparences les plus faibles sont celles correspondant aux pics de prolifération phytoplanctoniques, ce qui est assez logique. On perçoit des variabilités fortes de cette transparence, qui est donc très dépendante de la biomasse phytoplanctonique, elle-même étant très dépendante de la météorologie et donc du soleil et de la température, mais aussi de la compétition que le phytoplancton livre avec les macrophytes. En l'occurrence, l'été 2011 a été atypique, avec une mauvaise météorologie, qui a conduit à une bonne transparence ponctuelle (jusqu'à 4m en août 2011), et l'année 2012 a également été très particulière, avec un début d'été maussade auquel a succédé une fin d'été plus chaude. La transparence est un bon intégrateur de cet impact, même si cet effet n'est qu'indirect. Tant que la météorologie est mauvaise, la transparence est bonne et les macrophytes dominent. Dès que la température et l'ensoleillement remontent, il s'installe une légère stratification thermique et chimique verticale. Celle-ci s'accompagne d'une meilleure compétitivité pour les cyanobactéries qui font des poussées aiguës entre les mois d'août et de septembre. On peut voir que la crise d'août 2012 a été brutale par la baisse rapide de la transparence, celle-ci passant de 3m le 7 août à 35cm le 13 août.

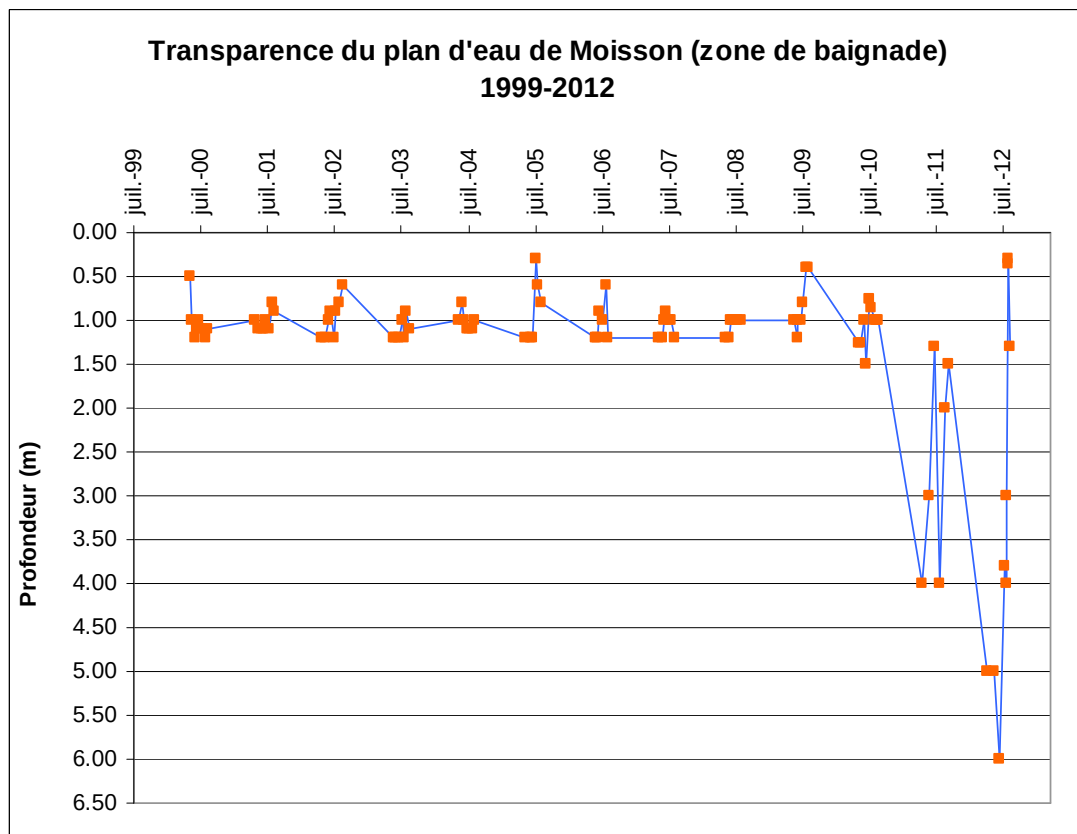


Figure 14: Transparence mesurée par l'ARS au disque de Secchi sur la zone de baignade du lac de Moisson (Boucles de Seine)

- La série présentée ci avant a été étendue en intégrant les suivis réalisés par I.D.Eau en 2011 et 2012. Ce type de variation est caractéristique.
- On peut faire le même exercice pour le pH, et on obtiendra la encore des réponses explicatives, pour autant que l'on croise ces données entre elles. La figure suivante montre que l'on assiste depuis quelques années à un accroissement des pics de pH, qui traduisent un accroissement des pics de production primaire. Ces pics sont caractéristiques d'une eutrophisation croissante du plan d'eau. La question qui se pose à ce stade est celle de la cause de cette dérive.

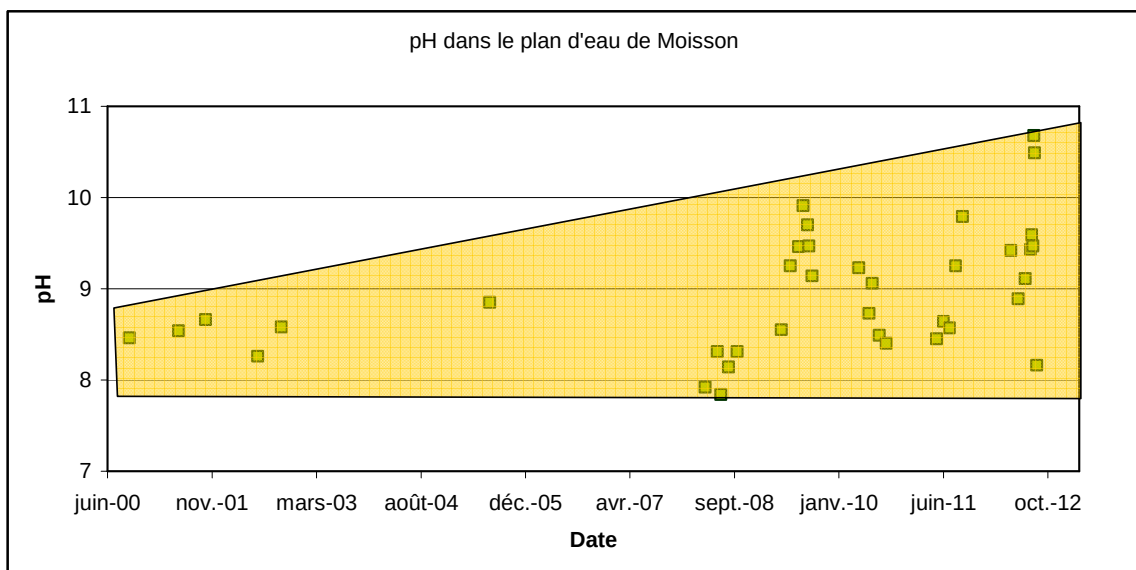


Figure 15 : Mesures de pH réalisées par l'ARS dans la zone de baignade du plan d'eau de Moisson (Boucles de seine)

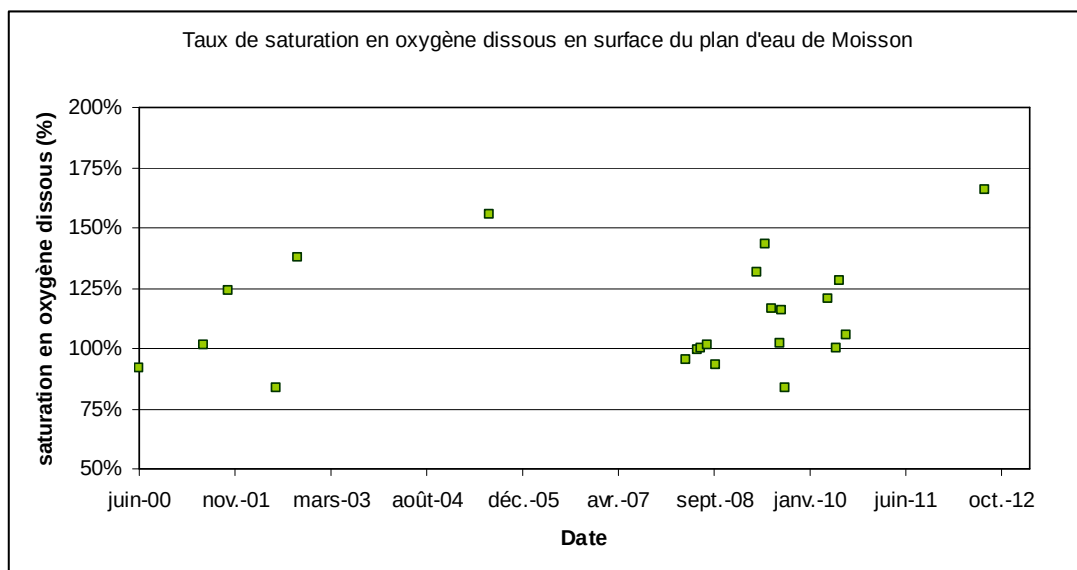


Figure 16 : Taux de saturation en oxygène dissous en surface du plan d'eau de Moisson (Boucles de seine)

- La teneur en oxygène dissous est aussi un élément intégratif. Il traduit l'équilibre entre la production primaire et la dégradation des matières organiques, mais est aussi impacté par les échanges verticaux, notamment à l'interface air eau et à l'interface eau sédiments. Les teneurs maximales obtenues en surface du lac montrent des sursaturations régulières en été. Celles ci ne sont pas d'une amplitude s'accroissant avec le temps. Cette sursaturation est à la fois le résultat de la production primaire des macrophytes, mais aussi du phytoplancton. C'est la biomasse

macrophytique qui impacte manifestement le plus cet équilibre dans la durée, ce qui est logique car elle domine la plupart du temps dans sa compétition avec le phytoplancton. On assiste à des inversions de saturation en oxygène dissous sur la verticale, qui caractérisent cette situation. Les zones profondes du plan d'eau sont en anoxie, dès lors qu'elles ne sont pas dans la zone photique et dès lors qu'il y a une légère stratification (comme le montre l'analyse des résultats de la journée du 3 Juin 2009 (voir figure suivante)). C'est ce qui se passe au delà d'une profondeur de 5 m dans la partie profonde du lac.

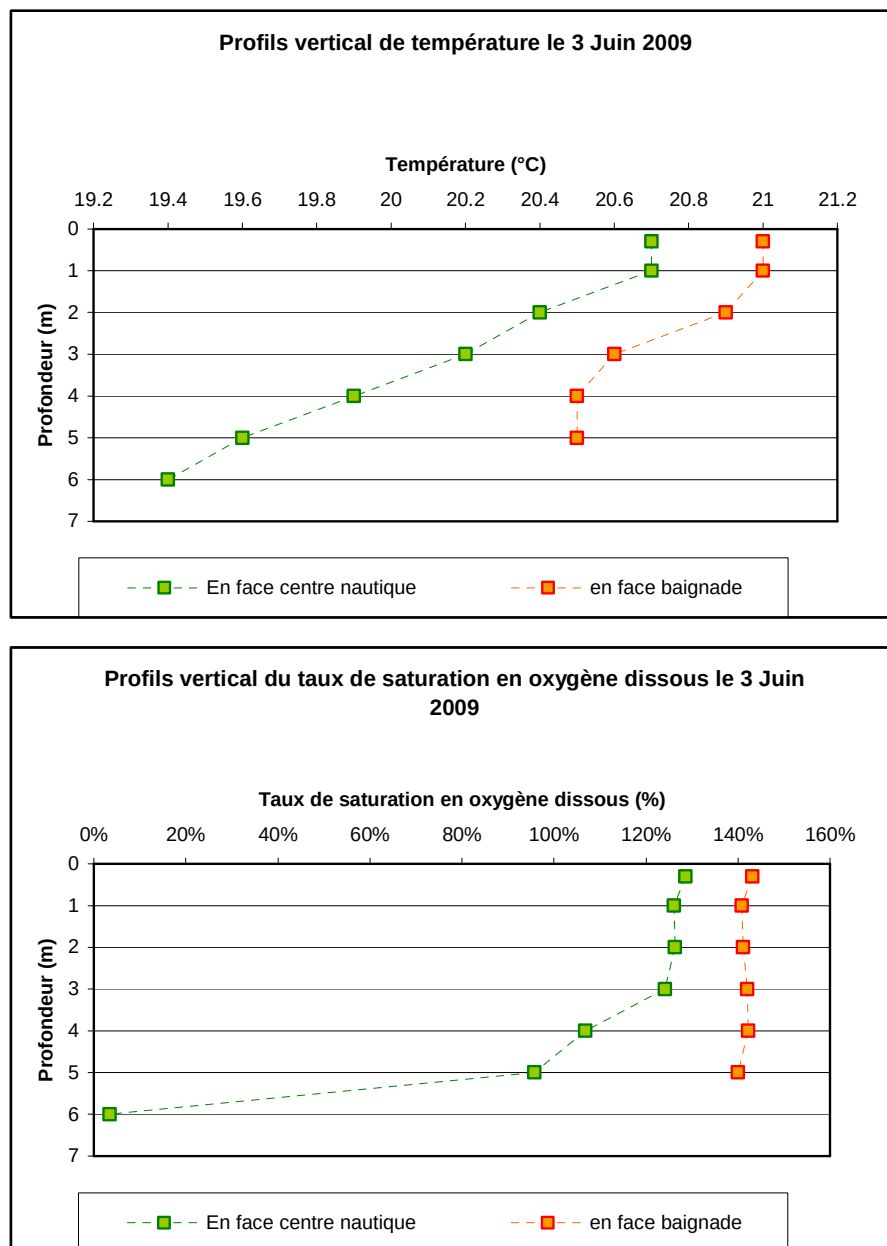


Figure 17 : Profils verticaux de température et de saturation en oxygène dissous mesurés le 3 Juin 2009 dans le plan d'eau de Moisson (Boucles de seine)

- Les teneurs en éléments nutritifs sont assez variables dans le temps. La dynamique des teneurs en nitrates et ammonium laisse à entendre que les pics d'azote sont directement liés aux apports du bassin versant, sauf quand il y a un débordement de la Seine, auquel cas, les apports de la Seine prennent largement le pas sur les autres apports.
- Nous reparlerons spécifiquement de la situation des crues de la Seine. Si on exclu ces cas particuliers, les teneurs en azote dans l'eau sont relativement faibles du printemps à l'automne. Cela traduit les prélèvements effectués par la biomasse de macrophytes. Cela induit une raréfaction des nutriments en phase aqueuse qui permet aux macrophytes de se développer dès le printemps sans impact significatif de l'ombrage causé par le phytoplancton. La teneur en phosphore est également impactée par ces prélèvements, mais dans une moindre mesure. En effet, la teneur en orthophosphates n'est généralement pas limitante pour la production primaire (la teneur moyenne est de 27 $\mu\text{g P-PO}_4/\text{l}$ sur les suivis réalisés par I.D.Eau qui sont pourtant exclusivement réalisés entre fin avril et début octobre). A contrario l'azote minéral peut être limitant. De telles situations sont particulièrement favorables à la prolifération de cyanobactéries fixatrices d'azote atmosphérique, et c'est donc fort logiquement ce qui se passe.
- La plupart des paramètres classent le plan d'eau en plan d'eau eutrophe, mais pour lever l'ambiguïté liée à l'impact des macrophytes, il conviendrait que des mesures des teneurs en nutriments soient faites en hiver.
- Les sédiments ont des teneurs plutôt moyennes à fortes en nutriments et composés organiques (en moyenne de 2,6 g N/kg MS, 1,3 g $\text{P}_2\text{O}_5/\text{kg MS}$, 53 g MO/kg MS). On note plus particulièrement le phosphore comme l'élément le plus richement trouvé dans les sédiments. Par ailleurs, la qualité du sédiment varie de façon conséquente avec le temps, ce qui prouve que ce sédiment sert abondamment de réserve de nourriture pour les macrophytes. Ainsi les teneurs varient de 1,1 à 3,1 g N/kg MS, de 0,2 à 3,9mg $\text{P}_2\text{O}_5/\text{kg MS}$, et de 31 à 88 mg MO/kg MS. Encore une fois, c'est sur le phosphore que la variabilité est la plus forte, ce qui traduit bien que cet élément joue un rôle particulier.
- Il est probable que l'on a des phases de relargage du phosphore lors de conditions d'anoxie estivales dans les zones profondes du plan d'eau, ce qui conduit alors à soutenir la croissance de la biomasse de cyanobactéries en Août et début septembre.
- Dans sa composition et dans sa biomasse, le phytoplancton est très dépendant des teneurs en éléments nutritifs, de la température et de la lumière disponible. Dans le cas du plan d'eau de Moisson, on voit l'impact

significatif de la compétition entre le phytoplancton et les macrophytes. La succession type est la suivante :

- o On trouve majoritairement des diatomées et plus ponctuellement quelques cryptophycées et chrysophycées au printemps. La biomasse est quantitativement faible, car les nutriments manquent.
- o On assiste parfois en juin à quelques pics de Dinophycées opportunistes et résistantes au stress.
- o À partir de juillet, la biomasse est significativement composée de cyanobactéries, accompagnée de chlorophycées. Cette biomasse de cyanobactérie peut devenir très abondante en fin d'été (août – septembre) et elle tend alors à représenter la quasi totalité du phytoplancton. La sénescence d'une telle biomasse peut conduire au développement d'euglénophycée (donc en toute fin d'été).

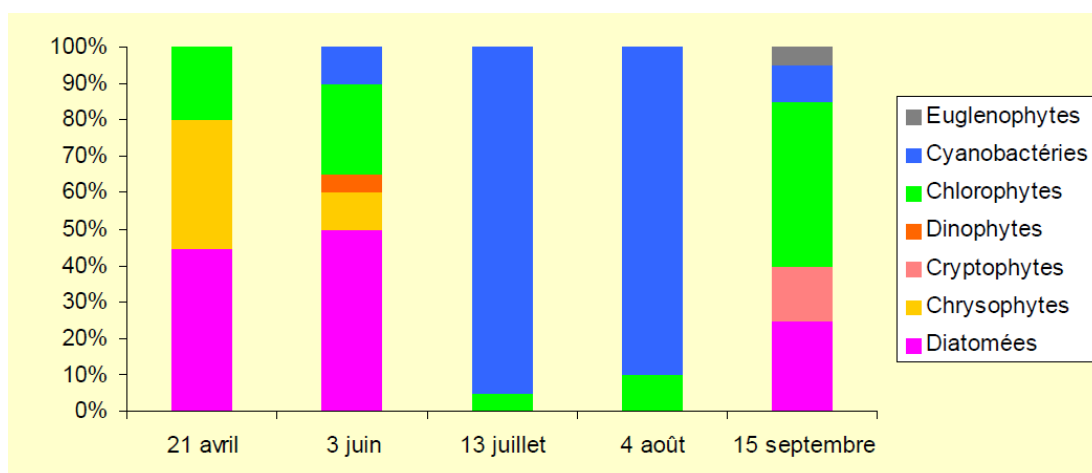


Figure 18 : Répartition (en pourcentage de cellules) des peuplements phytoplanctonique en 2009 dans le plan d'eau de Moisson (I.D.Eau)

- Les cyanobactéries sont essentiellement composées des genres suivants : *anabaena*, *aphanizomenon*, et *microcystis*, et en particulier des deux premières qui ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique. Ces trois genres sont potentiellement toxiques. Les dénombrements peuvent dépasser les seuils d'alerte. En 2012, on a dépassé le seuil de 100 000 cel/ml qui impose un arrêt de la baignade indépendamment des analyses de toxicité.

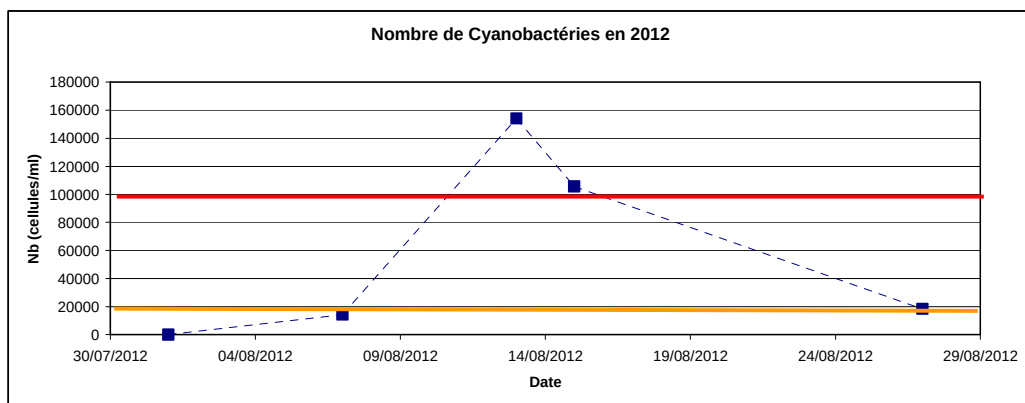


Figure 19 : Dénombrement des cyanobactéries mesurées en Août 2012 dans le plan d'eau de Moisson (boucles de seine)



Figure 20 : Cyanobactérie dans le plan d'eau de Moisson (I.D.Eau)

➤ Concernant les macrophytes, les espèces communément rencontrées sont les suivantes :

- o *Myriophyllum spicatum* ;
- o *Potamogeton* (plusieurs espèces) ;
- o *Callitriche*, depuis quelques années ;

- o *Ceratophyllum demersum* (depuis quelques années) ;
 - o *Charophyceae* ;
 - o *Valisneria spiralis* ;
 - o *Spyrogyres* et des macro-algues filamenteuses.
- On constate une grande variabilité dans le temps (à la fois d'une année sur l'autre et au cours des saisons) des peuplements macrophytiques, avec des phases de fortes colonisations et des phases de faibles recouvrements. Ces différences sont notablement liées aux différences climatiques. Mais elles sont également dépendantes d'autres facteurs environnementaux comme le broutage, les apports nutritifs, la température de l'eau, la compétition entre végétation aquatique fixée. Ainsi des espèces nouvelles non présentes au début des années 2000 sont apparues, puis ont disparu. C'est le cas de *Lagarosiphon major*, *Elodea nuttallii*, ou de *Potamogeton lucens* et *natans* par exemple. D'autres sont apparues récemment (*Ceratophyllum demersum*, *callitriche*, ...) et restent présentes.
- La plupart de ces espèces sont caractéristiques d'un milieu eutrophe, d'une plus ou moins forte affinité pour les éléments nutritifs, qu'elles peuvent consommer soit dans la phase aqueuse, soit depuis le sédiment, et elles sont fixées pour la plupart sur les sédiments. Elles diffèrent par leur taux de croissance, certaines étant plutôt des pionnières, d'autres à croissance plus lente. Elles diffèrent également par leur besoin de lumière et par la longueur de leur tige, ce qui conduit à une répartition spatiale dépendante de la profondeur de la colonne d'eau. Dans l'environnement spécifique du lac de Moisson, *Myriophyllum spicatum* est globalement favorisée et c'est la raison pour laquelle cette espèce est retrouvée depuis 12 ans de façon récurrente.



Figure 21 : Canopée flottante dans le plan d'eau de Moisson (I.D.Eau)

3.3 Impact d'une crue de la Seine et de l'ouverture éventuelle d'une liaison entre le plan d'eau de Moisson et la Seine

L'analyse des données collectées permet de faire ressortir certaines spécificités d'une crue de la Seine. Une crue importante conduit à ce que la Seine coule dans le plan d'eau, ce qui conduit à un mélange en proportion notable entre les eaux de la Seine et celles du lac. On peut donc s'attendre à ce que la qualité de l'eau du lac soit dégradée pendant cette crue. Si on suppose qu'une crue intervient préférentiellement entre l'automne et le début du printemps, et que l'on regarde plus spécifiquement les paramètres qui nous intéressent, on peut dresser le diagnostic suivant :

- Il y a un accroissement temporaire des matières organiques. Celles-ci tendent rapidement à être minéralisées, et cette oxydation doit intervenir en principe avant l'ouverture de la baignade ;

- Il y a un accroissement temporaire des teneurs en germes fécaux, en virus et en parasites. L'ensemble de cette contamination microbiologique doit logiquement subir ensuite une baisse du fait de la décantation, de la prédation et de la mortalité. En toute logique, cette contamination microbienne devrait avoir notablement régressé avant l'ouverture de la baignade ;
- Le principal sujet d'inquiétude tient dès lors aux éléments nutritifs. Les concentrations en azote (notamment en nitrates) et en phosphore, sont très nettement supérieures dans la Seine à ce qu'elles sont normalement dans le plan d'eau de Boucle de Seine (on peut tabler sur une qualité moyenne de la Seine à Poissy qui était en 2011 de 25 mg NO₃/l en nitrate, un peu plus de 1,3mg NH₄/l en ammonium, et 0,16 mg P /l en phosphore total). Sur la base d'un temps de séjour de l'ordre de l'année (approximation par défaut), on peut donc s'attendre à ce que les teneurs en nutriments soient durablement élevées, et perturbent le plan d'eau jusqu'à l'automne suivant. On peut notamment escompter une croissance plus importante de la biomasse phytoplanctonique, avec notamment une proportion plus forte de chlorophycées par rapport au fonctionnement habituel, en période estivale.

Il se trouve que justement nous disposons d'une crue de la Seine, intervenue le 26 mars 2001 avec submersion complète de la digue et donc du lac. Il est intéressant d'ausculter les résultats du suivi réalisé par I.D.Eau le 25 mai 2001 qui est le premier suivi post crue réalisé. Quel diagnostic peut on en faire avec un regard critique (et qui n'a été fait que de façon partielle à l'époque) :

- Les teneurs en nutriment sont notablement supérieures à celles obtenues sur les autres suivis réalisés par I.D.Eau. Les teneurs en azote (0,3 mg N-NH₄/l et 1,8mg N-NO₃/l) sont très supérieures et en grand décalage avec ce qui est la situation normale du lac. Il en va de même pour la teneur en orthophosphates (0,1mg P-PO₄/l) et ce paramètre classe le plan d'eau comme eutrophe à hyper-eutrophe, à des valeurs non retrouvées depuis dans les analyses disponibles.
- Le retour à la teneur habituelle n'est que progressive et se fait pendant l'automne. Cela accrédite au passage l'hypothèse d'un temps de séjour de l'ordre de 6 à 12 mois et non de l'ordre du mois.
- La teneur en nutriment au sein des sédiments est atypique en mai 2001, avec une teneur particulièrement faible en phosphore (0,2 g P₂O₅/kg MS) avant un retour à une valeur plus classique de ce plan d'eau en octobre (2 g P₂O₅/kg MS).

- On note également un peuplement phytoplanctonique atypique de ce début de saison. La présence de quantités importantes de chlorophycées est conforme à l'hypothèse que nous avons faite, et qui traduit un accroissement temporaire du degré trophique du plan d'eau. Cet accroissement trophique se traduit aussi par la présence de cyanobactéries (*aphanizomenon*). Leur développement fait certes suite à une période ensoleillée et chaude, mais elles n'apparaissent habituellement sur ce plan d'eau que plus tardivement, et on peut supposer que ce développement est lié à la conjonction de teneurs significatives en nutriments, de conditions météorologiques favorables et à une moindre compétition avec les macrophytes.
- Ces dernières sont faiblement représentées. Et il y a une raison évidente à cette situation. Les principales espèces qui étaient rencontrées en 2000 sont des espèces gênées par les forts marnages. Or, la crue de la Seine de 2001 a conduit à une remontée rapide et durable du niveau du plan d'eau. Ainsi, en mai 2001, le niveau d'eau était 2m au dessus du niveau habituel, ce qui ne pouvait qu'avoir un impact fort sur le développement des macrophytes, sauf à proximité du bord. Il n'est pas besoin de faire appel au broutage par les poissons pour expliquer ainsi la régression des macrophytes.
- Le phytoplancton était donc placé dans un environnement propice, avec des macrophytes diminués, de fortes teneurs en nutriments et une météorologie favorable.

On peut donc conclure qu'une crue de la Seine conduit à un accroissement temporaire du niveau d'eutrophisation du lac, qui perdure jusqu'à l'automne. L'année suivante marque un retour probable à la normale.

Une fois établi ce constat, on se doit de commenter la suggestion envisagée par certains d'ouvrir une connexion entre le lac de Moisson et la Seine. Une telle connexion permanente conduirait :

- À un accroissement significatif du niveau trophique du lac ;
- À une stratification thermique des eaux plus marquée en été,
- À une nette décroissance des peuplements macrophytiques dans la durée, ces derniers étant alors remplacés dès le printemps par de forts peuplements phytoplanctoniques ;
- À une anoxie en fond de plan d'eau en été, celle ci conduisant à des relargages plus ou moins forts de nutriments, et à des teneurs non négligeables en ammonium ;

- Ces éléments pourraient avoir des impacts ponctuels sur les peuplements de poissons en causant des épisodes occasionnels de mortalité ;
- À un abaissement de la transparence de l'eau en deçà de ses valeurs actuelles, et durablement sous 1m en saison estivale ;
- À des teneurs en bactéries, virus, et parasites notablement supérieures aux teneurs actuelles. Ces teneurs rendraient la baignade impossible, d'autant que ces concentrations seraient à la merci des flux provenant de la Seine.

En conclusion sur ce point, on ne peut que **recommander de ne pas ouvrir de liaison entre le lac de Moisson et la Seine**, sauf à vouloir fermer la baignade et limiter certaines activités nautiques en contact avec l'eau.

4

Définition des niveaux de risques

Dans la présente partie du rapport, on étudie successivement les niveaux de risques pour les quatre grandes classes de risques que sont :

- Le risque de contamination bactérienne liée aux activités anthropiques ;
- Le risque de contamination par les animaux ;
- Le risque de prolifération des cyanobactéries ;
- Le risque de contamination inter-humaine.

Les quatre types de risque sont analysés plus avant ci après pour le lac de Moisson.

4.1 Risque de contamination bactérienne anthropique (E Coli et entérocoques)

Le plan d'eau de Boucle de Seine est apparu à l'issue de la caractérisation des flux de pollution comme éloigné des sources potentielles significatives de pollutions liées à l'assainissement collectif (réseau et station d'épuration) et non collectif.

En revanche, les exutoires d'eaux pluviales sont une source de pollution à considérer. A ce titre, les apports potentiels de l'étang de Lavacourt peuvent augmenter la contamination du plan d'eau de Moisson. Heureusement les liaisons entre ces deux plans d'eau sont fermées.

Les éventuelles pollutions apportées par la Seine sont conditionnées par des épisodes de crues se déversant dans le plan d'eau, mais elles sont rares et plutôt en hiver, donc loin des périodes de baignade estivales. On peut supposer que si des contaminations bactériennes arrivent dans le plan d'eau à ces occasions, leur effet restera limité sur la qualité bactériologique des eaux entre juin et septembre.

Les sources de pollution diffuses identifiées en phase 1 ne sont pas impactantes d'un point de vue bactériologique.

Concernant les risques liés aux pollutions ponctuelles ou accidentelles, le plan d'eau peut potentiellement collecter les eaux de pluie. D'ailleurs, le plan d'eau apparaît comme sujet à la contamination par ruissellement de la zone locale en cas de forte pluie, mais le lien entre les teneurs en *Escherichia Coli* et entérocoques intestinaux et la pluviométrie n'est pas flagrant.

Si les corrélations entre la fréquentation et la contamination n'ont pas été mises en évidence, il n'empêche que les pics de fréquentation sont potentiellement sources de pollutions bactériologiques. Par ailleurs, cette source de pollution doit être mise en perspective avec l'évolution de la fréquentation du plan d'eau notamment lors des jours de grand beau temps et le week end (ce point est réabordé ci après).

Pour conclure sur ce point, le risque de contamination bactérienne lié aux activités anthropiques est présent, même s'il n'est pas critique.

4.2 Risque de contamination par les animaux

Plusieurs sources de contamination ont été évoquées. Concernant les risques spécifiques liés aux contaminations par les animaux, on peut dresser le constat suivant :

- Il y a des ragondins sur la base de loisir, mais ils ne sont pas directement localisés à proximité de la plage. Ils sont de l'autre côté du lac, entre le plan d'eau et la Seine, donc loin des zones de baignade. Cela se comprend à la fois par la pente du terrain aux abords de la baignade, et par l'absence de végétation bordant la zone de baignade. On peut donc conclure que le risque de leptospirose est limité sur la plage et à ces abords, dans l'état actuel de fonctionnement de la baignade. Cependant, il conviendra de garder une surveillance de ces populations de rongeurs qui peuvent évoluer dans le temps et devenir un facteur de risque ;
- Les risques spécifiquement liés à la présence des chiens sont partiellement circonscrits par l'interdiction d'accès des chiens à la zone de baignade. Mais une certaine vigilance est de rigueur à ce sujet. Pour le reste du plan d'eau, la tenue en laisse est en revanche plus difficilement applicable sans une surveillance active et l'expérience montre que ce type de réglementation est quasi-impossible à appliquer, car les propriétaires de chiens considèrent les bords de plans d'eau comme des terrains de jeu pour leurs chiens et seule une minorité des chiens y est généralement effectivement tenue en laisse. Le risque de contamination par les animaux domestiques restent globalement faibles pour autant qu'ils soient dispersés spatialement ce qui est généralement le cas, et d'autant plus que le plan d'eau est grand ;
- Il n'y a pas d'élevage sur le bassin versant du plan d'eau, et on peut donc supposer que les risques parasitaires associés sont limités, sauf lors des

crues de la Seine, mais la baignade n'est pas ouverte à ces occasions et pendant les semaines qui suivent ;

- La présence d'oiseaux sur le plan d'eau de la base est avérée et a été problématique par le passé en termes de qualité des eaux de baignade pour la bactériologie (avec notamment un grand nombre de mouettes en 2004 qui pourrait avoir conduit au pic bactériologique de l'époque). Les mouettes ont régressé et restent éloignées de la zone de baignade. Dans l'état actuel, elles ne constituent pas un risque critique de contamination, mais leur population devra être surveillée au cas où elles reviendraient en nombre s'installer sur le plan d'eau.
- Par contre, on constate désormais la présence d'oies bernaches et de cygnes, à proximité de la baignade. **Ces oiseaux apportent des contaminations bactériennes directement sur la plage** et à proximité de la baignade. La quantification faite montre que les flux correspondant sont loin d'être négligeables car ils arrivent directement dans la zone de baignade. Il y a donc un facteur de concentration comparativement aux autres sources de bactéries plus diffuses ou lointaines.
- Par ailleurs, ces oiseaux sont potentiellement porteurs des cercaires. Si on analyse les facteurs de risque de présence de cette maladie, il apparaît que :
 - Ces oiseaux aquatiques sont porteurs potentiels des cercaires ;
 - Ils ont tendances à venir à proximité de la plage et peuvent donc y apporter les parasites ;
 - Il y a de la végétation aquatique qui se développe sur tout ou partie du lac, et notamment le long des berges à proximité de la plage, et celle-ci peut héberger les mollusques dont certains constituent les hôtes intermédiaires de ce parasite ;
 - Aucun cas de dermatite cercarienne n'a été recensé, et c'est assez logique car la présence des oies bernaches et cygnes à proximité de la zone de baignade est récente.
- On peut donc en conclure **qu'il y a un risque potentiel de dermatite cercarienne**, même si ce risque ne s'est pas encore concrétisé par des épisodes de contamination humaine suffisamment forte pour être décelé, et même si ce risque reste pour l'instant modéré.
- Afin d'y voir plus clair sur la présence ou pas de cercaires, un suivi spécifique gagnera à être réalisé. Ce point sera réabordé dans le cadre du rapport de phase 3.



Figure 22: Plage du plan d'eau des boucles de Seine (I.D.Eau) et cygnes sur ce même plan d'eau

- Au titre des risques, il y a le problème de **prolifération de la chenille processionnaire du chêne**. Un épisode d'allergie a eu lieu en 2011 dans le secteur Sud bordant le plan d'eau (300 personnes affectées sur 600 jeunes), et a conduit le gestionnaire de la base de loisir à traiter à deux reprises ce secteur (utilisation de BASIL). Il est à noter que la contamination ne concerne pas que la base de loisir, ce qui rend l'effet du traitement limité dans le temps. Ce traitement utilisé préventivement au printemps a cependant donné des résultats satisfaisants en 2012. **Ce risque est avéré et devrait perdurer**. Il conviendra dans le cadre de la phase 3 d'aborder ce sujet.

4.3 Étude du potentiel de prolifération des algues et des cyanobactéries

Si on s'appuie sur l'analyse du fonctionnement du plan d'eau présentée au chapitre 3, on peut faire les constats suivants :

- Or cas de crue de la Seine, les flux d'éléments nutritifs sont essentiellement liés aux apports des eaux souterraines, via les apports diffus à travers les sédiments. A cela s'ajoute les matières organiques apportées par les oiseaux et par les pêcheurs (appâts). L'élément important est la relativement faible concentration globale en composés azotés. Ces flux sont partiellement captés par les macrophytes disposés sur une partie du fond du plan d'eau.
- Les teneurs en phosphore classent le plan d'eau en plan d'eau plutôt eutrophe.
- Les macrophytes tendent à se développer dès le printemps et captent une partie notable des éléments nutritifs présents dans la colonne d'eau. Ils s'appuient également sur les nutriments présents dans les sédiments pour maintenir une forte biomasse, et lorsque la turbidité se dégrade, certains macrophytes produisent une canopée affleurante qui leur permet de s'affranchir partiellement de la turbidité de l'eau pour poursuivre leur croissance.
- Les conditions sont également propices au développement d'une biomasse de cyanobactéries fixatrices d'azote atmosphérique qui se manifestent en seconde moitié de l'été, lorsque les conditions météorologiques sont favorables. Il peut y avoir alors des dérèglements notables de la qualité de l'eau de surface, avec formation de fleurs d'eau à cyanobactéries potentiellement toxiques. Les teneurs en cyanobactéries peuvent alors être supérieures aux seuils de risque pour les activités de baignade, voire pour les activités nautiques au sens général. Le seuil de 100 000 cel/ml a été dépassé dans les dernières années.

Sur cette base, on peut conclure **qu'il y a effectivement un risque avéré et critique de prolifération de cyanobactéries potentiellement toxiques**, même s'il ne se manifeste pas avec la même ampleur tous les ans.

Il conviendra de maintenir une surveillance appropriée par rapport à ce développement de cyanobactéries, qui sera également abordée en phase 3 de l'étude.

4.4 Risque de contamination interhumaine

La contamination interhumaine des eaux croît avec la fréquentation de la plage et peut présenter un risque en cas de densité importante de baigneurs dans l'eau.

En effet, les baigneurs amènent des pollutions dans l'eau de baignade et sur la plage.

Afin d'identifier quel est le niveau de risque, il convient de prendre en compte à la fois la fréquentation, en particulier dans l'eau, mais aussi d'autres éléments spécifiques à la zone de baignade, à savoir :

- Le volume de la zone de baignade ;
- Le degré de confinement de l'eau dans cette zone, et l'existence ou pas d'une circulation d'eau.

Afin d'appliquer cette approche à la zone de baignade, les hypothèses simplificatrices suivantes ont été considérées :

- Nous disposons d'un ordre de grandeur de fréquentation de la plage sur la base du retour d'information du questionnaire de la baignade, mais il est plus compliqué d'estimer le nombre de personnes présentes à un instant donné dans l'eau. D'après le questionnaire de baignade on peut supposer qu'environ 250 baigneurs au maximum sont présents au même moment dans l'eau ;
- On calcule le volume de la zone de baignade par une triangulation simplifiée et on obtient un volume d'environ 2000m³.

Sur ces bases, on peut faire le constat suivant. Dans la zone de baignade en cas de pic de fréquentation, le volume par baigneur est estimé à 8 m³ en valeur moyenne. Il est communément admis qu'il y a risque de contamination inter-humaine si l'on ne dispose pas d'au moins 20 m³ par baigneur. Cette valeur de 8m³ par baigneur est donc nettement en dessous du seuil requis. Cela étant, la zone de baignade est très ouverte car elle est disposée au milieu d'une cote linéaire et le vent et les courants tendent à mélanger cette eau avec le reste du lac. Par ailleurs, la pente de la plage est forte et on arrive rapidement à des zones profondes, ce qui facilite le mélange des eaux (mais aussi les pertes de sable ce qui constitue au passage un des problèmes du questionnaire de la plage).

Considérant ces différents constats, on peut conclure qu'il y a un **risque occasionnel** de contamination inter-humaine dans la zone de baignade. **Ce risque est cependant limité**, car sinon il aurait été mis en évidence dans l'analyse des données bactériologiques. Mais il est quand même rémanent. Afin de confirmer l'occurrence de ce risque, il conviendrait de mettre en place un suivi régulier des paramètres bactériologiques dans la zone de baignade pour la saison touristique 2013. Le détail du programme de suivi sera présenté en phase 3.

Ce risque devrait perdurer dans les années à venir pour autant que la fréquentation reste stable. La phase 3 devra déterminer s'il est possible de réduire ce risque.

5

Perspective d'évolution des risques

Cette partie consiste à réfléchir, sur une perspective d'une dizaine d'années, à l'évolution du contexte environnant du plan d'eau et aux conséquences sur la qualité des eaux de baignade.

Tout d'abord, il est important de rappeler qu'aujourd'hui le plan d'eau et en particulier la plage ne sont pas soumis à des flux de pollution d'eaux usées. Par contre il peut y avoir ponctuellement des flux d'eaux pluviales. Par ailleurs, la zone d'influence de la plage ne contient que très peu de parties urbanisées. Aucun projet d'extension d'urbanisation ou d'assainissement ne nous a été communiqué. Le seul projet envisagé est celui du remplacement de la fosse septique du camping par une station d'épuration, mais ce projet devrait peu impacter le lac de Moisson.

Ainsi, la situation des flux d'eaux usées vers le plan d'eau ne devrait pas évoluer à l'horizon 2015-2020 sauf si les réseaux et ouvrages d'assainissement de la base se dégradent et présentent des dysfonctionnements.

Par contre, il est envisagé de modifier la baignade car cette zone est trop petite au regard de la fréquentation, d'une part, et du fait du marnage du plan d'eau (qui réduit encore cette zone à l'étiage estival). Il est bien évident que si la baignade devait être déplacée ou agrandie, il conviendrait de tenir compte des problématiques de qualité d'eau et des différents risques potentiels avant d'engager ces modifications.

Les principaux risques identifiés sont en partie liés à des facteurs environnementaux, externes aux activités humaines, si on excepte le risque de contamination inter-humaine qui est directement dépendant de la densité de baigneurs sur la zone de baignade et de sa géométrie. Ce risque devrait perdurer sauf si l'activité de baignade baissait en fréquentation, ou si la baignade était agrandie.

Concernant les autres risques, trois points doivent retenir notre attention :

- les contaminations (bactéries, cercaires) véhiculées par les oiseaux aquatiques. Ce risque n'est pas avéré pour les cercaires, mais potentiel. L'évolution des populations d'oiseaux aquatiques est éminemment variable

dans le temps et difficilement prévisible, mais la tendance va plutôt dans le mauvais sens, avec un accroissement des populations d'oies bernaches et cygnes et leur installation à proximité du site de baignade. Il conviendra d'évaluer en phase 3 les moyens d'action à mettre en œuvre pour limiter ce risque ;

- le risque de nuisance lié à la processionnaire du chêne. La encore, un point devra être fait lors de la phase 3 et avec le gestionnaire de baignade pour évaluer la tendance actuelle et les mesures à mettre en œuvre le cas échéant ;
- enfin et surtout le risque de prolifération des cyanobactéries. Ce risque est avéré et critique. Le plan d'eau est eutrophe, et ce niveau d'eutrophisation est totalement dépendant des apports, qu'ils proviennent du bassin versant ou de la Seine. Il n'y a donc que peu de raisons que le niveau trophique baisse car il n'y a que peu de moyens d'actions sur ces deux sources de pollution. Par ailleurs, il y a de plus en plus fréquemment formation de fleurs d'eau à cyanobactéries entre les mois d'août et de septembre. Le développement et la domination des cyanobactéries est totalement dépendant de la météorologie, d'une part, et du développement des macrophytes d'autre part. Nous attirons l'attention sur le fait qu'un appauvrissement de la biomasse de macrophytes se paiera directement par un accroissement concomitant de la biomasse de cyanobactérie. Il conviendra d'évaluer en phase 3 ce qu'il convient de mettre en place. Mais tout porte à croire que ce risque de prolifération des cyanobactéries restera dans le futur immédiat.

6

Synthèse du diagnostic

Le travail réalisé au cours de cette phase 2 a permis d'appréhender le fonctionnement du plan d'eau de Moisson sur la base de loisir des boucles de Seine, et de dresser un état des risques au droit de la baignade et des perspectives d'évolution de ces risques dans le temps.

Les principales conclusions sont présentées ci-après.

La plage est disposée sur la berge ouest du plan d'eau, et cette berge est linéaire et à forte pente ce qui est favorable à une bonne circulation des eaux. Mais la zone de baignade est réduite en surface et compte tenu de l'affluence estivale, et de la réduction de la surface de baignade du fait du marnage estival, il existe un risque de contamination inter-humaine dans la zone de baignade lors des pics d'affluence, qui est donc directement dépendant de la fréquentation.

Le plan d'eau est principalement alimenté par les eaux de nappe. Ces apports comportent un peu de phosphore et d'azote (mais les teneurs en azote sont limitées). Ces nutriments sont sans doute en partie captés par les macrophytes se développant sur le fond du plan d'eau. Mais il reste toujours du phosphore, qui permet le développement en seconde partie d'été d'une biomasse occasionnelle de cyanobactéries (essentiellement fixatrices d'azote atmosphérique) et potentiellement toxiques. Cette biomasse est plus ou moins forte suivant les années, car son développement est dépendant des conditions météorologiques et de la compétition avec les macrophytes (eux mêmes dépendant des conditions climatiques). Il y a occasionnellement des fleurs d'eau à cyanobactéries en fin d'été, qui peuvent alors atteindre des quantités incompatibles avec l'activité de baignade et nécessitent sa fermeture temporaire. Le risque de prolifération de cyanobactéries est donc avéré et devrait perdurer dans les années à venir.

Il existe également depuis peu un risque de contamination ou de nuisance par les animaux. Il s'agit d'abord de la présence d'oiseaux aquatiques à proximité de la zone de baignade et qui apportent leurs pollutions fécales. Mais il s'agit aussi du risque d'apparition de la dermatite cercarienne qui n'est pour l'instant que potentiel, mais qui ne disparaîtra pas tant qu'il y aura ces oiseaux. Il existe aussi une nuisance par le développement intervenu en 2011 de la processionnaire du chêne.

Sur cette base, on peut constater que les risques sont avant tout les risques de contamination inter-humaine, de prolifération des cyanobactéries, et de

contamination par les animaux. De ces trois risques, le plus critique est le risque de prolifération des cyanobactéries.



Étude de profil de baignade et activités aquatiques de la base de loisirs de Boucle de Seine

Phase 3 : Plan d'actions et mesures de gestion


SAFEGE
Ingénieurs Conseils

TABLE DES MATIÈRES

1 Introduction	5
1.1 Contexte	5
1.2 Localisation	6
1.3 Rappel des principales conclusions de la phase 2	8
2 Plan d'actions.....	13
2.1 Hiérarchisation des sources de pollution	13
2.2 Opérations existantes ou en projet.....	15
2.3 Points à problèmes.....	17
2.4 Actions visant à améliorer les connaissances	19
2.4.1 Suivre la qualité des eaux lors d'une crue de la Seine	19
2.4.2 Mieux identifier les risques provenant des alimentations du plan d'eau	20
2.4.3 Campagnes de mesures complémentaires pour compléter le diagnostic	21
2.5 Actions préconisées.....	23
2.5.1 Actions visant à limiter le risque de contamination bactérienne d'origine anthropique.....	23
2.5.2 Actions visant à réduire le risque de contamination par les animaux ..	23
2.5.2.1 Contaminations apportées par les chiens	24
2.5.2.2 Contaminations apportées par les ragondins	24
2.5.2.3 Contaminations fécales apportées par les colonies d'oiseaux aquatiques ...	24
2.5.2.4 Dermatite cercarienne	26
2.5.2.5 Problème de la processionnaire du chêne	27
2.5.3 Actions visant à limiter le risque lié aux cyanobactéries.....	28
2.5.4 Actions visant à limiter le risque de turbidité	32
2.5.5 Actions visant à réduire le risque de contamination interhumaine.....	32
2.5.6 Synthèse des actions préconisées	33
3 Mesures de gestion active	35
3.1 Campagnes de suivis pour caractériser les facteurs de risque	35

3.1.1	Risque de contamination bactérienne par les animaux.....	36
3.1.2	Risque de dermatite cercarienne	37
3.1.3	Risque de prolifération des cyanobactéries	38
3.1.4	Risque de contamination inter-humaine	39
3.1.5	Risque de turbidité	40
3.2	Gestion d'une crue de la Seine conduisant à un débordement dans le lac de Moisson	40
3.3	Gestion active et prédictive du risque lié aux cyanobactéries.....	42
3.3.1	Rappel des caractéristiques des cyanobactéries.....	42
3.3.2	Mesures de gestion du risque lié aux cyanobactéries	43
3.3.2.1	Évaluation du risque	43
3.3.2.2	Sensibilisation du public et des usagers	50
3.3.2.3	Gestion des activités.....	51
3.3.3	Synthèse des dispositions pour le suivi des cyanobactéries	54
3.3.3.1	Description de la surveillance.....	54
3.3.3.2	Plan de gestion de crise.....	54
3.4	Gestion active et prédictive du risque bactériologique	55
3.4.1	Mesures de gestion pour la qualité bactériologique	55
3.4.2	Dispositions pour le suivi de la qualité bactériologique.....	56
3.4.2.1	Paramètres à analyser	56
3.4.2.2	Localisation des prélèvements	57
3.4.2.3	Fréquence des prélèvements	57
3.4.2.4	Protocole de prélèvement.....	57
3.4.2.5	Coût estimatif de la campagne.....	58
3.4.2.6	Contractualisation avec un laboratoire	58
3.4.2.7	Analyse des résultats.....	58
3.4.3	Plan de gestion de crise	59
3.5	Synthèse opérationnelle	61
3.5.1	Campagnes de suivi des risques liés aux animaux dans le plan d'eau de Moisson	61
3.5.2	Gestion d'une crue de la Seine induisant un débordement dans le lac.....	62
3.5.3	Gestion du risque cyanobactérien dans le plan d'eau de Moisson.....	62
3.5.4	Gestion d'une contamination bactérienne sur le plan d'eau de Moisson.....	64
4	Information du public.....	67
	Annexe 1 : Circulaire DGS/SD 7 A n° 2003-270 (04/06/2003).....	69
	Annexe 2 : Fiche d'observation quotidienne.....	81
	Annexe 3 : Suivis réalisés par aquascop en 2013.....	85

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des Figures

Figure 1 : Localisation de la base de loisirs des Boucles de Seine	6
Figure 2 : Localisation du site d'étude	7
Figure 3 : Panneau de présentation du règlement intérieur de la base.....	16
Figure 4 : Ouvrages hydrauliques du plan d'eau de la base de loisirs.....	17
Figure 5 : Relations entre transparence au disque de Secchi et concentration en chlorophylle a au sein du plan d'eau de Moisson	32
Figure 6: Schéma décisionnel proposé par le CSHPF et cité dans la circulaire DGS/SD 7 A n° 2003-270 du 4 juin 2003	49
Figure 7: Proposition de circuit décisionnel	61

Liste des Tableaux

Tableau 1: Hierrarchisation des risques	14
Tableau 2: Synthèse des actions préconisées	34
Tableau 3: Seuils et mesures de gestion et de surveillance pour un dispositif de suivi de niveau I	46
Tableau 4: Seuils et mesures de gestion et de surveillance pour un dispositif de suivi de niveau II	47
Tableau 5: Mesures de précaution et d'interdictions en fonction des résultats de surveillance (Source CSHPF, mai 2003)	51
Tableau 6: Préconisation de mesures de gestion des activités.....	53
Tableau 7: Seuils des mesures de gestion préventives en eau douce proposés par l'AFSSET (2007)	56
Tableau 8: Normes d'analyses pour les paramètres bactériologiques suivis.....	56

1

Introduction

1.1 Contexte

La Région Île-de-France a confié à SAFEGE la réalisation du profil des eaux de baignade de sept plans d'eau d'Ile de France. Le présent rapport concerne la base de plein air et de loisirs (BPAL) de Boucle de Seine, et sur cette base son plan d'eau de Moisson où ont lieu les activités de baignade.

Le profil de baignade est une obligation réglementaire émanant de la directive européenne de 2006 (2006/7/CE) sur les eaux de baignade. Il a pour fonction d'identifier et de quantifier les risques sanitaires dans les zones de baignade et d'élaborer des mesures concrètes de maîtrise et de gestion des pollutions et risques éventuels.

Cette étude comporte trois phases :

- L'état des lieux ;
- Le diagnostic ;
- Le plan d'actions et les mesures de gestion.

Le présent document constitue le rapport de la phase 3 « plan d'actions et mesures de gestion ». Il fait suite aux deux premières phases qui ont permis :

- De décrire le contexte, les activités ainsi que les équipements qui entourent la zone de baignade ;
- De déterminer et de caractériser les différentes sources de pollutions potentielles recensées sur la zone d'étude locale et étendue ;
- D'identifier les flux de polluants bactériens entrant dans le plan d'eau de Moisson ;
- De dresser un diagnostic du fonctionnement et des dysfonctionnements du plan d'eau au droit de la baignade ;
- D'évaluer les niveaux de risques vis à vis de la contamination bactérienne d'origine anthropique, de la contamination par les animaux, de la prolifération des cyanobactéries, et des contaminations inter-humaines.

Les phases 1 et 2 ont établi que le plan d'eau de Boucle de Seine présente un risque avéré (risque de prolifération des cyanobactéries) et des risques potentiels (contamination par les animaux, contamination inter-humaine), ce qui classe le profil de baignade en profil de type 2.

La présente phase vise à dresser un plan d'action et de gestion en vue de limiter ces risques et leurs conséquences sur les activités au droit de la zone de baignade.

La base de loisirs des Boucles de Seine est **publique**, le **Conseil Régional d'Ile de France** en est le **propriétaire**. La **gestion** relève du Syndicat Mixte d'Études, d'Aménagement et de Gestion (**SMAEG**) de la base de loisirs des Boucles de Seine.

Ce syndicat est composé de représentants du Conseil régional d'Île-de-France, du Conseil général et des communes de Mousseaux-sur-Seine et Moisson.

1.2 Localisation

La base de loisirs des Boucles de Seine se situe dans le département des Yvelines (78) en région Île-de-France ; à 50 km à l'Ouest de Paris et 10 km au nord de Mantes-la-Jolie. Située entre les bords de la Seine (à l'est) et la forêt de Moisson (à l'ouest), elle est entièrement incluse dans le territoire des communes de Moisson et Mousseaux-sur-Seine et représente une superficie totale de 330 hectares dont 120 hectares de plan d'eau ; c'est l'une des bases de loisirs les plus grandes d'Île-de-France.

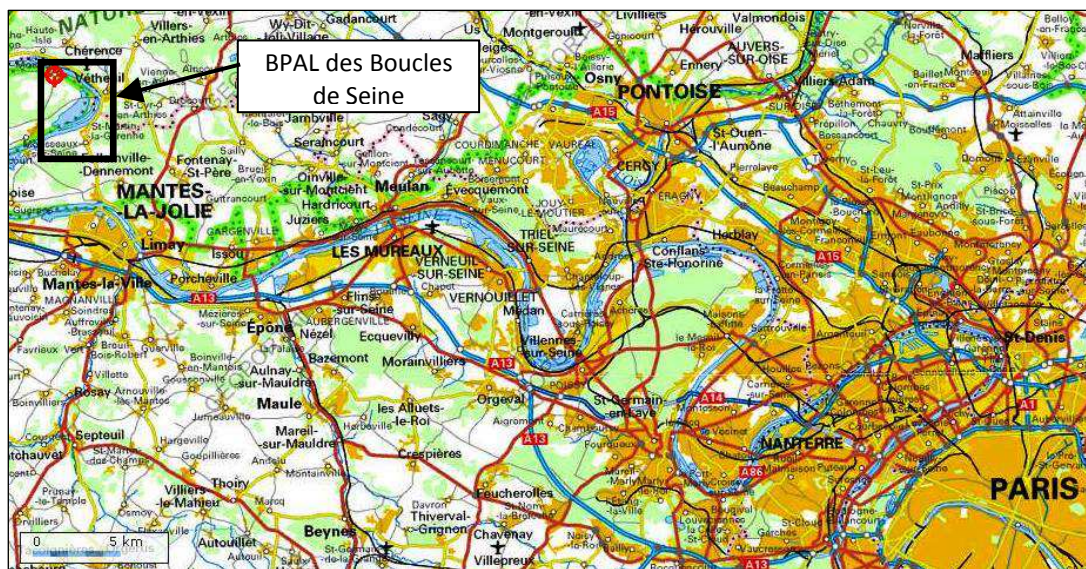


Figure 1 : Localisation de la base de loisirs des Boucles de Seine

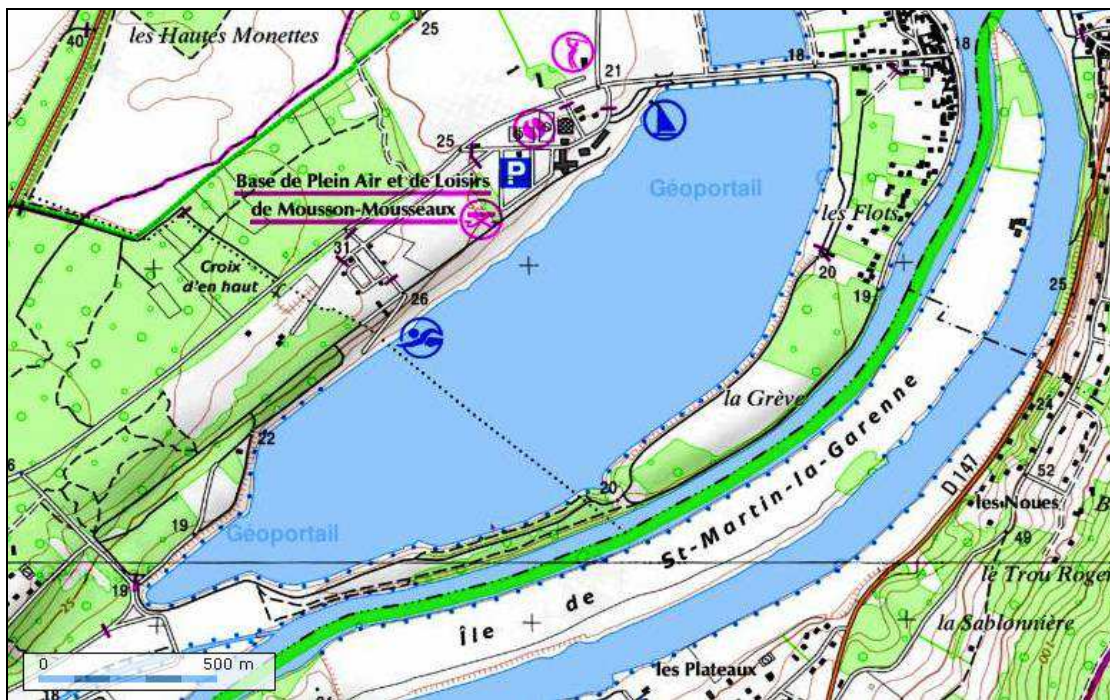


Figure 2 : Localisation du site d'étude

La carte bathymétrique du plan d'eau est présentée ci après.

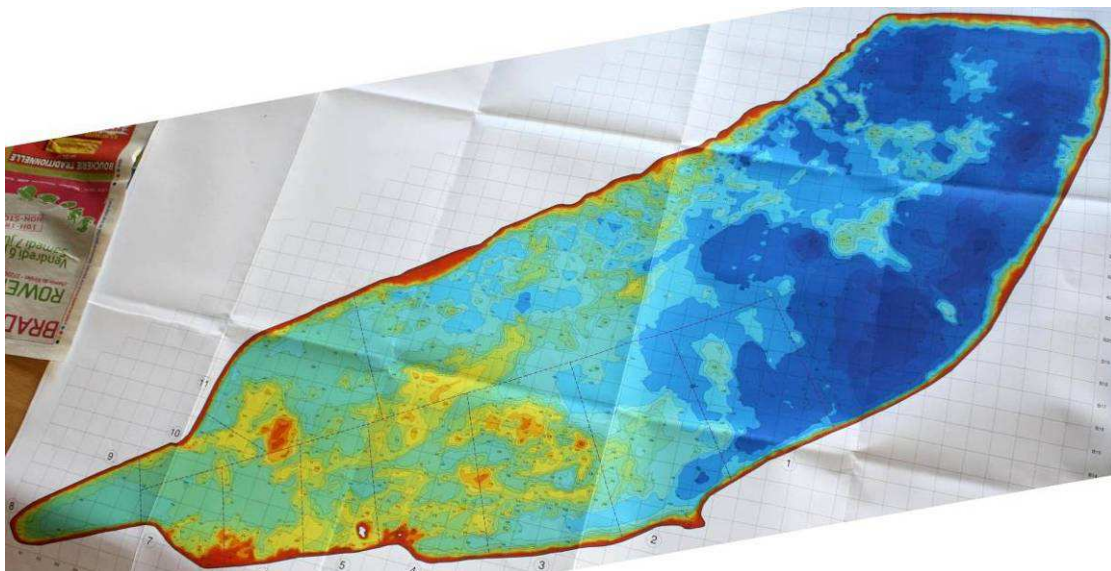


Photo 1 : Plan papier des relevés bathymétriques effectués sur le plan d'eau de la BPAL des Boucles de Seine

1.3 Rappel des principales conclusions de la phase 2

Les principales sources identifiées de pollutions microbiologiques du plan d'eau sont les suivantes (hors pollutions accidentelles) :

1. le ruissellement lors des épisodes pluvieux. Ces apports qui sont quantitativement les plus importants, sont cependant répartis sur les cotés ouest et nord du lac ce qui en limite l'impact ;
2. Les apports provenant des déjections canines. Ces apports sont répartis spatialement autour du lac, d'où le fait qu'ils ne soient pas considérés comme critiques (pour autant que l'on maintienne l'interdiction aux chiens d'accéder à la plage) ;
3. Les oiseaux, bien que peu nombreux actuellement, représentent un flux non négligeable car une partie de ce flux parvient directement dans la zone de baignade ;
4. la fréquentation de la plage par les baigneurs. Cette pollution peut être considérée comme événementielle quand les conditions, notamment météorologiques, sont propices à de fortes fréquentations de la plage.

Parmi ces flux, **les principaux risques bactériens au droit de la baignade sont liés aux contaminations inter-humaines et aux contaminations par les oiseaux.**

La qualité de l'eau de la zone de baignade a été analysée selon des méthodes statistiques imposées par la réglementation actuelle sur la qualité des eaux de baignade (directive 1976) et selon la nouvelle directive qui sera appliquée en fin de saison 2013 (directive 2006). L'analyse amène à la conclusion que **la zone de baignade est le plus souvent de « bonne » qualité** (selon les termes de classification de la directive 1976). Un épisode de pollution a entraîné un déclassement en qualité « momentanément » polluée de ces zones de baignades pour 2004. Il est difficile de conclure avec certitude concernant ce dépassement, mais il pourrait être lié à la présence d'une quantité importante d'oiseaux aquatiques sur le plan d'eau.

D'une façon générale, les conditions de pluies et vent semblent avoir peu d'impact sur le niveau de contamination bactériologique au droit de la baignade, ce qui accrédite l'hypothèse que les sources de contamination les plus critiques sont liées aux animaux et aux contaminations inter-humaines et non pas au ruissellement provenant du bassin versant éloigné.

Concernant le diagnostic de fonctionnement du plan d'eau de Moisson, on peut faire les constats suivants :

- le lac est influencé par la Seine, ce qui se traduit par des échanges d'eau via la nappe alluviale. Le temps de séjour des eaux est approximativement de l'ordre de l'année.

- le lac présente une stratification thermique verticale intermittente en été dans sa partie profonde (eau chaude en surface, plus froide au fond). Cette stratification peut conduire à une stratification chimique associée (oxygène, nutriments).
- La transparence de l'eau est médiocre en été. Les minimums varient en général de 30 cm à 1,5m (moyenne de 1m), mais la transparence peut être nettement plus élevées (en lien avec la domination des macrophytes notamment perceptibles depuis 2011). Elle est très dépendante de la biomasse phytoplanctonique présente dans le lac, elle même très dépendante des conditions météorologiques (soleil et température notamment). Ainsi en dehors des pics de biomasse de phytoplancton, on a des transparences pouvant atteindre 4 à 5m et qui sont caractéristiques d'un plan d'eau à macrophytes. Les variations peuvent être brutales (transparence passant de 3m à 35cm en une semaine en août 2012).
- Tant que la météorologie est mauvaise, les macrophytes dominent et la transparence de l'eau est plutôt bonne. Dès qu'il fait chaud et beau, le phytoplancton se développe et réduit la transparence de l'eau.
- Les sursaturations en oxygène dissous (jusqu'à 170%) traduisent à la fois la production primaire des macrophytes et celle du phytoplancton. On assiste également à des sous saturations en fond de plan d'eau qui peuvent aller jusqu'à l'anoxie à proximité des sédiments.
- Les sédiments sont plutôt riches en phosphore, et leur teneur varie dans le temps, ce qui laisse à penser que ce phosphore est partiellement remobilisé par la biomasse algale (notamment macrophytique), mais aussi par le phytoplancton du fait d'un possible relargage lors des phases d'anoxie.
- Au printemps, il y a généralement une croissance des macrophytes qui tendent à accaparer les nutriments présents dans l'eau. Ces macrophytes sont favorisés dans la partie sud du plan d'eau par les faibles profondeurs, où ils peuvent occasionner une gêne pour les activités nautiques. Mais ils poussent également dans la partie nord, sur les bords ou dans des zones à profondeur intermédiaire (jusqu'à 6m de profondeur).
- Les teneurs en phosphore ne sont globalement pas limitantes dans l'eau pour la croissance algale. Par contre l'azote peut devenir ponctuellement limitant pour le phytoplancton. Ces conditions favorisent l'apparition de cyanobactéries fixatrices d'azote atmosphériques à partir du milieu de l'été.
- Le phytoplancton est caractérisé par des apparitions de fortes biomasses de cyanobactéries (surtout en août et septembre). Ces poussées sont rapides. Les pics de biomasse phytoplanctonique et de production primaire suivent une tendance à la croissance, si on les regarde sur 10 ans.
- On peut déduire de ces éléments que **le plan d'eau est eutrophe**, mais il manque des suivis en hiver pour être plus précis.

- La **biomasse phytoplanctonique** est majoritairement composée de diatomées au printemps et de **cyanobactéries** en seconde partie d'été. Parmi celles ci, on trouve majoritairement des *anabaena*, *aphanizomenon*, et *microcystis* et en particulier les deux premières qui peuvent fixer l'azote atmosphérique. Ces trois espèces sont **potentiellement toxiques**. **Leur nombre peut dépasser le seuil d'alerte**. En août 2012, on a dépassé les 100 000 cellules/ml qui imposent un arrêt de la baignade indépendamment des analyses de toxicités.
- Concernant les macrophytes (principalement *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton*, *Callitriche*, *Ceratophyllum demersum*, *Charophyceae*, *Valisneria spiralis*, *Spyrogyres...*), on constate une grande variabilité d'une année sur l'autre. Celle ci est très liée aux conditions météorologiques. La plupart de ces macrophytes sont compatibles avec un milieu eutrophe, et peuvent consommer les nutriments dans la phase liquide et/ou dans les sédiments.



Photo 2 : Canopée flottante dans le plan d'eau de Moisson (photo I.D.Eau)

- Les crues de la Seine peuvent conduire à un débordement dans le lac. L'analyse de la crue de 2001 montre que ce type de crue s'accompagne alors d'une hausse du niveau trophique du plan d'eau, jusqu'à l'automne suivant, ce qui est favorable au phytoplancton au détriment des macrophytes.

Les risques pesant sur l'activité de baignade sont les suivants :

1. Risque de contamination bactérienne anthropique (E Coli et entérocoques)

- Le plan d'eau est éloigné des sources potentielles significatives de pollutions liées à l'assainissement collectif. Les principales pollutions sont dès lors liées au lessivage des sols en période de pluie.

- Il y a des apports notables lors des débordements de la Seine, car celle-ci véhicule des pollutions bactériennes, mais ces crues restent rares (en moyenne une fois tous les 20 ans).
- Pour conclure sur ce point, **le risque de contamination bactérienne lié aux activités anthropiques est présent, même s'il n'est pas critique. Il ne devrait pas fondamentalement évoluer dans le proche avenir.**
- On notera que **les contaminations bactériennes par les oiseaux sont plus problématiques que les contaminations anthropiques, car elles peuvent intervenir directement sur la plage.**

2. Risques de contaminations par les animaux

- Quelques ragondins sont présents sur la base de loisir, mais ils sont pour l'instant éloignés de la zone de baignade. De fait le risque de contamination reste limité. Il conviendra de garder une surveillance car cette situation peut évoluer.
- Les chiens sont présents, mais le risque de contamination est limité par l'interdiction de leur présence sur la plage. Il conviendra de veiller au respect de cette règle.
- Les oiseaux ont posé problème par le passé avec un grand nombre de mouettes. Cette population est en régression, mais sans garantie sur l'évolution de ce peuplement dans le temps. Par contre, on constate désormais la présence d'oies bernaches et de cygnes à proximité de la baignade. Outre les pollutions bactériennes apportées, ces oiseaux sont potentiellement porteurs des cercaires. La configuration du plan d'eau conduit à considérer ce risque comme potentiel. Il conviendra de qualifier ce risque par des suivis réguliers.
- Il y a des chenilles processionnaires du chêne. Un épisode d'allergie a eu lieu en 2011 dans le secteur sud du plan d'eau. Un traitement est pratiqué sur ce secteur. Compte tenu de l'environnement immédiat de la base de loisir, ce risque devrait perdurer.
- **Il y a donc un risque de contamination par les animaux (risque de dermatite cercarienne associé aux oiseaux aquatiques, risque lié aux chenilles processionnaires du chêne...). Ce risque est potentiel pour la dermatite et avéré pour la chenille processionnaire. Ils devraient perdurer dans le proche avenir.**

3. Risque de prolifération des cyanobactéries

- Le plan d'eau est à tendance eutrophe. Il se caractérise par une compétition entre macrophytes et phytoplancton. Dans le sud du lac, la profondeur est faible, ce qui est favorable aux macrophytes, alors que dans le nord, la profondeur est plus grande, ce qui favorise le phytoplancton. Cela ne signifie pas que ces deux biomasses se

cantonnent dans une partie du lac. On retrouve du phytoplancton dans tout le lac, et les macrophytes colonisent également le nord du plan d'eau. Mais cela traduit que les macrophytes sont d'autant plus gênés par le phytoplancton dans les zones profondes du lac, du fait de la moindre lumière disponible au fond.

- o L'azote peut devenir limitant, alors que le phosphore ne l'est généralement pas. Par ailleurs, la profondeur est plus forte dans le nord du lac, et il peut y avoir une stratification thermique et chimique verticale. Ces éléments favorisent le développement de cyanobactéries fixatrices d'azote atmosphérique, constaté en seconde moitié des étés chauds. Les espèces correspondantes sont potentiellement toxiques, et la densité algale dépasse à certaines occasions les seuils d'alerte de la réglementation.
- o On peut donc conclure **qu'il y a effectivement un risque avéré et critique de prolifération de cyanobactéries potentiellement toxiques, même s'il n'a pas la même ampleur tous les ans. Ce risque devrait perdurer dans un proche avenir.**

4. Risque de contamination inter-humaine

- o Le volume d'eau par baigneur est faible, du fait des dimensions limitées de la zone de baignade. C'est un facteur de risque.
- o Par contre, la zone de baignade est plutôt ouverte sur le lac et l'eau peut y être renouvelée par échange avec le reste du plan d'eau.
- o On peut donc conclure **qu'il y a un risque occasionnel de contamination inter-humaine. Ce risque est cependant modéré, et doit faire l'objet d'un programme de suivi.**

5. Risque de turbidité des eaux

- o La transparence de l'eau est très variable, et peut ponctuellement devenir mauvaise. Dans ces cas spécifiques, elle peut être notablement inférieure au seuil de 1m considéré comme nécessaire pour assurer la sécurité des baigneurs.
- o Cette transparence est avant tout la conséquence des épisodes de croissance brutale de la biomasse phytoplanctonique.
- o Ces épisodes de faible transparence sont intermittents et donc très dépendant des conditions météorologiques. Ils interviennent environ une année sur deux, et plutôt en fin d'été. Ils devraient perdurer dans l'avenir. On peut donc considérer **ce risque comme avéré mais intermittent et occasionnel.**

2

Plan d'actions

Le plan d'actions intègre les opérations existantes et déjà entreprises par le gestionnaire de la baignade et la région Ile de France et propose des solutions d'amélioration de la qualité des eaux.

On distingue généralement plusieurs types d'actions destinées à :

- réduire la quantité de pollution rejetée dans le milieu ;
- améliorer le fonctionnement au droit de la zone de baignade pour y limiter les risques ;
- renforcer la connaissance des mécanismes de pollution, au moyen par exemple d'analyses d'eaux de baignade plus fréquentes.

Dans cette partie, on distinguera les actions à conduire pour limiter les cinq risques suivants :

- Risque de pollution bactériologique (d'origine anthropique) ;
- Risque de contamination par les animaux ;
- Risque de prolifération des cyanobactéries ;
- Risque de contamination inter-humaine
- Risque de turbidité des eaux.

2.1 Hiérarchisation des sources de pollution

Afin d'établir un plan d'action, il apparaît au préalable utile de hiérarchiser les risques et d'identifier les actions qui peuvent leur être associés. Le tableau suivant synthétise les risques. Les niveaux de priorité mentionnés sont :

- Hors priorité : le risque n'existe pas, ou est tellement limité qu'il ne nécessite pas de mesures particulières
- Priorité 3 : le risque est faible, mais peut faire l'objet d'une mesure ou d'une surveillance spécifique

Étude de profil de baignade et activités aquatiques de la base de Boucle de Seine

- Priorité 2 : le risque est moyen, et doit faire l'objet de mesure(s) et/ou surveillance spécifique.
- Priorité 1 : le risque est fort, et doit faire l'objet de mesure(s) et/ou de surveillance spécifique.

Tableau 1: Hierrarchisation des risques

Source de pollution	Type de pollution	Impact potentiel	Etat du risque	Fréquence d'occurrence	Criticité en cas d'occurrence	Niveau de priorité
Apports par les eaux souterraines	apports nutritifs	eutrophisation du lac et prolifération de cyanobactéries	lac eutrophe. L'essentiel des apports nutritifs se fait par les eaux souterraines, c'est donc un vecteur de pollution à mieux caractériser.	forte	forte	priorité 1
Golf	apports d'engrais, de pesticides	eutrophisation du lac, toxique dans les chairs de poissons	Un golf de 50Ha juste au dessus du lac. Il reçoit des engrais et pesticides et constitue donc une source de pollution potentielle pour le lac	forte	forte	priorité 1
Mouettes	pollutions liées aux mouettes	contamination bactérienne des baigneurs, eutrophisation du lac (cyanobactéries)	un épisode en 2004, mais la population a fortement régressé depuis	faible	moyenne	priorité 2
Ruissellement eaux pluviales	apports de contaminants au lac par entrainement des eaux	Contamination fécale des eaux du lac et donc des baigneurs. Contamination aux hydrocarbures. Eutrophisation (cyanobactéries)	La plupart des eaux pluviales s'infiltrent et une petite partie peu arriver par ruissellement (en cas de gros orages).	moyenne à faible	faible	priorité 2
Réseaux d'eaux pluviales	apports pluviaux directs au lac	Contamination fécale des eaux du lac et donc des baigneurs. Contamination aux hydrocarbures. Eutrophisation (cyanobactéries)	Les eaux sont majoritairement infiltrées et n'arrivent pas dans le lac. Il y a cependant présence de quelques conduites abandonnées (cote ouest), ou drainant les voies d'accès (nord)	moyenne	faible à très faible	priorité 2
Inondation du plan d'eau par la Seine en cas de crue	apports organiques, nutritifs, microbiologique, turbidité	contamination bactérienne, eutrophisation (et cyanobactéries), faible transparence	Dernier débordement en 2001, et occurrence environ tous les 20 ans. Risque d'eutrophisation notable	faible	forte	priorité 2
Chenilles urticantes	émission poils urticants	allergies par contact avec la peau	des chenilles processionnaires du chêne, et problèmes cutanés identifiés en 2011	moyenne	moyenne	priorité 2
Oies bernaches, cygnes, canards	contamination fécale, risques cercaire	contamination bactérienne, dermatite cercarienne	Il y a quelques cygnes à proximité des plages (et dans une moindre mesure des oies bernaches)	moyenne	faible	priorité 3
Baigneurs	Contamination microbiologique, turbidité	Contamination inter-humaine des baigneurs	Limité aux pics d'affluence. Pas de contamination avérée.	très faible	moyenne	priorité 3
Flux issus des réseaux d'eaux usées	Débordement de poste de refoulement, fuites sur conduites	Contamination fécale des eaux du lac et donc des baigneurs	4 PR, un a fuit par le passé, mais il a été refait. Plus de fuite constatée depuis.	très faible	moyenne	priorité 3
Chiens	contamination fécale	contamination bactérienne	chiens non autorisés sur plage, dispersés sur le pourtour du lac	moyenne	faible	priorité 3
Rongeurs (ragondins, lapins, rats)	contamination fécale	contamination bactérienne	présence de quelques ragondins mais éloignés de la zone de baignade	faible	faible	priorité 3
Pêcheurs de carpes	contamination organique par les appâts	eutrophisation du lac	L'impact existe mais il n'est pas totalement qualifié.	moyenne	faible	priorité 3

Étude de profil de baignade et activités aquatiques de la base de Boucle de Seine

Source de pollution	Type de pollution	Impact potentiel	Etat du risque	Fréquence d'occurrence	Criticité en cas d'occurrence	Niveau de priorité
Chevaux	contamination fécale	contamination bactérienne, eutrophisation (et cyanobactéries)	pas de chevaux ni de centre équestre aux abords du lac	très faible	très faible	hors priorité
Station d'épuration	dysfonctionnement avec rejets d'eaux mal épurées percolant vers le lac de baignade	Contamination fécale des eaux du lac et donc des baigneurs	Risque très faible, car la station d'épuration de Moisson rejette ses eaux dans la Seine et en aval du lac	très faible	très faible	hors priorité
Sites industriels	fuite accidentelle, rejets d'eau usée...	contamination des baigneurs et de la chaîne trophique (poissons...)	il n'y a pas de sites industriels à proximité du lac pouvant le contaminer	très faible	très faible	hors priorité
Décharge sauvage	percolation de polluants par la nappe	contamination des baigneurs et de la chaîne trophique (poissons...)	pas de décharge pouvant contaminer le lac	très faible	très faible	hors priorité
Extraction de granulats	turbidité de l'eau et hausse du taux de MES	mauvaise transparence de l'eau nuisible à la sécurité des baigneurs	aucun car pas d'extraction en connexion avec le lac de baignade	très faible	très faible	hors priorité
Agriculture	apports d'engrais, de pesticides	eutrophisation du lac, toxique dans les chairs de poissons	une seule parcelle cultivée et limitée en taille	très faible	très faible	hors priorité
Élevage	contamination fécale	contamination bactérienne des baigneurs, eutrophisation du lac	pas d'élevage sur le bassin versant direct du lac	très faible	très faible	hors priorité
Camping	contamination fécale	contamination bactérienne des baigneurs, eutrophisation du lac	Le camping des Groux est en ANC. Mais il est prévu de le raccorder à une station d'épuration, et une éventuelle pollution ira de toute façon vers la Seine et pas vers le plan d'eau	très faible	très faible	hors priorité
Chien Terre neuves	contamination fécale lors des bains	contamination bactérienne	pas de chiens terre neuve sur site	très faible	très faible	hors priorité
Bateaux à moteur	pollutions aux hydrocarbures	contamination des baigneurs, des poissons et oiseaux...	Jamais constaté	très faible	très faible	hors priorité

Dans le cas présent, on note la présence de risques en priorité 1 qui sont tous liés aux apports de nutriments en lien avec l'eutrophisation des eaux.

2.2 Opérations existantes ou en projet

On note tout d'abord que les différentes activités sont séparées spatialement, les activités nautiques au nord dans la partie profonde du lac, la baignade sur le milieu du côté Ouest et la pêche plus dispersée mais localisée par des panneaux sur la moitié sud du lac.

Au cours de ces dernières années, le gestionnaire de la base de loisir a réalisé les actions suivantes pour diminuer les risques de pollution :

- La baignade est interdite en dehors des zones réservées à cet effet ;
- Le sable de la plage a été renouvelé il y a 5 ans ;
- Il y a un poste de secours à proximité immédiate de la plage, avec bateau à moteur et matériel de sécurité pour les interventions ;
- Il y a des sanitaires contre le bâtiment du poste de secours. Les eaux usées qui y sont collectées sont refoulées dans une conduite rejoignant la station d'épuration de Moisson ;
- Il y a eu par le passé un problème de débordement du poste de refoulement du restaurant, mais depuis son remplacement, aucun des 4 postes de

refoulement installés sur la base de loisir ne semble avoir présenté de défaillance. Ils sont en bon état général, et entretenus avec soin ;

- De nombreuses poubelles sont présentes sur le site et sur la plage. Elles sont vidées plusieurs fois par jour en haute saison ;
- Par ailleurs, des employés procèdent au ramassage des déchets sur la plage quand il y en a ;
- Les chiens sont interdits sur la plage, n'ont pas le droit de se baigner dans le lac, et doivent être tenus en laisse sur le reste du pourtour du lac ;
- La plage est bien dégagée, ce qui devrait limiter les risques de présence de ragondins ;



Figure 3 : Panneau de présentation du règlement intérieur de la base

- La base des Boucles de Seine effectue une **gestion différenciée** des espaces verts, les principales actions de cette gestion sont les suivantes :
 - o Tonte fréquente au niveau des espaces aménagés de la base, pratique du « mulching¹ »,
 - o Actions sur la végétation immergée, flottante ou amphibie, y compris faucardage et démottage (source : fiche ZNIEFF),
 - o Coupure électrique des lampadaires la nuit pour limiter la pollution lumineuse,

¹ Réduction des déchets organiques en fins morceaux et couverture immédiate du sol par ces déchets broyés lors de la tonte, i.e., **l'herbe coupée est réutilisée immédiatement comme engrais naturel.**

- Projet de délégation à l'AEV de la gestion du boisement situé au nord de la base de loisir, de l'autre côté de la route départementale qui sépare la base de loisir en 2,
- Pas d'utilisation de phytosanitaires, excepté sur les greens du golf.
- Des prélèvements sont effectués dans le lac pour arroser le golf. L'eau est pompée à l'aide d'une station de pompage automatisée située au nord-ouest du plan d'eau. Les eaux sont ensuite busées sous la route pour être distribuée de façon automatisée sur les différents greens du golf. Le volume d'eau pompé en 2011 pour les greens du golf était de 40 700 m³.



Figure 4 : Ouvrages hydrauliques du plan d'eau de la base de loisirs

- La base de loisir fait l'objet depuis de nombreuses années d'un suivi de sa qualité des eaux par un bureau d'étude spécialisé, I.D.Eaux. Pour 2013 c'est Aquascop qui est chargé du suivi.

2.3 Points à problèmes

Il y a malgré tout, un certain nombre de points à problèmes dans la gestion de la base de loisir. Les principaux problèmes identifiés sont les suivants :

- Si les espaces verts sont plutôt correctement gérés dans l'ensemble, il reste le problème du golf. Celui-ci d'une superficie de 50 Ha est limitrophe du plan

d'eau et le surplombe. Or il reçoit à la fois des engrais et des produits phytosanitaires.

- La surveillance de la qualité de l'eau réalisée par I.D.Eaux est très utile, mais comporte plusieurs insuffisances. Les principales sont présentées ci après :
 - Les rapports I.D.Eaux gagneraient à présenter à chaque fois une carte avec l'implantation des points de mesure, ce qui n'est pas le cas. Cela complique l'interprétation des résultats ;
 - Le point le plus profond du lac n'est pas échantillonné, ce qui empêche d'avoir une idée claire sur l'état de la stratification thermique et chimique dans ce secteur profond du plan d'eau, et nuit à l'appréciation du risque de relargage à partir des sédiments anoxiques ;
 - Les horaires de mesure ne sont pas les mêmes d'un jour à l'autre. Or cela impacte nécessairement la production primaire, et ses effets sur la colonne d'eau, comme les taux de saturation en oxygène dissous ou le pH. Ainsi, ces horaires hétérogènes compliquent la lecture des résultats ;
 - Il manque un suivi en hiver qui permette de connaître l'état du lac avant le départ de la croissance algale et phytoplanctonique. Les suivis pratiqués commencent généralement vers la mi avril, période lors de laquelle on a déjà parfois des croissances importantes ;
 - Les teneurs en phéopigments laissent craindre que ces dernières ont été calculées et non pas mesurées ;
 - On peut se demander pourquoi les profils verticaux ainsi que les suivis des éléments nutritifs ont été interrompus fin 2010. Ces suivis étaient notamment vraiment utiles pour faire le diagnostic des proliférations de cyanobactéries ;
 - Les informations sur les macrophytes restent qualitatives et ne correspondent pas vraiment à une carte avec des taux de couverture par espèce. C'est dommage, car l'utilisation croisée des informations d'une année sur l'autre devient du coup très compliquée.
- En 2013 l'agence de l'eau Seine Normandie a choisi Aquaqscop pour réaliser le suivi du plan d'eau de Moisson. Ce suivi est présenté en annexe 3 au présent rapport. On peut faire les commentaires suivants. Ce suivi comporte à la fois des paramètres physico chimiques, quelques prélèvements phytoplanctoniques, des analyses de sédiments, un suivi des invertébrés, un état de la végétation aquatique et une bathymétrie. Cette approche semble plus complète que celle réalisée jusqu'ici par I.D.Eaux. Cependant, il y a peu de détail sur les protocoles opératoires, sur les seuils analytiques, ou sur le détail des paramètres analysés, et il est donc difficile d'en tirer des conclusions. Il serait sans doute pertinent de faire plus de suivis phytoplanctoniques (il n'y en a que 4 de prévus et encore sont ils intégrés

sur la verticale). Il manque aussi un état des peuplements piscicoles. Par contre, l'inventaire des macrophytes semble quantitatif puisqu'il est basé sur des transects, ce qui est une bonne chose.

- En l'état actuel, il manque un suivi quantitatif des biomasses de poissons, et un suivi parasitaire. Or le diagnostic réalisé laisse à penser qu'il y a des sources de risques (voir paragraphe 1.3), notamment de contamination par les animaux et de prolifération des cyanobactéries (sur une partie du lac) et des macrophytes (sur une autre partie du lac), et il est très difficile de caractériser l'évolution d'un risque si on ne suit pas les paramètres et signaux qui permettraient d'anticiper sur d'éventuelles dérives, et d'alerter en cas de problème effectif ;
- Les chiens sont certes interdits de plage et doivent être tenus en laisse sur le reste du plan d'eau, mais des propriétaires de chiens ne respectent pas cette consigne ce qui peut conduire à des contaminations directes du plan d'eau. Heureusement, le lac est grand ce qui en limite l'impact ;
- La zone de baignade est petite, et soumise à l'impact du marnage du lac, elle tend à se réduire encore plus en fin de saison estivale, ce qui est facteur de risque de contamination inter-humaine.

2.4 Actions visant à améliorer les connaissances

2.4.1 Suivre la qualité des eaux lors d'une crue de la Seine

Le plan d'eau est bordé sur toute sa longueur par la Seine. Par ailleurs, on voit bien que le niveau du lac suit (à retardement) le niveau de la Seine. Il y a donc des échanges avec la Seine, notamment lors des crues de ce fleuve. On recherche ici à identifier si une partie des pollutions nutritives qui parviennent au plan d'eau ne migrent pas à travers la digue séparant le plan d'eau de la Seine lors des crues. A cette fin, une étude spécifique lors d'une grosse crue de la Seine gagnerait à être entreprise. Compte tenu des temps de trajet du pic de crue, une telle opération est envisageable, car les crues de la Seine commence généralement très en amont et se propagent progressivement vers l'aval.

Nous ne parlons pas ici d'une crue à débordement dans le lac qui est traité dans la gestion active du présent rapport, mais d'une crue normale sans débordement. Les paramètres à suivre sont les suivants :

- Suivi des niveaux (Seine et lac) à un pas de temps journalier.
- Suivi de la qualité de l'eau au droit du point le plus profond du lac. A ce site, on suivra en début et en fin de la crue :
 - Transparence au disque de Secchi ;
 - Profil vertical de température, d'oxygène dissous et de pH, tous les mètres de profondeur ;

- o Échantillonnage à 1m sous la surface, et à 0,5m au dessus du fond. Mesures des paramètres suivants sur ces échantillons : NO_3 , NO_2 , NH_4 , PO_4 , SiO_2 , COT, MES. Les seuils analytiques requis à minima pour les nutriments sont de $15\mu\text{g P/l}$ pour le phosphore (et mieux si possible), $100\mu\text{g N/l}$, et $100\mu\text{g SiO}_2/\text{l}$.

2.4.2 Mieux identifier les risques provenant des alimentations du plan d'eau

Le plan d'eau communique certes avec la Seine, mais il reçoit également des apports de son bassin versant et des eaux de nappe.

Nous avons montré dans les phases précédentes de l'étude qu'il n'y a pas d'apports d'eau usée en quantité notable vers le plan d'eau. Et il ne semble pas y avoir non plus d'exutoires significatifs et direct de réseaux d'eau pluvial dans le lac.

Dés lors les apports sont principalement des apports diffus qui parviennent par les eaux souterraines. Or il a été montré que les teneurs en phosphore sont trop importantes. Il est dès lors nécessaire de rechercher d'où vient ce phosphore. Il y a 4 sources principales qui peuvent se combiner dans des proportions restant à identifier :

- Les nappes d'alimentation. Elles drainent plutôt des zones boisées (propices à une bonne qualité d'eau) mais aussi sans doute des terrains agricoles et peuvent donc être plus ou moins chargées en nutriments. Mais aucune étude précise des flux correspondant et de la qualité des eaux parvenant au lac ne semble avoir été réalisée ;
- Les eaux provenant du golf voisin. Les épandages d'engrais corresponderaient par exemple à 75 tonnes d'engrais en 2011. Si on se base sur la composition de l'engrais utilisé, on arrive à 800 Kg P/an épandus sur le golf. La moitié de cette quantité suffirait, si elle arrivait au lac, à expliquer son eutrophisation. Il est dès lors important de savoir quel est le devenir du phosphore épandu ;
- Les eaux de la Seine sont fortement chargées en phosphore et en azote. Comme le plan d'eau communique avec la Seine (avec un effet retard qui traduit le temps de trajet de l'eau dans la nappe alluviale), il est probable que l'on ait un peu de phosphore qui transite de la Seine vers le lac. Si on laisse de côté le cas des crues de la Seine (abordé au paragraphe précédent), on peut supposer que dans la majorité des cas, les apports se font plutôt préférentiellement dans l'autre sens (lac vers Seine) en saison estivale ;
- Enfin, la dernière source de phosphore est le relargage depuis les sédiments anoxiques. Y en a-t-il et en quelle quantité ? Aucun suivi ne permet de répondre à cette question (voir commentaire sur les suivis I.D.Eaux ci avant).

On propose donc de faire des compléments d'étude qui comporteront les points suivants :

- Implantation de 6 piézomètres,

- Les deux premiers au sud ouest du lac, et qui seront caractéristiques de la nappe d'alimentation habituelle du plan d'eau,
 - Les deux suivant au nord ouest du lac (entre le lac et le golf) et qui seront caractéristiques des infiltrations provenant du golf,
 - Les deux derniers entre la Seine et le lac, et qui permettront de caractériser la qualité de la nappe alluviale entre la Seine et le plan d'eau.
- Suivi des niveaux et de la qualité de ces 6 piézomètres pendant un cycle annuel, au pas de temps mensuel. Les paramètres suivis seront : conductivité, température, O₂, pH, NO₃, NO₂, NH₄, PO₄, SiO₂ avec en ligne de mire les facteurs d'eutrophisation. On ajoutera éventuellement les pesticides épandus sur le golf, à suivre sur les deux piézomètres localisés à l'aval du golf.
- Mesure des niveaux d'eau IGN69 du lac et de la Seine, sur un cycle annuel de sorte à identifier le sens des circulations entre ces deux unités hydrologiques.
- Suivi de la qualité de l'eau au droit du point le plus profond du lac. A ce site, on suivra avec un pas de temps bimensuel de début juin à fin septembre les paramètres suivants :
- Transparence au disque de Secchi ;
 - Profil vertical de température, d'oxygène dissous et de pH, tous les mètres de profondeur ;
 - Échantillonnage à 1m sous la surface, à 4m de profondeur, et à 0,5m au dessus du fond. Mesures des paramètres suivants sur ces échantillons : NO₃, NO₂, NH₄, PO₄, SiO₂, Chla, phéopigments, COT, MES, fer, Mn, Al. Les seuils analytiques requis à minima pour les nutriments sont de 15µg P/l pour le phosphore (et mieux si possible), 100 µg N/l, et 100µg SiO₂/l

Le coût des 6 piézomètres devrait être de l'ordre de 10 000 euros HT, auquel il faut ajouter les coûts d'analyse (suivant ce qui sera retenu), et les sorties terrains pour faire les échantillonnages et suivis.

2.4.3 Campagnes de mesures complémentaires pour compléter le diagnostic

Il s'agit ici de compléments dans le but de caractériser plus finement le diagnostic de fonctionnement du plan d'eau. Beaucoup de données existent, qui permettent une connaissance approfondie du fonctionnement du lac. Il y a cependant quelques niches d'amélioration, et certains points de connaissance gagneraient à être complétés. Nous recommandons donc de prévoir les quelques compléments suivants :

- Procéder à un inventaire de la biomasse de poissons. Il s'agit notamment de vérifier si les peuplements sont équilibrés. Cet inventaire gagnera à être réalisé en dehors de la saison froide ;
- Adapter le suivi de la qualité des eaux du lac réalisé habituellement de sorte à ce qu'il comporte une campagne en février plus une campagne mensuelle entre avril et octobre (c'est plus ou moins ce qui était normalement prévu dans le cadre des suivis fait par Aquascop en 2013). Ce suivi comportera à chaque fois, au point le plus profond du lac et au point suivi habituellement en face de la baignade (à noter que les suivis préconiser au paragraphe 2.4.2 sont à fusionner avec ceux présentés ci après lorsqu'ils tomberont aux mêmes moments de sorte à éviter les redondances) :
 - Un profil vertical de température et d'oxygène dissous (un point tous les 50cm) ;
 - La mesure in situ du pH sur échantillon prélevé en sub-surface ;
 - La transparence au disque de Secchi ;
 - L'analyse des nutriments (PO_4 , P_{total} , NO_3 , NO_2 , NH_4 , SiO_2) sur un échantillon prélevé 20cm sous la surface et sur un échantillon prélevé 20cm au dessus du fond. Les seuils analytiques requis à minima sont $15\mu\text{g P/l}$ pour le phosphore (et mieux si possible), $100\mu\text{g N/l}$, et $100\mu\text{g SiO}_2/\text{l}$;
 - L'analyse du COT, le taux de MES, la concentration en chlorophylle a et en phéopigments sur un échantillon prélevé 20cm sous la surface et sur un échantillon prélevé 20cm au dessus du fond ;
 - Un dénombrement phytoplanctonique (sur un échantillon prélevé 20cm sous la surface et sur un échantillon prélevé 20cm au dessus du fond). Ce dénombrement sera réalisé à minima au niveau du genre pour les cyanobactéries, et de la famille pour les autres espèces, mais il gagnerait à comporter une identification au niveau du genre pour toutes les espèces, voire au niveau de l'espèce.
- Procéder à deux suivis spécifiques visant à caractériser les éventuelles pollutions provenant par temps de pluie. Des échantillonnages seront à réaliser lors d'épisodes pluvieux (le premier au printemps lorsqu'une pluie interviendra peu de temps après les traitements pratiqués sur le golf, le second pendant la saison estivale en période d'affluence importante du plan d'eau). Les échantillonnages et mesures suivantes seront réalisés à ces occasions :
 - Échantillonnage d'eau sur le lac à proximité du golf dans la partie du plan d'eau limitrophe aux zones de traitement.
 - Échantillonnage d'eau au droit du point le plus profond du lac ;
 - Échantillonnage en face de la baignade.

- Sur chacun de ces différents points, on mesurera in situ la température, l'oxygène dissous, le pH, et on analysera les nutriments (PO_4 , P_{total} , NO_3 , NO_2 , NH_4), le COT, le taux de MES, la turbidité, les dénombrements bactériologiques (E Coli, Entérocoques intestinaux).
- Procéder à un inventaire complet de la couverture macrophytique en fond du plan d'eau. Celle ci comportera les espèces et leur taux de recouvrement spatial. Cet inventaire devra préférentiellement être réalisé sur une campagne en fin de printemps (juin). Cette tâche était prévue dans les prestations réalisées par Aquascop en 2013.

2.5 Actions préconisées

Rappelons que le risque critique est celui de prolifération des cyanobactéries. Il induit des risques de catégorie 1 associés (voir Tableau 1). Les actions considérées en lien avec ce problème, et avec les quelques risques mineurs identifiés sont présentées ci après.

2.5.1 Actions visant à limiter le risque de contamination bactérienne d'origine anthropique

D'après les résultats des phases 1 et 2 le risque de contamination anthropique semble relativement limité. Il est en grande partie lié aux eaux pluviales. Sur la base des éléments collectés dans le cadre de l'étude, on propose de mettre en œuvre les actions suivantes :

- Maintenir une grande attention à l'entretien et à la maintenance des quatre postes de relevage des eaux usées ;
- Vérifier le fonctionnement du nouveau système d'assainissement et d'épuration des eaux usées du camping situé au Sud du plan d'eau.

2.5.2 Actions visant à réduire le risque de contamination par les animaux

Le problème de contamination fécale par les animaux concerne essentiellement les oiseaux. A cela s'ajoute le problème sanitaire lié aux chenilles processionnaires.

2.5.2.1 Contaminations apportées par les chiens

Les chiens n'ont pas accès à la plage et doivent être tenus en laisse sur le reste de la base de loisir. Autant le premier point est probablement respecté, autant le second ne l'est pas forcément. Il serait utile de lancer une campagne de sensibilisation auprès des propriétaires de chiens de sorte à leur faire comprendre les enjeux afférents.

2.5.2.2 Contaminations apportées par les ragondins

Comme cela a été annoncé, les contaminations véhiculées par les ragondins restent limitées quantitativement et éloignées spatialement. Il conviendra quand même à la fois de surveiller l'évolution du peuplement de ragondins, et d'éviter leur installation à l'ouest du plan d'eau. Il est important d'empêcher qu'ils ne s'implantent aux abords de la plage.

Si les peuplements augmentaient il conviendrait sans doute de procéder à une régulation des populations de ragondins par piégeage dans les parties Nord et Sud du lac pour éviter qu'ils ne s'approchent de la zone de baignade (voire dans la partie Ouest si leur présence y est identifiée).

2.5.2.3 Contaminations fécales apportées par les colonies d'oiseaux aquatiques

Cette contamination est assurément la plus pénalisante. Elle intervient pour partie directement au droit de la baignade, avec notamment une population d'oisillons bernaches et de cygnes. Les germes pathogènes pénètrent alors dans le sable, ce qui accentue le risque pour les enfants qui y jouent.

Afin de réduire ce risque, on propose d'entreprendre les actions suivantes :

- Il est important **d'interdire aux usagers du plan d'eau de nourrir les oiseaux** sur la base de loisir, et donc de disposer de suffisamment de panneaux d'information à ce sujet. L'endroit crucial est le secteur de la plage ;
- Il est également important que les détritiques et déchets alimentaires soient mis dans les poubelles prévues à cet effet. Des poubelles sont installées aux abords de la plage et les **détritiques sont régulièrement ramassés** au cours de la journée et c'est une bonne chose. Afin de diminuer le nombre d'oiseaux sur la plage, nous recommandons de poursuivre le ramassage des déchets laissés par les baigneurs sur la plage ou aux abords des poubelles dès la fermeture des baignades, et ne pas attendre le petit matin pour faire ce type de maintenance. Cette mesure vise à réduire l'attractivité de la plage aux oiseaux.

- Il convient également de **nettoyer correctement la surface du sable** quand il y a des déjections en ramassant ces déjections. En saison estivale, le sable étant sec, ce ramassage peut être fait par ratissage et tamisage du sable, mais en hiver et au printemps, le ratissage tend à mélanger les déjections des oiseaux avec le sable et donc à maintenir les germes bactériens correspondant dans le sable où jouent les enfants. Ainsi, un ramassage manuel des déjections des gros oiseaux aquatiques (oies, cygnes) gagnerait à être envisagé au printemps ;
- Une autre mesure à envisager consistera à **réaliser une gestion des populations**, notamment par stérilisation des œufs, ou par abattage sélectif (les oies bernaches ne sont plus parmi les espèces protégées et c'est ce qui explique sans doute que leur population ait régressé dans de nombreux plans d'eau) ;
- Si aucune réduction significative de population d'oiseaux aquatiques n'était relevée avec les mesures évoquées ci-avant, une mesure d'effarouchement devrait alors être envisagée. L'effarouchement des oiseaux peut être réalisé par l'utilisation de pétard ou de laser destinés à rendre la plage inhospitalière. Ce type de mesure offre l'avantage de fonctionner en dehors des tranches horaires d'ouverture des plages à la baignade. Puisqu'il y a des logements sur la base de loisir, il serait sans doute préférable d'opter pour un laser, car les pétards peuvent être perçus comme une nuisance. Mais la grande taille du plan d'eau permet également d'envisager cette éventuelle alternative. Il s'agit donc d'une mesure en dernier ressort, en cas de population d'oiseaux aquatiques trop importante aux abords de la plage.

On retiendra dans un tel contexte que la combinaison d'une limitation des facteurs d'attractivité joint à des facteurs de réduction de peuplement devrait limiter les populations d'oiseaux aquatiques aux abords de la plage et les risques associés.

2.5.2.4 Dermatite cercarienne

Ce problème inclut les oiseaux aquatiques mais aussi les mollusques porteurs intermédiaires, et le contexte environnemental au sens général.

Le cycle des cercaires passe par un hôte intermédiaire qui est un mollusque (*radix...*). Les cercaires sont émis par intermittence depuis ces hôtes intermédiaires. Les fucocercaires émis passent dans l'eau à la recherche de l'hôte définitif (dans le cas présent, principalement les canards et cygnes et probablement aussi les oies bernaches). C'est à ce stade qu'ils peuvent contaminer les humains en pénétrant à travers la peau.

Les mesures visant à réduire le risque portent sur l'ensemble des éléments de la chaîne :

- Réduction des facteurs permettant le développement des mollusques aux abords de la baignade. Il s'agit donc ici de **limiter le développement des macrophytes**. Il est primordial de les éliminer des abords la zone de baignade. Comme la pente est relativement forte, il convient avant tout de traiter la zone de baignade et les deux cotés de cette zone (sur une distance d'environ 50 à 100m le long du rivage et jusqu'à une profondeur de 3 m environ) ;
- **Éviter la présence des oiseaux aquatiques dans la zone de baignade** et aux abords de la prise d'eau (voir paragraphe 2.5.2.3). En limitant cette présence on réduit la contamination des mollusques présents ;
- **Ramassage des mollusques**. En limitant le nombre de mollusques, on réduit le nombre de cercaires émis dans l'eau. Ce ramassage ne peut être réalisé que dans la zone de baignade, là où l'on a pied, mais c'est la zone la plus proche des baigneurs et donc la plus impactante. Ce ramassage n'est à réaliser dans un premier temps que lors des campagnes occasionnelles de recherche de cercaires (voir paragraphe 3.1.2), ou si d'aventure le plan d'eau devenait contaminé par des cercaires. C'est donc une mesure de surveillance dans un premier temps et de régulation du risque de dermatite cercarienne en cas de risque avéré (dans un second temps), si l'on n'arrivait pas à supprimer les macrophytes de la zone proche de la plage.

Comme on le voit, les oiseaux aquatiques sont à la fois nuisibles par les contaminations bactériologiques qu'ils apportent et par les cercaires qu'ils véhiculent. Il y a donc un double intérêt à les éloigner des plages.

Toutes les mesures évoquées ci avant visent à réduire autant que possible le risque de dermatite cercarienne chez les baigneurs, mais ce risque ne pourra être supprimé complètement car il continuera à exister sur le reste du plan d'eau. Ces mesures sont donc à maintenir sur le long terme.

Ce risque est rappelons le potentiel, du fait des facteurs de risque existant, mais il n'est pas avéré.

2.5.2.5 Problème de la processionnaire du chêne

La base rencontre des problèmes de chenilles processionnaires urticantes, obligeant les gestionnaires à interdire l'accès à certaines parties du site.

En juin 2011, de nombreux triathlètes ont été sujets aux symptômes d'une exposition aux chenilles processionnaires urticantes.

Les gestionnaires de la base de loisirs ont alors effectué deux passages de produits phytosanitaires (BASIL) sur les espaces verts du village et du camping. Ces produits phytosanitaires sont également susceptibles de contaminer le plan d'eau.



Il est à noter que, de part les conditions météorologiques, les chenilles processionnaires ont été particulièrement nombreuses en Île-de-France en 2011.

La processionnaire du chêne (*Thaumetopoea processionea*) est donc apparue récemment. Compte tenu du contexte forestier environnant, et de la tendance régionale au développement de la chenille processionnaire, il est probable voire certain, que ce risque perdure même si on éradiquait la présence des chenilles dans l'enceinte de la base de loisir (il y aurait réinfestation depuis des sites limitrophes). Les mesures de lutte prises n'ont donc que pour vocation de limiter leur présence sur la base de loisir, et elles devront être répétées tous les ans.



Les pièges à phéromone sont probablement peu efficaces dans le contexte forestier de la base de loisir.

Les principaux modes de lutte sont dès lors :

- la destruction des nids (brulage, aspiration, grattage) mais attention à être correctement équipé (opération à réaliser en mai et Juin).
- les traitements biologiques (bactéries, parasites, prédateurs), à réaliser entre avril et mai.
- les traitements chimiques. Les traitements sont à réaliser entre mai et juin.

Le gestionnaire de la base de loisir gagnera à capitaliser sur le traitement qu'il pratique actuellement, et l'ajuster ou le remplacer en fonction des résultats obtenus.

2.5.3 Actions visant à limiter le risque lié aux cyanobactéries

Comme indiqué dans le présent rapport et dans le rapport de phase 2, les apports nutritifs proviennent en grande partie des eaux souterraines. A cela s'ajoute les pollutions locales (chiens, oiseaux, rongeurs, appâts des pêcheurs...).

Le rapport de phase 2 conduit à penser que le lac est eutrophe (il persiste une imprécision sur l'origine de cette eutrophisation due au manque de données sur les apports). Le lac a une stratification intermittente mais qui est suffisante pour conduire à des relargages potentiels depuis les zones profondes. Par ailleurs, la transparence est très variable. Cette transparence est directement liée à la compétition entre phytoplancton et macrophytes. Tant que ces derniers dominent, la transparence est correcte. Mais comme il y a suffisamment de phosphore dans l'eau, et que le nord du lac est suffisamment profond pour que ça y défavorise les macrophytes par rapport au phytoplancton, le phytoplancton peut se développer (ce développement à fatalement lieu sur l'ensemble du lac). On assiste notamment en fin d'été à l'apparition occasionnelle de fleurs d'eau à cyanobactéries fixatrices d'azote atmosphérique (*anabaena* et *aphanizomenon*) auxquelles s'ajoutent des *microcystis*. Ces trois types de cyanobactéries sont potentiellement toxiques et font peser un risque sur la santé humaine en cas d'ingestion. Le problème est donc avant tout celui des baigneurs, mais il impacte aussi d'autres activités (école de voile, planche à voile...). Les fleurs d'eau à cyanobactéries peuvent se retrouver concentrées à différents endroits du lac sous l'effet du vent et c'est alors un facteur accru de risque.

Le phosphore est l'élément contrôlant le niveau de risque de prolifération des cyanobactéries. Sachant que le lac a un temps de séjour plutôt long (environ 1 an) et qu'il a une profondeur hétérogène, le phosphore des sédiments est potentiellement partiellement disponible et peut entretenir le niveau trophique du plan d'eau (ce point est accrédité par la variabilité des teneurs en phosphore rencontrées dans les sédiments en fonction du temps).

Cela étant nous avons identifié trois sources externes de phosphore et une source interne qui pourraient potentiellement conduire seules ou ensemble à l'eutrophisation du lac. Il convient donc avant toute mesure curative de rechercher

quelles sont les sources de phosphore principales entre ces quatre sources (nappe du bassin versant, golf, relargage depuis les sédiments, nappe alluviale de la Seine).

Suivant les résultats de ce diagnostic complémentaire (voir paragraphe 2.4.2), on pourra cibler les actions à entreprendre.

On notera que le relargage depuis les sédiments n'est sans doute pas la cause principale de l'eutrophisation mais peut être un facteur aggravant, d'où l'intérêt de le caractériser.

Si on reprend les éléments conditionnant la prolifération des cyanobactéries dans le plan d'eau de Moisson, on peut dresser le constat suivant :

- L'idéal serait de pouvoir réduire les flux de phosphore entrant dans le lac. De ce point de vue, il est illusoire de vouloir réduire rapidement les apports des nappes d'alimentation, et cela nécessite de travailler sur le long terme sur les pollutions reçus par les bassins d'alimentation. Une telle démarche sort du cadre de la présente étude.
- Par contre on peut travailler sur les sources de pollution plus rapprochées, à savoir :
 - o **Réduire les populations d'oiseaux aquatiques** présents sur le plan d'eau. Dans cet ensemble, on ajoutera tous les oiseaux, donc y compris les mouettes lorsqu'elles sont présentes en nombre, car les contaminations nutritives apportées peuvent ne pas être négligeables. Un système d'effarouchement disposée en milieu de plan d'eau pourrait avoir une certaine utilité, à l'instar de ce qui est pratiqué sur le plan d'eau de Jablines-Annet ;
 - o Éviter les éventuelles contaminations humaines (on en revient ici à une bonne gestion des effluents qui semble être déjà correctement pratiquée) ;
 - o Veiller à ce que les **pêcheurs n'utilisent pas trop d'appâts** (le problème se pose notamment pour la pêche à la carpe). Il est cependant probable que ces apports soient peu conséquents dans le lac de Moisson si on rapporte le nombre de pêcheurs à la taille du plan d'eau. Cela étant, il y a ici un effet psychologique à travailler sur l'ensemble des sources de pollution, de sorte à ce que chaque pollueur potentiel ne s'appuie pas sur les autres pollueurs pour justifier de ne rien faire. Une campagne d'affichage poussant les pêcheurs à une certaine retenue dans l'usage des appâts ne peut dès lors qu'être bénéfique et recommandée ;
 - o **Réduire les intrants sur le golf**. Nous avons vu qu'ils sont très importants. Le suivi piézométrique recommandé devrait permettre d'y voir plus clair sur le niveau de contamination provenant du golf, mais il y a ici probablement une source non négligeable de pollution nutritive sur laquelle on peut avoir facilement prise (mais la décision

de réduire les intrants risque d'être freinée par les intérêts économiques en jeu) ;

- **Réduire les relargages depuis les sédiments profonds.** Avant d'envisager des mesures éventuelles (comme une destratification de ce secteur du plan d'eau), qui auront un certain coût, encore faut-il disposer des éléments permettant de confirmer si ces relargages représentent un flux significatif ou pas. Un complément d'étude est requis sur ce point (voir paragraphe 2.4.2).
- On ne peut pas agir sur le temps de séjour des eaux en accroissant la circulation des eaux, sauf à vouloir établir une interconnexion entre le lac et la Seine. Or une telle mesure serait contre productive car elle aggraverait la situation, plutôt qu'elle ne réglerait le problème. En effet, cela aurait pour conséquence d'augmenter le niveau trophique du lac, donc augmenter la biomasse phytoplanctonique et de cyanobactéries, sans compter qu'il en résulterait une contamination bactériologique des eaux qui interdirait certainement la pratique de la baignade.
- On sait que si l'ensemble du lac était recouvert de macrophytes, il est probable que cela réduirait fortement le risque de cyanobactéries. Cependant, il n'est pas si simple pour les macrophytes de coloniser les zones profondes, car la turbidité est sans doute trop forte pour que cette colonisation soit pérenne et de densité suffisante pour consommer les nutriments apportées par les eaux souterraines et les sédiments. Par ailleurs, il en résulterait alors l'impossibilité de pratiquer les activités nautiques, ce qui va à l'encontre des objectifs de la base de loisir, sans compter que cela accroîtrait le risque de dermatite cercarienne.
- On peut aussi envisager d'utiliser des algicides (comme le sulfate de cuivre) pour tuer les cyanobactéries. Mais cette pratique serait à renouveler une à deux fois par mois, car elle ne peut pas être pérenne. Par ailleurs, il en résulterait une contamination progressive de la chaîne trophique, donc des poissons, avec des effets induits potentiels sur les pêcheurs, voire une image contre productive pour la baignade. D'une façon générale, l'utilisation de techniques consistant à épandre un produit chimique dans l'eau n'est pas facile à mettre en œuvre vu la taille du lac. Au vu de ces éléments, on suggère donc de ne pas retenir à ce stade de solution à base d'algicide.

Le gestionnaire de la base de loisir fait état que les macrophytes induisent des problèmes pour certaines activités (voile, pédalo, kayak, aviron, pêche...), et se pose la question de la maîtrise de cette biomasse (faucardage, chaulage...). Nous ne recommandons pas de pratiquer des chaulages. Par contre des faucardages sélectifs sont envisageables. Il convient de retirer de la biomasse algale notamment aux abords de la baignade, et dans certains secteurs particulièrement importants pour les activités nautiques. Mais ce retrait doit se faire de sorte à maintenir les macrophytes comme compétiteurs du phytoplancton. La suppression massive des macrophytes conduirait à une situation plus critique du point de vue du risque

cyanobactérien. Donc, des faucardages sélectifs sont possibles, notamment en fin de printemps, en prenant bien soin d'évacuer les algues prélevées, mais il ne faut pas en faire en période de domination des cyanobactéries donc ni en août ni en septembre.

Au final et plus globalement, avant de chercher à réduire notablement les macrophytes, il faut d'abord régler le problème des cyanobactéries, et cela passe par une réduction des flux nutritifs et donc de l'état trophique du plan d'eau. Et pour y parvenir, il faut avoir identifier/quantifier les sources de phosphore. Nous recommandons donc de procéder par étape, en réalisant d'abord les compléments d'étude requis aux paragraphes 2.4.2 et 2.4.3, puis en statuant à partir de cette base sur la meilleure alternative pour abattre durable le risque de prolifération des cyanobactéries.

Par ailleurs, indépendamment des suivis réglementaires évoqués dans le chapitre 3, et des préconisations du paragraphe 2.4.3, il aurait pu être utile d'envisager un suivi journalier estival du taux de saturation en oxygène dissous et/ou du pH dans l'eau au sein de la zone de baignade et dans la zone profonde au nord du lac. Ces mesures peuvent être réalisées par l'emploi d'un oxymétrie et d'un pH-mètre. Ces taux permettent d'appréhender indirectement l'état de la production primaire dans les eaux. Des valeurs supérieures à 120 % traduisent une forte production primaire, mais ce suivi aurait surtout visé à identifier d'éventuelles dérives par rapport aux valeurs habituelles, servant alors à être un indicateur de dégradation de la qualité de l'eau et d'alerte (encore faut-il que cet écart ne soit pas lié à une défaillance de la sonde de mesure). Cependant, ces deux paramètres sont également impactés par la croissance des macrophytes, et une hausse importante n'est donc pas forcément liée à un risque de prolifération de cyanobactéries. En conséquence, on ne recommande pas de suivre ces paramètres au quotidien, car il sera difficile/impossible pour le gestionnaire de baignade de lier d'éventuelles hausses des valeurs aux cyanobactéries.

Il semble que la transparence des eaux soit un meilleur indicateur de l'état de la biomasse phytoplanctonique, car elle permet de différencier clairement l'impact du phytoplancton de celui des macrophytes. En effet, les fortes concentrations en chlorophylle a sont généralement associées sur le plan d'eau de Moisson à une transparence inférieure à 1m, comme le montre la figure suivante.

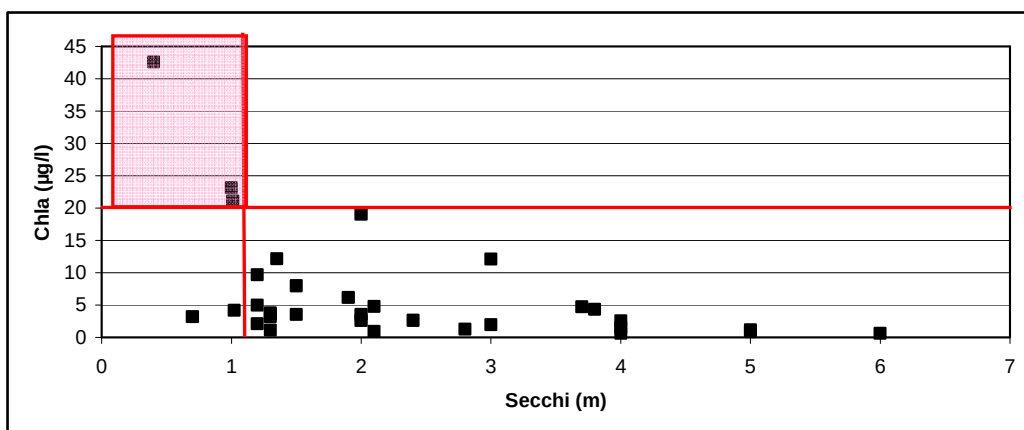


Figure 5 : Relations entre transparence au disque de Secchi et concentration en chlorophylle a au sein du plan d'eau de Moisson

On peut dès lors proposer le protocole opératoire suivant (qui est également repris dans le chapitre 3) :

- **Mesure journalière de la transparence au disque de Secchi** (zone de baignade et zone profonde du lac) ;
- **Si la transparence est inférieure à 1m**, on procède à un échantillonnage d'eau pour **analyse de chlorophylle a** (la fréquence d'analyse reste à affiner, mais une à deux fois par semaine serait une bonne base). On pourrait aussi envisager d'implanter une bouée avec une sonde de mesure en continu, mais ce type d'équipement est relativement onéreux (à discuter plus avant en fonction de l'intérêt porté par le gestionnaire de baignade) ;
- **Si la teneur en chlorophylle a est supérieure à 15 µg/l** on procède à un échantillonnage d'eau pour dénombrement des cyanobactéries. On rejoint ici les protocoles opératoires définis au chapitre 3.

2.5.4 Actions visant à limiter le risque de turbidité

Comme indiqué à plusieurs reprises, la transparence des eaux est directement dépendante de la biomasse phytoplanctonique. Résoudre les pics de turbidités estivaux passe donc avant tout par la réduction de la biomasse phytoplanctonique (voir paragraphe ci avant).

2.5.5 Actions visant à réduire le risque de contamination interhumaine

Le risque de contamination interhumaine n'apparaît pas critique car l'affluence est généralement plutôt faible. Mais il peut y avoir des pics de fréquentation qui soient susceptibles de poser problème. Les valeurs maximales d'affluence constatées par le gestionnaire de la base de loisir sont de 250 baigneurs simultanément. A ce chiffre nous sommes au delà du seuil considéré classiquement comme acceptable. Il y a cependant des facteurs d'atténuation, principalement du fait de la bonne

ouverture de la plage sur le lac et des circulations d'eau qui peuvent y prendre place.

On peut donc qualifier le risque de contamination inter-humaine de modéré, mais il est cependant utile de prévoir la possibilité de déclencher des suivis bactériologiques ponctuels des eaux de baignade en cas d'affluence importante de baigneurs sur la plage. Cela permettra ainsi de vérifier s'il y a ou pas un risque, et à quel niveau d'affluence et dans quel contexte il intervient sur la plage.

Si un risque avéré était identifié, ce qui n'est pas certain si l'affluence n'augmente pas par rapport à la situation décrite par le gestionnaire de baignade (rappelons que la qualité bactériologique des eaux est généralement bonne), il conviendrait d'abord d'en regarder l'occurrence et l'intensité. Si la situation à risque est rare et que la contamination reste limitée, ce qui est probable, aucune action ne sera à engager. En cas contraire (cette situation reste peu probable au vu des données actuelles), on pourra rechercher un moyen d'améliorer les choses. Plusieurs options seront alors envisageables.

- Restreindre la présence sur la zone de baignade à un nombre maximal de personnes (ce nombre étant identifié sur la base des suivis bactériologiques pratiqués). Une telle restriction nécessiterait de clôturer l'accès à la plage et de contrôler les entrées, mais offrirait l'avantage de ne pas engager de frais d'exploitation ;
- Augmenter la taille de la baignade. Ce point est cependant dépendant de la faisabilité de cette augmentation et pourrait prendre du temps à mettre en oeuvre. Par ailleurs, on peut s'attendre alors à un accroissement de l'affluence lié à cette augmentation de périmètre, qu'il conviendrait de prendre en compte dans l'approche.

Avant de prendre une quelconque initiative, il convient de faire les suivis spécifiques et qualifier le risque de contamination inter-humaine (voir paragraphe 3.1.4), et si une initiative est à envisager, celle ci devra alors être adaptée à l'échelle du problème (donc à la criticité et la fréquence des contaminations qui auront été constatées).

2.5.6 Synthèse des actions préconisées

Le tableau suivant récapitule les risques identifiés avec la ou les préconisations d'action proposées. Ces actions sont avant tout des suivis préconisés pour identifier les sources de pollution, et des actions d'exploitation, et pour la plupart d'entre elles, il s'agit de poursuivre la gestion existante et les ajouts en cours de mise en œuvre qui répondent aux besoins. Comme il n'y a pas de travaux d'aménagement lourd à prévoir, cela explique le faible nombre de montants d'investissement correspondant (colonne de droite du tableau).

Étude de profil de baignade et activités aquatiques de la base de Boucle de Seine

Un des risques n'a pas été abordé dans le présent chapitre, car il est avant tout lié à la gestion active. Il s'agit du risque de débordement de la Seine et à ce qu'il conviendra au gestionnaire de baignade de mettre en œuvre après un tel événement. Ce point est traité dans le chapitre suivant.

Au global, à part le problème des cyanobactéries en lien avec l'eutrophisation des eaux, la majeure partie des risques identifiés restent limités et sont actuellement déjà gérés de façon correcte. Il existe quelques points d'ajustement, identifiés dans le présent rapport.

Le poids principal doit dès lors être donné à la caractérisation des sources de nutriments et à leur diminution.

Tableau 2: Synthèse des actions préconisées

Source de pollution	Type de pollution	Impact potentiel	Etat du risque	Niveau de priorité	Mesures proposées	Ordre de prix des frais d'investissement (en k€ hors frais d'exploitation)
Apports par les eaux souterraines	apports nutritifs	eutrophisation du lac et prolifération de cyanobactéries	lac eutrophe. L'essentiel des apports nutritifs se fait par les eaux souterraines, c'est donc un vecteur de pollution à mieux caractériser.	priorité 1	Campagne de mesures visant à caractériser les flux de nutriments provenant du bassin versant, de la Seine et du golf	10 K€ pour les piézomètres (hors échantillonnages et analyses)
Golf	apports d'engrais, de pesticides	eutrophisation du lac, toxique dans les chairs de poissons	Un golf de 50Ha juste au dessus du lac. Il reçoit des engrais et pesticides et constitue donc une source de pollution potentielle pour le lac	priorité 1		
Mouettes	pollutions liées aux mouettes	contamination bactérienne des baigneurs, eutrophisation du lac (cyanobactéries)	un épisode en 2004, mais la population a fortement régressé depuis	priorité 2	Surveiller le peuplement de mouettes, et envisager l'implantation d'effaroucheurs en milieu de lac si la population devient trop importante	-
Réseaux d'eaux pluviales	apports pluviaux directs au lac	Contamination fécale des eaux du lac et donc des baigneurs. Contamination aux hydrocarbures. Eutrophisation (cyanobactéries)	Les eaux sont majoritairement infiltrées et n'arrivent pas dans le lac. Il y a cependant présence de quelques conduites abandonnées (cote ouest), ou drainant les voies d'accès (nord)	priorité 2	S'assurer que toutes les conduites aboutissant dans le lac soient fermées et étanches	-
Ruissellement eaux pluviales	apports de contaminants au lac par entrainement des eaux	Contamination fécale des eaux du lac et donc des baigneurs. Contamination aux hydrocarbures. Eutrophisation (cyanobactéries)	La plupart des eaux pluviales s'infiltrent et une petite partie peut arriver par ruissellement (en cas de gros orages).	priorité 2	Maintenir et entretenir les zones tampons et éviter les rejets d'eaux pluviales des éventuelles zones de travaux	-
Chenilles urticantes	émission poils urticants	allergies par contact avec la peau	des chenilles processionnaires du chêne, et problèmes cutanés identifiés en 2011	priorité 2	Poursuivre les traitements pratiqués actuellement	-
Inondation du plan d'eau par la Seine en cas de crue	apports organiques, nutritifs, microbiologique, turbidité	contamination bactérienne, eutrophisation (et cyanobactéries), faible transparence	Dernier débordement en 2001, et occurrence environ tous les 20 ans. Risque d'eutrophisation notable	priorité 2	Ne pas ouvrir la baignade dans le mois suivant un débordement de la Seine dans le lac. Suivre les paramètres bactériologiques et physico-chimiques du lac dans les mois suivants le débordement	-
Oies bernaches, cygnes, canards	contamination fécale, risques cercaire	contamination bactérienne, dermatite cercarienne	Il y a quelques cygnes à proximité des plages (et dans une moindre mesure des oies bernaches)	priorité 3	Interdire de nourrir les oiseaux, ramasser les déchets sur plage, nettoyer les déjections sur plage, faucher les macrophytes aux abords de la zone de baignade, régulation population d'oies bernaches	-
Baigneurs	Contamination microbiologique, turbidité	Contamination inter-humaine des baigneurs	Limité aux pics d'affluence. Pas de contamination avérée.	priorité 3	Assurer la surveillance sanitaire lors des pics d'affluence	-
Flux issus des réseaux d'eaux usées	Débordement de poste de refoulement, fuites sur conduites	Contamination fécale des eaux du lac et donc des baigneurs	4 PR, un a fuit par le passé, mais il a été refait. Plus de fuite constatée depuis.	priorité 3	Poursuivre l'entretien et la surveillance des postes de refoulement et réseaux d'assainissement	-
Chiens	contamination fécale	contamination bactérienne	chiens non autorisés sur plage, dispersé sur le pourtour du lac	priorité 3	Maintenir l'interdiction des chiens à proximité de la plage avec signalétique appropriée	-
Pêcheurs de carpes	contamination organique par les appâts	eutrophisation du lac	L'impact existe mais il n'est pas totalement qualifié.	priorité 3	Faire une campagne d'information auprès des pêcheurs pour qu'ils limitent les appâts	-
Rongeurs (ragondins, lapins, rats)	contamination fécale	contamination bactérienne	présence de quelques ragondins mais éloignés de la zone de baignade	priorité 3	Surveiller le peuplement de ragondins et déclencher des piégeages sélectifs s'ils se rapprochent de l'ouest du lac	-

3

Mesures de gestion active

La gestion active de la plage consiste à **prévenir l'exposition des baigneurs à des pollutions des eaux de baignade.**

L'objet de ce volet repose tout d'abord sur la proposition d'une méthode d'évaluation du risque d'atteinte à la santé des baigneurs.

En cas de confirmation de ce risque, il doit être envisagé de mettre en place un système de gestion active pour permettre aux personnes responsables de la baignade d'identifier rapidement et précisément une situation à risque et le retour à une situation sans risque.

Les paragraphes suivants présentent d'abord les campagnes de suivis pour caractériser dans la durée les facteurs de risque.

Est ensuite abordé le cas particulier du risque de débordement de la Seine et de la gestion qui peut en être faite.

Sont enfin présentés les différents systèmes et protocoles de gestion active en cas de contamination effective ainsi que leur fondement réglementaire (avec en point de mire le risque cyanobactérien, et le risque de contamination bactérien).

Une synthèse générale à visée opérationnelle est disposée en fin de chapitre et regroupe les points les plus importants.

3.1 Campagnes de suivis pour caractériser les facteurs de risque

Il s'agit ici de définir les campagnes de mesures à réaliser de façon régulière pour évaluer l'évolution du niveau des risques identifiés. Il ne s'agit donc pas ici d'une gestion de crise mais d'une gestion de long terme.

Parmi les problèmes potentiels à étudier, ont été identifiés les points suivants :

- Risque de contamination bactérienne par les animaux (ragondins, oiseaux).
- Risque de dermatite cercarienne ;
- Risque de prolifération de cyanobactéries ;
- Risque de contamination inter-humaine ;
- Risque de turbidité.

Pour faire face à ces différents risques, certains suivis spécifiques gagneront à être réalisés.

D'une façon générale (sauf dans le cas des cercaires), les coûts indiqués ci après sont des coûts d'analyse (ils seront à ajuster en fonction du laboratoire effectivement missionné pour réaliser les analyses), et ne comportent ni l'échantillonnage, ni le flaconnage, ni le transport jusqu'au laboratoire d'analyse, ni les coûts d'interprétation et de diagnostic. Par ailleurs, il y a souvent des frais de prise en charge qui varient d'un laboratoire à l'autre et ne dépendent pas forcément du nombre d'analyses pratiquées, mais uniquement du nombre d'échantillons. Par contre, dans la plupart des cas le laboratoire peut fournir le flaconnage et venir chercher les échantillons pour analyse. Cela nécessite cependant une bonne anticipation de l'organisation des prélèvements, car les échantillonnages sont souvent liés à des conditions spécifiques (notamment météorologiques), et il convient également de tenir compte des contraintes du laboratoire d'analyses. Au global, les coûts dépendent donc beaucoup de l'organisation et des regroupements de prélèvements et d'analyses réalisés.

3.1.1 Risque de contamination bactérienne par les animaux

Ce risque est globalement suivi par les ARS en ce qui concerne les *Escherichia Coli* et les entérocoques intestinaux, qui permettent aussi de caractériser d'éventuelles contaminations animales. Par contre il conviendra de suivre l'occurrence éventuelle d'une contamination par les leptospires véhiculée potentiellement par les ragondins. Un suivi ponctuel gagnera à être réalisé de temps en temps sur les rives Est et Sud du lac, là où pourraient se trouver l'essentiel des peuplements de ragondins. La fréquence sera à ajuster en fonction du développement de la population de ragondins, et notamment si elle se rapproche de la zone de baignade. Dans un premier temps, on peut partir sur **un échantillon prélevé tous les 2 ans (en cas d'absence de Leptospires) et une fois par an (dans le cas contraire), et ce, par temps sec, de préférence au printemps de sorte à disposer de l'information en amont de l'ouverture de la saison estivale.** Si la présence de leptospires était avérée dans ce secteur du plan d'eau, il conviendrait alors de refaire un échantillonnage, cette fois ci en début d'été au droit de la plage de sorte à vérifier si cette contamination s'étend jusqu'à la zone de baignade ou pas, et pour vérifier si les ragondins ont fui la zone fréquentée par les baigneurs pendant l'ouverture de la baignade ou pas.

Le coût d'une analyse pour recherche de leptospirose est d'environ 470 euros HT. On suppose que le gestionnaire de baignade pourra réaliser le prélèvement lui même.

3.1.2 Risque de dermatite cercarienne

Ce facteur de risque est apparu récemment. En effet, la venue sur la plage de cygnes et d'oies bernaches (qui sont des porteurs potentiels de la dermatite cercarienne) n'est devenue significative que depuis 2011. De fait, aucun suivi spécifique du risque de dermatite cercarienne n'a été entrepris à ce jour. Comme indiqué dans le rapport de phase 2, le risque existe désormais, car il y a les oiseaux potentiellement porteurs (ceux ci viennent sur la plage), le plan d'eau est peu profond dans sa moitié sud, avec de la végétation aquatique aux abords de la zone de baignade, où pourrait se trouver les hôtes intermédiaires que sont les mollusques.



Photo 3 : Plage du plan d'eau de Moisson (I.D.Eau) et cygnes sur ce même plan d'eau

Une campagne de recherche de fucocercaires sera à prévoir dans les situations suivantes :

- Avant tout s'il y a apparition de cas de dermatite cercarienne (qui se manifeste notamment par la présence de boutons cutanés après la baignade) ;
- S'il y a explosion du peuplement d'oiseaux potentiellement porteurs dans la zone de baignade (canards, cygnes, oies bernache) ;
- S'il y a explosion de macrophytes dans la partie du plan d'eau situé à coté de la baignade.

La fréquence de suivi est **d'une fois tous les deux ans en l'absence de détection des cercaires**, mais un suivi au moins annuel est à prévoir en cas de détection. Une telle campagne de recherche se fait **en été (par temps chaud)**, par prélèvement des mollusques sur la végétation aquatique, puis par un test d'émission. Nous recommandons de contacter le professeur Hubert Ferté de l'université de Reims qui

peut venir avec son équipe faire les échantillonnages et les tests en laboratoire. Afin de faire des économies, il est recommandé qu'il forme le personnel de la base de loisir à l'échantillonnage, ce qui permettra lors de ses interventions ultérieures, qu'il se focalise sur les tests en laboratoire.

Les coûts associés sont les suivants :

- Une campagne réalisée par l'équipe du professeur Ferté : environ 1500 € HT
- Tests d'émission en laboratoire par l'équipe du professeur Ferté (dans le cas d'un échantillonnage réalisé par le gestionnaire de la base de loisir, hors conditionnement et transport des échantillons) : environ 600 € HT.

3.1.3 Risque de prolifération des cyanobactéries

Comme cela a été montré, les faibles transparences de l'eau sont plutôt liées à des pics de phytoplancton (via son niveau de chlorophylle a), que l'on peut donc interpréter comme des risques accrus de pics de biomasse de cyanobactéries, connaissant le fonctionnement du plan d'eau de Moisson. De fait, la transparence est un bon indicateur à surveiller.

A contrario, les suivis du taux de saturation en oxygène dissous et/ou du pH posent problème, car ces suivis ne permettent que de caractériser l'état de la production primaire, et pour différencier celle liée aux macrophytes de celle liée au phytoplancton, il faut avoir déjà une certaine expérience en limnologie. Par ailleurs, l'usage d'un oxymètre peut conduire à des valeurs erronées, et la encore il faut de l'expérience pour analyser les résultats obtenus. Sans compter qu'il faut également entretenir les sondes qui sont plutôt fragiles.

De fait, on recommande de croiser les informations suivantes :

- Une mesure régulière de la transparence au disque de Secchi (au milieu du lac dans la partie profonde du plan d'eau).
- L'état visuel de l'eau et sa couleur ;
- Les paramètres météorologiques (vent, pluie).

Si la transparence est correcte (supérieure à 1m) on peut supposer que le risque est modéré d'avoir une efflorescence cyanobactérienne (cela ne signifie pas qu'il n'y aura pas de cyanobactéries, mais qu'il y aura un risque moindre que cette biomasse soit conséquente). Si la transparence est inférieure à ce seuil, et qu'elle ne peut être expliquée par une remise en suspension du fond (conjonction de vent et d'une coloration de l'eau caractéristique d'une telle remise en suspension), il faut considérer qu'il y a un facteur de risque. Ce point sera repris plus avant dans la gestion active du risque Cyanobactérien (voir paragraphe 3.3).

Cela étant, il est important de bien suivre l'évolution du lien entre la chlorophylle a et la transparence. Comme indiqué ci avant, la chlorophylle a est un indicateur qui caractérise généralement le risque d'eutrophisation en ciblant spécifiquement le

phytoplancton. En effet, le risque de prolifération des cyanobactéries est en partie lié à la présence d'une biomasse significative de phytoplancton, et la chlorophylle a est un des indicateurs les plus simples à mesurer qui permettent de caractériser cette biomasse. On recommande donc de faire un échantillon au droit du point le plus profond du lac, 20 à 50cm sous la surface, et de rechercher la chlorophylle a sur cet échantillon. Le suivi gagnera à être réalisé à la suite de 3 ou 4 jours de beau temps estival, par temps chaud et sec. En toute logique une fréquence d'échantillonnage hebdomadaire serait justifiée, mais on doit tenir compte des contraintes de coûts et d'organisation. De fait, on recommande de prévoir environ 2 échantillons par mois sur l'été (entre début juillet et la mi septembre), soit 5 échantillons sur l'été (ce point est déjà intégré aux recommandations de suivis du paragraphe 2.4).

Par ailleurs, seront mesurés au moment du prélèvement, la transparence au disque de Secchi.

Ces échantillonnages gagneront à être groupés avec ceux réalisés par ailleurs (suivi mensuels décrits au paragraphe 2.4).

Le dépouillement de ces résultats en fin de campagne estivale permettra d'affiner le diagnostic liant le taux de chlorophylle a et la transparence de l'eau, à des moments pour lesquels la météorologie ne devrait pas provoquer de turbidité des eaux (un lac est un milieu évolutif et il convient de confirmer dans le temps le maintien de la concordance entre la transparence et la teneur en chlorophylle a).

L'ordre de grandeur de coût d'une analyse de chlorophylle a et phéopigments est d'environ 40 euros HT, et pour un dénombrement phytoplanctonique il varie de 150 à 300 euros HT suivant les laboratoires et la précision requise.

3.1.4 Risque de contamination inter-humaine

Le rapport de phase 2 a établi que le volume d'eau par baigneur peut devenir faible en cas de forte affluence, puisqu'il peut baisser jusqu'à 8m³ par baigneur. Certes, il y a des facteurs de mélange car la baignade est très ouverte sur le plan d'eau, car elle est disposée sur une cote linéaire et le vent et les courants tendent à mélanger cette eau avec le reste du lac. Sans compter que la pente est forte, ce qui facilite le mélange des eaux. Certes ce risque nécessite une forte affluence, sinon il aurait été caractérisé par les suivis ARS, mais on ne peut l'exclure.

Ce point sera repris dans la suite du présent chapitre (voir paragraphe 3.4), car il ne correspond pas uniquement à une opération de suivi de long terme, mais également à une opération de gestion d'événements à risques potentiels. Nous renvoyons donc à ce paragraphe pour les détails de suivi de ce risque de contamination.

3.1.5 Risque de turbidité

Ce risque est totalement inféodé au risque de prolifération du phytoplancton et donc à l'eutrophisation du lac. La réduction du niveau trophique conduira à une amélioration de la transparence de l'eau et réglera du même coup ce problème.

3.2 Gestion d'une crue de la Seine conduisant à un débordement dans le lac de Moisson

Ce type d'événement est rappelons le rare car il intervient en moyenne tous les 20 ans, mais c'est suffisamment fréquent pour avoir à proposer une gestion appropriée. La dernière crue conduisant à un débordement de la Seine dans le lac est intervenue en 2001.

Une crue de la Seine s'accompagnant d'un débordement dans le lac de Moisson, conduira aux problèmes suivants :

- Des apports de contaminants microbiologiques (bactéries, virus, parasites...) qui dégraderont la qualité des eaux du plan d'eau ;
- Des apports de matières organiques ;
- Des apports nutritifs (azote, phosphore) susceptibles d'accroître temporairement le niveau trophique des eaux ;
- De la turbidité ;
- Une rehausse du niveau d'eau.

Les principales implications potentielles sont les suivantes (elles sont étayées par l'analyse du débordement de 2001):

- Mauvaise qualité temporaire des eaux vis à vis des paramètres microbiologiques interdisant potentiellement l'activité de baignade pendant les semaines qui suivent le débordement ;
- Dégradation de la matière organique dans la partie profonde du plan d'eau avec possible formation d'une zone d'anoxie, suivant les quantités de matières organiques en jeu (donc les flux de débordement) et la période de l'année lors de laquelle le débordement sera intervenu ;
- Enrichissement de la colonne d'eau en nutriments conduisant à une hausse du niveau trophique du lac. La baisse de la transparence ne devrait pas être durable. Dans un tel contexte il devrait y avoir un début de prolifération phytoplanctonique liée aux nutriments apportés, qui peut nuire plus ou moins durablement à la biomasse de macrophytes et maintenir une prééminence du phytoplancton jusqu'à l'hiver suivant.

- Par ailleurs les macrophytes seront également gênés par la rehausse temporaire du niveau d'eau dans le lac (cette rehausse avait duré 2 mois en 2001 ce qui est suffisant pour gêner les macrophytes).
- Au global, l'ampleur de la hausse de la biomasse phytoplanctonique dépendra énormément des flux de débordement en jeu, et de la période de l'année à laquelle ces débordements interviendront.

Dans ce contexte, on recommande les actions suivantes :

- Pendant la crue, interdire toutes les activités en lien avec l'eau. Il s'agit autant d'un problème de sécurité que de santé publique, car on ne maîtrisera pas la qualité des eaux pendant cette période ;
- Après la fin de la crue, attendre que le niveau redescende naturellement jusqu'à un niveau acceptable. Si cette baisse ne se fait pas rapidement, il pourrait être pertinent de réouvrir temporairement la liaison avec la Seine de sorte à accélérer la baisse du niveau d'eau. Bien évidemment cette ouverture ne doit être que temporaire et se faire sans retours d'eau de la Seine vers le lac. De fait il faudra donc la fermer en cas de risque de retour d'eau, et dès que le niveau du lac sera revenu à la normale.
- Une fois la crue terminée, il faudra suivre la qualité des eaux du plan d'eau. Les paramètres suivis seront :
 - la transparence au disque de Secchi au droit de la plage (au pas de temps journalier) ;
 - La température, le taux de saturation en oxygène dissous, le pH, les teneurs en nitrates, en ammonium, en orthophosphates et phosphore total, ainsi que la chlorophylle a. Ces mesures sont des mesures de routines pour identifier l'impact effectif du débordement vis à vis du risque de prolifération des cyanobactéries, et le retour à la normale du plan d'eau. Ces mesures seront à faire sur échantillon prélevé au centre du plan d'eau au droit de la zone profonde, en sub-surface, sur la base d'un échantillon tous les 3 mois jusqu'à l'automne suivant (le premier prélèvement devra avoir lieu juste après la fin de la vidange). Un échantillon d'eau sera prélevé en même temps que chacun des échantillons mentionnés ci avant et au même endroit. Il sera conditionné pour conserver les algues phytoplanctoniques, et ne sera analysé qu'en cas de dépassement du seuil de 15µg Chla/l. Dans ce cas de figure, un dénombrement spécifique du phytoplancton sera réalisé au niveau du genre ;
 - Procéder à un échantillonnage hebdomadaire sur la plage comme pour un contrôle bactérien habituel et faire analyser les *Escherichia Coli* et les entérocoques intestinaux. Tant que les valeurs ne seront pas redescendues à leur seuil habituel, nous préconisons de ne pas rouvrir la baignade. De même nous recommandons d'attendre que la transparence de l'eau soit elle aussi revenue à son niveau d'avant le

débordement de la Seine avant réouverture des activités nautiques et de baignade. Enfin, par sécurité, nous recommandons que la réouverture de la baignade n'intervienne pas avant 4 semaines après la crue.

Avec la vidange du trop plein d'eau du lac, on doit retrouver le niveau normal susceptible de ne pas désorganiser trop fortement la biomasse macrophytique. Par ailleurs, les MES auront rapidement décantées au fond du lac, ce qui devrait permettre une amélioration rapide de la transparence. Les teneurs en germes pathogènes vont naturellement tendre vers leur état initial d'avant la crue. La seule chose à faire est de suivre l'évolution de cette teneur et ne rouvrir la baignade que lorsque le seuil sera redevenu normal. Enfin, concernant l'eutrophisation, tout dépendra de la saison à laquelle interviendra le débordement et de son amplitude. On devrait avoir un impact perceptible jusqu'à l'hiver suivant, avec une hausse temporaire du niveau trophique et donc un risque accru de prolifération des cyanobactéries. La suite dépendra fortement de la météorologie. Il est en tout cas important de redonner rapidement des conditions favorables aux macrophytes pour ne pas risquer l'installation durable d'une forte biomasse de cyanobactéries. C'est la raison pour laquelle la première mesure proposée consiste à abaisser le niveau du plan d'eau pour qu'il retrouve son niveau normal. Ainsi, les macrophytes seront dans de meilleures conditions pour consommer les nutriments supplémentaires et rééquilibrer la qualité de l'eau.

Gestion active et prédictive du risque lié aux cyanobactéries

Rappel des caractéristiques des cyanobactéries

Les cyanobactéries sont des organismes procaryotes dotées de pigments photosynthétiques.

La plupart des proliférations de cyanobactéries sont liées à l'eutrophisation des eaux, et le phosphore est le paramètre le plus important à prendre en compte pour évaluer le risque d'apparition de ces forts développements cyanobactériens. Les conditions d'ensoleillement et de température impactent également notablement la biomasse phytoplanctonique et donc celle des cyanobactéries. Parmi les éléments aggravant on trouve l'implantation d'une stratification thermique et chimique verticale dans le lac.

La prolifération des cyanobactéries peut aboutir à la formation d'écume en surface de l'eau. Il s'agit d'agrégats de cellules de cyanobactéries généralement en phase de sénescence et qui peuvent alors relarguer leurs toxines dans l'eau (lorsqu'elles en ont).

Les cyanobactéries ne sont pas nécessairement toxiques, mais le fait qu'une population de cyanobactéries ne soit pas toxique à un moment donné, ne signifie pas qu'elle ne peut pas le devenir par la suite. Les facteurs déclenchant de la formation de ces toxines ne sont pas connus avec certitude, et il est donc difficile d'anticiper leur apparition. Il existe plusieurs types de toxines et notamment des neurotoxines et des hépatotoxines. Celles-ci sont dépendantes des espèces considérées.

3.3.2 Mesures de gestion du risque lié aux cyanobactéries

3.3.2.1 Évaluation du risque

La **circulaire DGS/SD 7 A n° 2003-270 du 4 juin 2003** relative aux modalités d'évaluation et de gestion des risques sanitaires face à des situations de prolifération de micro-algues (cyanobactéries) dans des eaux de zones de baignade et de loisirs nautiques, propose un schéma décisionnel que l'on détaille ci-après.

Le texte de cette circulaire est reproduit en annexe.

Celui-ci est inspiré des avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF, séance du 06/05/2003 et du 07/07/2004) qui fournissent des « recommandations pour la gestion des situations de contamination d'eau de baignade et de zones de loisirs nautiques par prolifération de cyanobactéries ».

A- Protocole de surveillance et de caractérisation du risque

L'évaluation de ce risque nécessite de distinguer :

- les troubles imputables aux cyanobactéries présentes dans les eaux de baignade ;
- les symptômes (essentiellement des irritations) causés par des substances cyanobactériennes ;
- les conséquences plus graves qui peuvent résulter de l'exposition à de fortes concentrations de cyanotoxines, et en particulier aux microcystines.

Nous préconisons la mise en place (par les gestionnaires de la plage de la base de loisirs, en liaison avec les services de l'ARS), **d'une surveillance renforcée, basée sur l'observation visuelle, et sur l'observation au disque de Secchi. Cette surveillance surviendra aux abords de la plage.**

Une fiche de suivi sera quotidiennement remplie par le gestionnaire pendant la période d'ouverture de la zone de baignade (soit en fin de matinée soit en milieu

d'après midi). Un exemple de document permettant de consigner les renseignements utiles à la surveillance est présenté en annexe.

En cas de décroissance de la transparence sous 1m par temps ensoleillé sans épisode de pluie associé ni grand coup de vent, nous recommandons de réaliser un prélèvement d'eau 20cm sous la surface au milieu du lac au droit de la zone profonde du plan d'eau et d'y analyser le taux de chlorophylle a. En cas de dépassement d'un seuil à ajuster en fonction de l'historique du milieu, mais qui sera compris entre 10 et 20 $\mu\text{g Chla/l}$, nous recommandons de faire un prélèvement complémentaire dans les mêmes conditions pour **rechercher les cyanobactéries**. Par défaut, **nous recommandons de considérer un seuil intermédiaire de 15 $\mu\text{g Chla/l}$** , et de n'adapter ce seuil à la hausse (ne pas dépasser 20 $\mu\text{g Chla/l}$) que si les cyanobactéries sont minoritaires dans les échantillons prélevés (donc à ajuster en fonction des résultats des suivis pratiqués). En toute logique on peut s'attendre à ce qu'en général, la teneur en chlorophylle a soit supérieure ou égale à 20 $\mu\text{g/l}$ pour des transparences inférieures à 1m (voir paragraphe 2.5.3). Mais on ne peut exclure l'effet d'un épisode pluvieux ou venteux.

Ce seuil gagnera à être ajusté avec l'évolution à venir du plan d'eau de Moisson. Ainsi, après 3 ou 4 ans, il sera souhaitable de le réviser sur la base du diagnostic du fonctionnement de l'écosystème lacustre qui sera alors fait.

Lors de la surveillance, le gestionnaire doit être attentif à tout changement des caractéristiques du milieu (modification de la couleur, diminution marquée de la profondeur de disparition du disque de Secchi en dessous de 1m, apparition d'efflorescences, d'écumes, etc.).

D'une façon générale, si les changements découverts lors de la surveillance sont rapides, s'il y a une présomption d'efflorescence à cyanobactéries, ou surtout s'il y a présence d'écume suspecte non identifiées, on ne peut pas attendre le suivi de la chlorophylle a pour rechercher d'éventuelles cyanobactéries. Ainsi, si les changements observés ne peuvent être expliqués par des causes locales simples ne présentant pas de caractère dangereux (un coup de vent peut remettre en suspension les sédiments, il peut y avoir augmentation de la turbidité suite à une pluie abondante...), ils doivent conduire le gestionnaire et les services sanitaires à suivre la démarche suivante :

- Réaliser un prélèvement d'eau dans la zone de baignade. Ce prélèvement sera acheminé dans les meilleurs délais vers un laboratoire spécialisé pour la réalisation d'une observation microscopique.
- Réaliser en parallèle un second prélèvement pour analyse de la teneur en chlorophylle a, ce qui permettra de relier la teneur en chlorophylle a au niveau de population en cyanobactéries dans l'eau.

Ces analyses permettront de rechercher la présence de cyanobactéries. Rappelons que la chlorophylle a ne constitue pas un indicateur spécifique des cyanobactéries et n'est donc qu'un paramètre explicatif additionnel, même s'il peut traduire une augmentation du risque cyanobactérien. Ainsi, en cas de présomption d'efflorescence cyanobactérienne, il vaut mieux directement rechercher la présence des cyanobactéries plutôt que de passer d'abord par une étape intermédiaire consistant à analyser la teneur en chlorophylle a.

Nota : En règle générale, il est important de considérer le fait que les efflorescences sont des phénomènes évolutifs et dynamiques parfois très rapides et qu'il importe d'adapter les fréquences d'échantillonnage en fonction de leurs évolutions (apparition des efflorescences, apparition des éventuelles toxines, disparition des efflorescences, disparition des toxines, déplacement selon les vents...).

- Si les cyanobactéries sont absentes ou minoritaires, la surveillance renforcée est reconduite. Une observation microscopique de contrôle est réalisée après un délai d'une semaine.
- Si les cyanobactéries sont présentes et majoritaires, le dispositif de suivi de niveau I est déclenché : réalisation d'un comptage cellulaire et d'une identification des espèces de cyanobactéries.

Les différents cas de figure identifiés suite au dénombrement de cyanobactéries majoritaires dans les eaux de baignade sont recensés dans le tableau suivant.

Tableau 3: Seuils et mesures de gestion et de surveillance pour un dispositif de suivi de niveau I

Comptage cellulaire (cellules/ml)	Chlorophylle a (µg/l)	Actions et recommandations pour la gestion et la surveillance
<20000 à ± 20 % (cyanobactéries en population majoritaire)	<10	<u>gestion :</u> -> maintien d'une activité normale sur le site ->information du public et des usagers du site par la pose de panneaux exclusivement au niveau des zones de dépôts d'efflorescence ou d'écume (à adapter en fonction des variabilités géographiques liées aux vents) ; <u>surveillance :</u> -> poursuite de la surveillance renforcée quotidienne du site -> réalisation d'un comptage cellulaire et d'une identification des espèces de cyanobactéries à un pas de temps hebdomadaire.
Compris entre 20 000 et 100 000 à ± 20 % (cyanobactéries en population majoritaire)	Compris entre 10 et 50	<u>gestion :</u> -> pas de restrictions d'utilisation du site ->information du public et des usagers du site par la pose de panneaux, notamment au niveau des zones de plus forte présence d'algues (variable en fonction du vent) et des zones d'usages ; <u>surveillance :</u> -> poursuite de la surveillance renforcée quotidienne du site ->fréquence d'échantillonnage au moins hebdomadaire (observation microscopique, dénombrement et identification).

Si le comptage révèle des valeurs supérieures à 100 000 cellules/ml de cyanobactéries, alors le gestionnaire doit déclencher le dispositif de suivi de niveau II : réalisation d'une recherche et d'une quantification de toxines.

Tableau 4: Seuils et mesures de gestion et de surveillance pour un dispositif de suivi de niveau II

Comptage cellulaire (cellules/ml)	Chlorophylle a (µg/l)	Taux de microcystine (µg/l en équivalent microcystine-LR)	Actions et recommandations pour la gestion et la surveillance
>100 000 à ± 10 % (cyanobactéries en population majoritaire)	>50	<25	<u>gestion :</u> -> limitation de la baignade selon la localisation journalière des zones de plus forte présence de cyanobactéries et des résultats analytiques des zones d'eau échantillonnées ; -> information du public et des usagers du site par la pose de panneaux, notamment au niveau des zones de plus forte présence d'algues (variable en fonction du vent) et des zones d'usages ; <u>surveillance :</u> -> poursuite du suivi avec une fréquence au moins hebdomadaire (dénombrement cellulaire, si ce dernier est supérieur à 100 000 cellules/ml, nouvelle mesure de concentration de toxines).
		>25	<u>gestion :</u> -> interdiction de la baignade et limitation d'usages pour les loisirs nautiques -> information Idem <u>surveillance :</u> Idem

Lors de la surveillance, la mise en évidence de la formation de mousse ou d'écume sur une des baignades doit immédiatement conduire au déclenchement du dispositif de suivi de niveau III :

- Gestion : interdiction de la baignade et de toutes les autres activités de loisirs nautiques dans les zones concernées. Prévenir tout contact de personnes ou d'animaux avec les écumes. Information du public et des usagers du site par la pose de panneaux, notamment au niveau des zones de plus forte présence d'algues (variable en fonction du vent) et des zones d'usages ;
- Surveillance : suivi de l'évolution des mousses ou écumes et de leur localisation, poursuite du suivi du site avec une fréquence hebdomadaire (dénombrement cellulaire et identification). Suivi des concentrations en

toxines au moins bimensuel (voire hebdomadaire suivant le nombre de cellules de cyanobactéries par ml).

Dans une eau de baignade, la présence d'écume d'origine cyanobactérienne est le témoin d'un risque potentiel pour la santé des baigneurs.

Étant donné qu'il est difficile d'exercer une bonne surveillance et qu'il existe peu de mesures dont les effets soient immédiats (hormis celles visant à interdire ou à dissuader d'utiliser les eaux de baignade ou encore l'annulation des compétitions de sports nautiques), l'essentiel que l'on puisse faire à court terme est de bien informer les usagers.

Le schéma décisionnel décrit ci-avant est repris dans la figure suivante.

Étude de profil de baignade et activités aquatiques de la base de Boucle de Seine

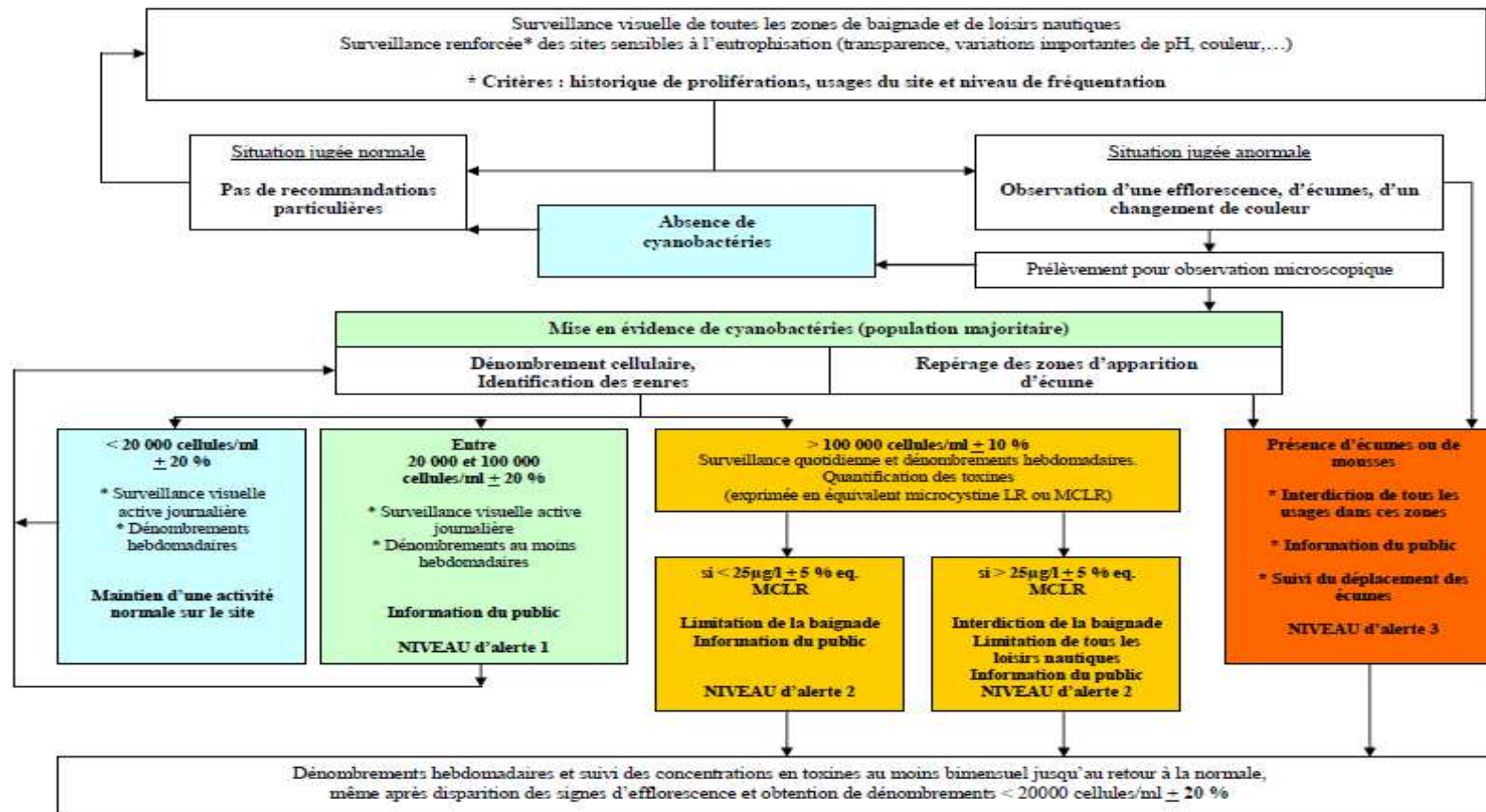


Figure 6: Schéma décisionnel proposé par le CSHPF et cité dans la circulaire DGS/SD 7 A n° 2003-270 du 4 juin 2003

3.3.2.2 Sensibilisation du public et des usagers

Nous proposons la mise en place d'une affiche d'information en cas de prolifération. Cette fiche sera placée à côté de l'affichage des résultats du contrôle sanitaire réalisé en parallèle.

Cette fiche d'information indiquera le niveau de prolifération éventuel de cyanobactéries détectée : 1, 2, ou 3 et les procédures qui en découlent : allant de la présentation de la présence de cyanobactéries à la fermeture de la baignade. Elle sera installée dans les plus brefs délais suivant l'obtention de résultats d'analyses.

Nous ne proposons pas la mise en place d'un panneau permanent de sensibilisation des usagers à l'observation de «situations anormales ». En effet, les baigneurs n'ont pas forcément l'expérience leur permettant d'identifier des signes caractéristiques de la présence de cyanobactéries. Il est préférable de s'appuyer sur le personnel de la base de loisir à cette fin.

Selon le résultat du dénombrement de cyanobactéries effectuées sur les sites, des précautions et des interdictions éventuelles devront être prises. La communication au public pourra insister sur les points décrits dans le tableau suivant.

Tableau 5: Mesures de précaution et d'interdictions en fonction des résultats de surveillance
(Source CSHPF, mai 2003)

Comptage (cellules/ml)	Niveau de risque et conséquences sanitaires	Précautions et interdictions à mettre en œuvre
<20 000 à ± 20 % (cyanobactéries en population majoritaire)	seuil de mise en éveil à court terme : symptômes gastro- intestinaux, allergiques et irritatifs	▪ éviter de se trouver en contact avec des zones de dépôts abondants et d'irisations de couleur verte et de mousses.
Compris entre 20 000 et 100 000 à ± 20 % (cyanobactéries en population majoritaire)	seuil de recommandations à court terme : Idem seuil de mise en éveil à long terme : développement de maladies hépatiques ou neurologiques	▪ éviter d'ingérer et de respirer des aérosols de l'eau ; ▪ prendre une douche soignée après la baignade ou après l'activité nautique ; ▪ nettoyer le matériel et les équipements de loisirs nautiques ; ▪ consulter un médecin en cas d'apparition de troubles de santé.
>100 000 à ± 10 % (cyanobactéries en population majoritaire)	seuil d'alerte Idem seuil de recommandation Possible empoisonnement aigu, voire mortalité.	▪ la baignade est soit limitée, soit interdite en fonction des dosages de toxines ; ▪ la pratique des activités de loisirs nautiques est limitée ; ▪ éviter d'ingérer et de respirer des aérosols de l'eau ; ▪ éviter tout contact prolongé avec l'eau ; ▪ en cas d'immersion accidentelle, se rincer abondamment sous une douche ; ▪ en cas d'apparition de troubles de santé, consulter un médecin en lui précisant la pratique d'activités nautiques sur plan d'eau affecté par des proliférations de cyanobactéries.

Le délai d'obtention des résultats est toutefois trop long pour adopter une démarche réactive face au risque de prolifération. Une interdiction pourra donc être prononcée avant la recherche des cyanotoxines lorsque le dénombrement indique une quantité supérieure à 100 000 cellules/ml.

3.3.2.3 Gestion des activités

Il y a diverses activités sur le plan d'eau de baignade de Moisson. Chaque activité n'est pas impactée de la même façon. Nous pouvons de ce point de vu classer les activités en trois catégories :

- Les activités de baignade proprement dites. Elles sont les plus à risque car les personnes sont immergées dans l'eau et notamment en contact avec la surface de l'eau où tendent à s'accumuler les cyanobactéries en cas d'efflorescence. Il y a donc à la fois contact avec la peau et les muqueuses, et risque d'ingestion ;
- Les activités nautiques partiellement en contact avec l'eau. C'est le cas par exemple des activités de voiles, de planche à voile, de canoë, de barque et pédalo mais aussi de pêche. Ces activités sont pratiquées en pleine eau, et la personne est hors d'eau plus ou moins durablement, mais elle est sujette à un contact partiel ou total avec l'eau. Il y a donc la aussi risque même s'il est moindre ;
- Les activités disposées sur les bords du lac et qui ne sont pas en contact avec l'eau du plan d'eau. Là le risque est plus limité.

Le tableau suivant synthétise nos recommandations pour les activités sur plan d'eau de Moisson.

Tableau 6: Préconisation de mesures de gestion des activités

Activités	Niveau de risque		
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
	< 100 000 cellules Cyano/100ml	> 100 000 cellules Cyano/100ml et toxines cyano (microcystine LR) < 25µg/l	> 100 000 cellules Cyano/100ml et toxines cyano (microcystine LR) > 25µg/l
Baignade	maintien d'une activité normale sur le site mais information du public. Eviter d'ingérer et respirer les aérosols de l'eau. Prendre une douche soignée après la baignade ou l'activité nautique, nettoyer le matériel et les équipements de loisir nautiques, consulter un médecin en cas d'apparition de troubles de santé.	baignade et activités nautiques limitées hors zones de plus fortes présence de cyanobactéries. Eviter d'ingérer et respirer les aérosols de l'eau. Eviter tout contact prolongé avec l'eau. En cas d'immersion accidentelle se rincer abondamment sous une douche. Nettoyer le matériel et les équipements de loisir nautiques, consulter un médecin en cas d'apparition de troubles de santé.	Interdiction baignade
Voiles; planche à voile			la pratique de la voile est possible mais sont interdites la découverte et l'initiation à la voile sur dériveur, et toute activité sur dériveur à partir d'un vent de force 4. Par ailleurs, il est interdit d'entrer en contact avec l'eau. Toute pratique nécessitant un tel contact est interdite
Planche à voile			la pratique est interdite
Canotage, pedalo			interdiction toutes activités dans zone concernée
Canoe, kayak			interdiction toutes activités dans zone concernée
Autres activités (en bord de plan d'eau)			Interdiction contact avec eau ou écumes (pour les hommes et les animaux)
Pêche	recommandation de ne pas consommer les poissons, bien se rincer après contact avec l'eau et nettoyer le matériel de pêche	Pêche limitée hors zone de plus fortes présence de cyanobactéries. Recommandation de ne pas consommer les poissons, bien se rincer après contact avec l'eau et nettoyer le matériel de pêche	Interdiction de la pêche

Aviron*	maintien d'une activité normale sur le site mais information du public. Eviter d'ingérer et respirer les aérosols de l'eau. Prendre une douche soignée après la baignade ou l'activité nautique, nettoyer le matériel et les équipements de loisir nautiques, consulter un médecin en cas d'apparition de troubles de santé.	baignade et activités nautiques limitées hors zones de plus fortes présence de cyanobactéries. Eviter d'ingérer et respirer les aérosols de l'eau. Eviter tout contact prolongé avec l'eau. En cas d'immersion accidentelle se rincer abondamment sous une douche. Nettoyer le matériel et les équipements de loisir nautiques, consulter un médecin en cas d'apparition de troubles de santé.	La pratique de l'aviron est possible mais la découverte et l'initiation est interdite. Toute pratique nécessitant un contact avec l'eau est interdite
Ski nautique*			interdiction toutes activités dans zone concernée
nage en palme, plongée*			interdiction toutes activités dans zone concernée
Jeux d'eau*			arrêt des jeux d'eau liés à des prélèvements dans le lac

* : Ces activités sont peu ou pas pratiquées sur le lac de Moisson. Mais si elles devaient être pratiquées dans un avenir proche, elles seraient couvertes par les présentes préconisations

En cas de contact avec de l'eau au cours d'une activité nautique tolérée, une douche soignée doit être prise. Une consultation médicale est nécessaire en cas d'ingestion d'eau conduisant à des troubles (cutanéomuqueux, gastro-intestinaux, nausées, vomissements, tremblements....).

3.3.3 Synthèse des dispositions pour le suivi des cyanobactéries

3.3.3.1 Description de la surveillance

Le dispositif de surveillance qui pourra être mis en place repose principalement sur une observation visuelle grâce à une fiche de suivi (présence d'écume, coloration anormale de l'eau...) et sur la mesure de la turbidité (disque de Secchi).

L'observation quotidienne des conditions météorologiques (température de l'air, ensoleillement, pluviométrie, direction du vent...) est utile dans le cadre de cette surveillance.

Cette surveillance active devra être réalisée aux abords de la zone de baignade.

Elle devra être opérée quotidiennement par le gestionnaire de la baignade ou un employé (attention à réaliser ce suivi plutôt en fin de matinée ou en milieu d'après midi).

D'autre part, des suivis spécifiques peuvent être ponctuellement réalisés (incluant des mesures de concentrations en azote et en phosphore et des teneurs en chlorophylle a, mais pas uniquement (voir paragraphes 2.4.3 et dans une moindre mesure 3.1.3) pour permettre de mieux caractériser les facteurs conditionnant les pics de biomasse de cyanobactéries dans le lac de Moisson et suivre leur évolution dans le temps, mais leur interprétation requière l'intervention d'un spécialiste en limnologie.

3.3.3.2 Plan de gestion de crise

Il est nécessaire de définir une procédure de gestion de crise adaptée. Ce « plan d'alerte » doit présenter la marche à suivre en cas de constat d'une pollution. Il reprend les différentes étapes décrites dans le chapitre précédent.

Nous résumons la démarche par le circuit décisionnel suivant :

- Les services techniques vérifient que la plage n'est pas dans une situation à risque par la surveillance quotidienne à l'aide de la fiche d'observation (présence d'écumes, couleur, transparence,...) ;
- Si l'observation est de nature à révéler un risque, on réalise un prélèvement pour analyse en laboratoire ;
- Si les résultats des analyses dépassent 100 000 cellules par millilitre, le responsable de la plage peut prendre la décision d'interdire la baignade (celui ci peut également prendre cette mesure préventivement dans le cas d'une apparition d'écume) ;

- L'interdiction de baignade (ou un dénombre de cyanobactéries compris entre 20000 et 100000 cell/ml) implique l'affichage d'une information à destination du public ;
- Des mesures sont réalisées pendant l'interdiction de baignade pour réenclencher l'autorisation de baignade quand la quantité de cyanobactéries retrouve une valeur inférieure à 100 000 cellules/ml et surtout que la teneur en microcystine n'excède pas 25 µg/l.

3.4 Gestion active et prédictive du risque bactériologique

3.4.1 Mesures de gestion pour la qualité bactériologique

La gestion active est utile pour les pollutions à court terme. Ces pollutions sont définies à l'article D.1332-15 du Code de la Santé Publique (CSP). Il s'agit d'épisodes de dégradation de la qualité microbiologique dont l'effet n'excède pas 72 h dans la durée.

Les procédures de gestion dont il est question concernent d'une part, les mesures pour prévenir l'exposition des baigneurs à une pollution (avertissement ou interdiction de baignade), et d'autre part, les mesures visant à réduire les sources de pollution.

Dans le cas d'une pollution à court terme, un prélèvement (a priori non prévu initialement dans le cadre du contrôle sanitaire) doit être réalisé afin de confirmer la fin de la pollution. Les analyses sont réalisées selon les méthodes réglementaires et **ce prélèvement n'est pas pris en compte dans le classement dressé par l'ARS.**

Les seuils proposés par l'AFSSET dans son rapport de septembre 2007 intitulé « Valeurs seuils échantillon unique pour les eaux de baignade : étude de faisabilité méthodologique » **permettent d'établir la présence d'une pollution à court terme.** On se référera également à l'instruction DGS/EA4 n°2013-247 du 18 juin 2013.

Ces valeurs doivent servir de référence pour la mise en place des procédures de gestion préventive (des pollutions à court terme) par la personne responsable de l'eau de baignade (circulaire N°DGS/EA4/2009/389 du 30 décembre 2009 relative à l'élaboration des profils des eaux de baignade au sens de la directive 2006/7/CE).

Les dépassements de ces seuils rencontrés en cours de saison seront signalés par l'ARS à la personne responsable de l'eau de baignade afin que ces épisodes, et leur origine si elle est identifiée, soient pris en compte dans le cadre de la future actualisation du profil de l'eau de baignade.

Tableau 7: Seuils des mesures de gestion préventives en eau douce proposés par l'AFSSET (2007)

Seuils proposés par l'AFSSET (en eau douce)	<i>E. coli</i> (UFC/100mL)	Entérocoques intestinaux (UFC/100mL)
	1800	660

La réglementation insiste sur le fait que peuvent permettre de détecter une pollution :

- les résultats d'analyses approchant ou dépassant les seuils réglementaires ou les seuils proposés par l'AFSSET ;
- un écart significatif par rapport aux résultats habituellement rencontrés, (même s'ils ne présentent pas nécessairement un risque sanitaire immédiat).

S'il s'avère que la présence d'une pollution conduisant à un risque pour la santé des baigneurs est confirmée, les mesures d'interdiction qui s'imposent doivent être prises par la personne responsable de l'eau de baignade. **Les conditions de levée de l'interdiction sont à définir localement et à préciser dans l'arrêté d'interdiction.**

3.4.2 Dispositions pour le suivi de la qualité bactériologique

Nous soupçonnons des contaminations inter-humaines à partir de 125 baigneurs simultanément dans l'eau. Ainsi, il serait utile de suivre en gestion active les paramètres pathogènes.

3.4.2.1 Paramètres à analyser

Afin de caractériser le risque de contamination humaine, il est recommandé de suivre les paramètres *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*, mais aussi les paramètres classiques (E Coli et entérocoques intestinaux).

Les méthodes normalisées seront employées lors des analyses.

Tableau 8: Normes d'analyses pour les paramètres bactériologiques suivis

Espèce	Normes d'analyse
<i>Escherichia coli</i>	NF EN ISO 9308-1 (sur microplaques)
Entérocoques intestinaux	NF EN ISO 7899-2 (sur microplaques)
Staphylocoques pathogènes	XPT 90 412
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NF EN ISO 16266

Il n'existe pas de méthodes simples permettant d'obtenir des résultats en quelques heures. Mais vu la qualité excellente des eaux, une gestion active rapide n'est pas nécessaire. Cette campagne de suivi servira plutôt à apporter des données

statistiques plus nombreuses afin d'affiner le seuil critique de 125 baigneurs simultanés.

3.4.2.2 Localisation des prélèvements

Les prélèvements doivent être localisés au niveau des points suivis par l'ARS dans les petit et grand bains de la zone de baignade du plan d'eau.

3.4.2.3 Fréquence des prélèvements

Nous ne pouvons pas donner de fréquence prédéterminée puisque l'important est de réaliser les prélèvements aux pics de fréquentation.

Une fréquentation importante peut apparaître suite à plusieurs jours de temps ensoleillés et/ou des températures importantes. Le suivi de la météo pourrait permettre d'anticiper le jour de la campagne d'analyses. Toutefois, il ne sert à rien de réaliser l'échantillon lorsque la fréquentation est très faible.

Il est préconisé de réaliser les prélèvements pendant un jour de grande affluence bien sûr, mais si possible par temps calme et chaud et en milieu de journée. L'idéal est de réaliser le prélèvement au pic d'affluence dans l'eau de la journée.

Nous recommandons de déclencher ces suivis spécifiques lors des pics d'affluence de baigneurs (ceux ci étant identifiés par les gestionnaires de baignade sur la base de leur expérience). Il s'agit ici de prévoir l'échantillonnage des 2 ou 3 pics les plus importants de l'été.

Ce ne sera pas toujours possible, mais si plusieurs jours de soleil et de chaleur sont prévus à la météo, et qu'ils s'accompagnent d'une forte affluence de baigneurs, cela permettra d'organiser l'opération avec le laboratoire en anticipant sur les prélèvements.

Par ailleurs, il ne s'agit pas ici d'imposer la réalisation de mesures à chaque fois qu'il y aura un pic d'affluence, mais de saisir des opportunités de faire ces tests au cours de la saison estivale.

3.4.2.4 Protocole de prélèvement

Les prélèvements seront manuels. Dans chaque cas, 4 à 5 échantillons d'eau seront prélevés en différents points, ces échantillons étant alors homogénéisés pour disposer d'un échantillon moyen. Cet échantillonnage sera réalisé en fin de matinée, d'une part, et en milieu d'après midi (entre 15 et 16h), d'autre part. Ces échantillons seront alors envoyés rapidement à un laboratoire d'analyse. Le

conditionnement et la conservation seront à voir avec le laboratoire qui aura été contacté au préalable de sorte à définir les protocoles opératoires, à fournir le flaconnage, mais on recherchera à ce que les échantillons prélevés soient apportés au laboratoire (ou mieux que celui ci vienne les chercher) dans un délai de moins de 6 heures. En attendant, ils devront être conservés dans une glacière ou au réfrigérateur et à l'abri de la lumière.

La prise de photographie des zones de baignade permettra à posteriori de compter le nombre de baigneurs et d'associer ce nombre aux résultats des analyses. Il est donc important de prendre des photographies panoramiques des zones de baignade lors des prélèvements.

3.4.2.5 Coût estimatif de la campagne

Si nous considérons que des prélèvements seront effectués sur deux points (grand bain et petit bain), le coût estimatif des analyses de chaque campagne de mesures devrait être d'environ 250 € HT. Ce coût n'inclut pas le diagnostic des résultats et des éventuelles préconisations afférentes.

3.4.2.6 Contractualisation avec un laboratoire

Dans la mesure où cette initiative dépend totalement de la fréquentation de la plage, elle ne peut être anticipée qu'au mieux de un ou deux jours. Cela peut poser un problème potentiel pour le gestionnaire de baignade, et est conditionné par :

- La contractualisation préalable d'un laboratoire, fournissant les flaconnages stériles, et venant collecter les échantillons sur site juste après les prélèvements (car il est peu probable que le gestionnaire de baignade pourra les porter lui même au laboratoire) ;
- L'ouverture du laboratoire le jour d'échantillonnage (il ne faut donc pas que ce jour tombe un week end ou un jour férié).

Si ce schéma ne pouvait être mis en œuvre dans ces conditions, nous recommandons d'envisager de faire ces prélèvements en concomitance avec les prélèvements effectués par l'ARS lorsque ceux ci interviendront un jour de forte affluence de baigneurs.

3.4.2.7 Analyse des résultats

Les seuils au delà desquels on considérera une contamination inter-humaine comme possible sont normalement de :

- E Coli 1800 ufc/100ml
- Entérocoques intestinaux 660 ufc/100ml

- *Staphylococcus aureus* 20 ufc/100 ml
- *Pseudomonas aeruginosa* 10 ufc/100ml.

Concernant les seuils pour E Coli et les entérocoques intestinaux, nous suggérons de rapprocher ceux ci des seuils de bonne qualité sortant de la grille réglementaire appliquée (500 E coli/100ml et 200 EI/100ml). Cette grille ne s'utilise que dans une série statistique, alors que les seuils indiqués ci avant sont des seuils pour des analyses prises isolément, ce qui explique les écarts obtenus. Ainsi, l'usage des deux grilles permettra de positionner l'impact de la contamination humaine dans son contexte spécifique. Il conviendra d'en faire une analyse croisée avec les autres paramètres, et notamment le nombre de baigneurs, et les conditions météorologiques (notamment du vent) et hydrologiques (pluie éventuelle les jours d'avant) de sorte à affiner le diagnostic qui en sera fait.

3.4.3 Plan de gestion de crise

A l'aide des informations recueillies dans ce profil de baignade, le responsable des eaux de baignade doit définir par écrit et mettre en œuvre une procédure de gestion de crise adaptée en cas de pollution ponctuelle (pollution accidentelle ou dépassement des seuils AFSSET lors d'un contrôle sanitaire). Ce « plan d'alerte » doit présenter la marche à suivre en cas de constat d'une pollution.

Ce plan d'alerte a deux composantes, une composante « contamination bactériologique anthropique externe » et une composante « contamination interhumaine ».

Ces deux « plans d'alerte » peuvent suivre les circuits décisionnels suivants :

1. Contamination interhumaine

- Les services techniques auront au préalable définis le seuil éventuel conduisant à un risque de contamination inter-humaine. Cela nécessite que plusieurs campagnes de mesures aient été réalisées pour caractériser ce risque conformément au protocole défini au paragraphe 3.4.2.4). Mais on ne peut également exclure que ces campagnes concluent à l'absence de risque (en tel cas, il n'y aura pas de seuil). Ce qui suit est indexé sur la situation pour laquelle un seuil de risque avéré aurait été identifié.
- Les services techniques vérifient l'ordre de grandeur du nombre de personnes se baignant. Si celui-ci excède le seuil à risque pressenti, la plage est dans une situation à risque et il faut réaliser un prélèvement pour analyse bactériologique (E. coli, entérocoques, staphylococcus aureus et pseudomonas aeruginosa).
- Si les résultats des analyses dépassent les seuils admissibles on doit en toute logique fermer la plage jusqu'à vérification que la contamination est passée. Mais comme cette contamination est liée à l'affluence qui est hautement

variable d'un jour sur l'autre, cela doit avant tout induire le gestionnaire de baignade à rechercher une solution permettant de réduire cette contamination à un niveau acceptable. La gestion de ce type d'événement sert donc avant tout à définir l'amplitude de la contamination et dans quel contexte et fréquence elle intervient. Cela permettra au gestionnaire de baignade de décider de la stratégie à mettre en place.

2. Contamination bactériologique anthropique externe

- Les services techniques vérifient que la plage n'est pas dans une situation à risque au moyen d'indicateurs ciblés :
 - pluviométrie >8mm cumulés sur les trois jours précédents,
 - OU population importante d'oiseaux sur la plage dans les 24h qui ont précédé.
- Compte tenu du faible nombre de données statistiques, ces seuils indicateurs ne peuvent pas être précis et pourront être affinés au fur et à mesure des futures analyses.
- Si un de ces indicateurs est positif, on déclenche une mesure bactériologique en analyse rapide ;
- Si les résultats des analyses dépassent un des seuils de l'AFSSET (660 pour Entérocoques ou 1800 pour E. coli), le responsable de la plage peut prendre la décision d'interdire la baignade ;
- L'interdiction de baignade implique l'affichage d'une information à destination du public ;
- Des mesures sont réalisées pendant l'interdiction de baignade pour réenclencher l'autorisation de baignade quand les deux seuils ne sont plus atteints.

Le circuit décisionnel est repris de manière schématique ci-après.

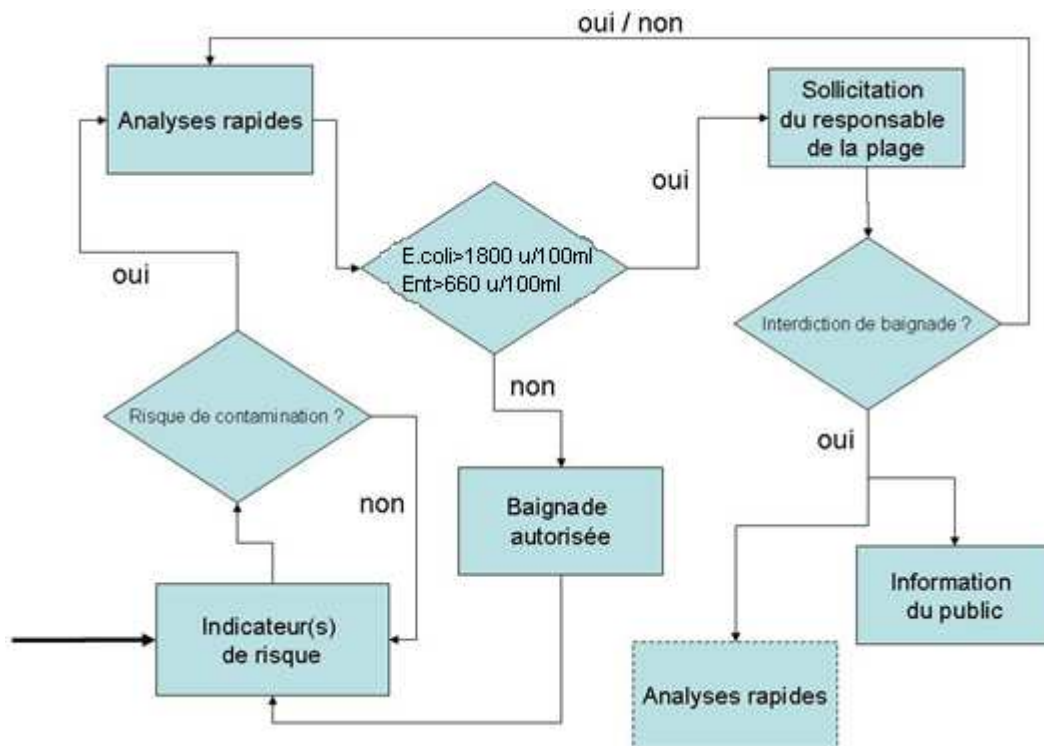


Figure 7: Proposition de circuit décisionnel

3.5 Synthèse opérationnelle

3.5.1 Campagnes de suivi des risques liés aux animaux dans le plan d'eau de Moisson

- **Risque de contamination bactérienne par les ragondins dans le lac :** Il convient de prélever un échantillon d'eau sur les rives Est et Sud du lac. Ce prélèvement sera à réaliser une fois au printemps (tous les deux ans en cas d'absence de risque et une fois par an si le risque est avéré). Sur cet échantillon sera analysée la teneur en Leptospires. Si cette présence est constatée il conviendra de refaire l'opération au droit de la baignade. Cette détection induira la mise en œuvre d'une campagne de piégeages des ragondins sur le lac, notamment à l'Ouest, au nord, et au Sud du lac ;
- **Risque de dermatite cercarienne dans le lac :** Une recherche de cercaire sera à réaliser tous les deux ans. Elle sera mise en œuvre en période estivale, par temps chaud dans la végétation macrophytique située à proximité de la zone de baignade. En cas de risque avéré, il conviendrait de supprimer les macrophytes aux abords de la zone de baignade, de ramasser les mollusques qui s'y trouveraient, et d'intensifier l'éloignement des oiseaux aquatiques

(canards, cygnes et oies bernaches qui sont les principaux vecteurs de ce parasite). Concernant les oies bernaches, elles ne sont plus protégées et peuvent donc être chassées.

3.5.2 Gestion d'une crue de la Seine induisant un débordement dans le lac.

- Il faut Interdire les activités pendant la durée du débordement dans le lac ;
- Après la fin de la crue, le lac se vidangera progressivement dans la Seine, jusqu'à retrouver le niveau d'eau d'avant la crue. Si cet abaissement tardait trop, on devrait alors envisager d'ouvrir temporairement la liaison avec la Seine de sorte à accélérer cette vidange (interdire cependant tout retour d'eau de la Seine vers le lac, et refermer cette liaison dès que possible) ;
- Suivre au pas de temps hebdomadaire la qualité microbiologique de l'eau (échantillonnage hebdomadaire sur la plage comme pour un contrôle bactérien habituel et faire analyser les Escherichia Coli et les entérocoques intestinaux), et suivre journalièrement la transparence de l'eau, et ce jusqu'au retour à la normale des paramètres bactériens et de transparence. Ne réouvrir les activités nautiques et de baignade qu'à l'issue de ce retour à la normale (et préférentiellement 4 semaines après la crue en ce qui concerne l'activité de baignade).
- Suivre les paramètres caractéristiques de l'eutrophisation pour caractériser le risque de développement éventuel des cyanobactéries en faisant une campagne de mesure trimestrielle jusqu'à l'hiver avec mesure in situ (au droit de la partie profonde au centre du lac) de la transparence au disque de Secchi, de la température, du taux de saturation en oxygène dissous, et du pH et prélèvement d'un échantillon d'eau (en sub surface) et analyse des paramètres suivants : NO_3 , NH_4 , PO_4 Ptotal, et Chlorophylle a. Si la teneur en chlorophylle a dépasse $15\mu\text{g/l}$, il faudra procéder à un dénombrement phytoplanctonique au niveau du genre.

3.5.3 Gestion du risque cyanobactérien dans le plan d'eau de Moisson

- Mettre en place une surveillance basée sur l'observation visuelle et sur la mesure de la transparence au disque de Secchi. Celle ci est à réaliser au milieu du lac (dans la zone profonde). La mesure est à faire à heure fixe, tous les jours, soit en fin de matinée, soit en milieu d'après midi.
- En cas de suspicion de présence d'une efflorescence de cyanobactéries, il faut effectuer un prélèvement et rechercher directement la présence de cyanobactéries dans l'échantillon.

- En cas contraire, si la transparence devient inférieure à 1m et qu'elle ne peut être inféodée à un coup de vent ou à un épisode de pluie, on procède à un échantillonnage d'eau 20 cm sous la surface de l'eau pour analyse de la chlorophylle a (fréquence hebdomadaire à bimensuelle) ;
- Si la teneur en chlorophylle a est supérieure à un seuil compris entre 10 et 20 µg/l (à ajuster en fonction des résultats obtenus au cours du temps, en commençant par un seuil de départ de 15µg/l) on procède à un échantillon d'eau en sub surface pour dénombrement des cyanobactéries.
- Si les cyanobactéries sont présentes et majoritaires. On regarde quel est leur nombre par unité de volume et on ajuste la gestion des usages et les mesures prises. Les trois seuils sont de 0 à 20 000 cellules/ml, de 20 000 à 100 000 cellules/ml, et au delà de 100 000 cellules/ml. Au delà de 100 000 cellules/ml il faut déclencher une recherche de microcystine LR. Le seuil critique est de 25µg/l. A partir de ces éléments on définit 3 niveaux, correspondant à différents impératifs de gestion. Le tableau de gestion des activités présenté dans le rapport est rappelé ci après.

Étude de profil de baignade et activités aquatiques de la base de Boucle de Seine

Activités	Niveau de risque		
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
	< 100 000 cellules Cyano/100ml	> 100 000 cellules Cyano/100ml et toxines cyano (microcystine LR) < 25µg/l	> 100 000 cellules Cyano/100ml et toxines cyano (microcystine LR) > 25µg/l
Baignade	maintien d'une activité normale sur le site mais information du public. Eviter d'ingérer et respirer les aérosols de l'eau. Prendre une douche soignée après la baignade ou l'activité nautique, nettoyer le matériel et les équipements de loisir nautiques, consulter un médecin en cas d'apparition de troubles de santé.	baignade et activités nautiques limitées hors zones de plus fortes présence de cyanobactéries. Eviter d'ingérer et respirer les aérosols de l'eau. Eviter tout contact prolongé avec l'eau. En cas d'immersion accidentelle se rincer abondamment sous une douche. Nettoyer le matériel et les équipements de loisir nautiques, consulter un médecin en cas d'apparition de troubles de santé.	Interdiction baignade
Voiles; planche à voile			la pratique de la voile est possible mais sont interdites la découverte et l'initiation à la voile sur dériveur, et toute activité sur dériveur à partir d'un vent de force 4. Par ailleurs, il est interdit d'entrer en contact avec l'eau. Toute pratique nécessitant un tel contact est interdite
Planche à voile			la pratique est interdite
Canotage, pedalo			interdiction toutes activités dans zone concernée
Canoe, kayak			interdiction toutes activités dans zone concernée
Autres activités (en bord de plan d'eau)			interdiction contact avec eau ou écumes (pour les hommes et les animaux)
Pêche	recommandation de ne pas consommer les poissons, bien se rincer après contact avec l'eau et nettoyer le matériel de pêche	Pêche limitée hors zone de plus fortes présence de cyanobactéries. Recommandation de ne pas consommer les poissons, bien se rincer après contact avec l'eau et nettoyer le matériel de pêche	Interdiction de la pêche

Aviron*	maintien d'une activité normale sur le site mais information du public. Eviter d'ingérer et respirer les aérosols de l'eau. Prendre une douche soignée après la baignade ou l'activité nautique, nettoyer le matériel et les équipements de loisir nautiques, consulter un médecin en cas d'apparition de troubles de santé.	baignade et activités nautiques limitées hors zones de plus fortes présence de cyanobactéries. Eviter d'ingérer et respirer les aérosols de l'eau. Eviter tout contact prolongé avec l'eau. En cas d'immersion accidentelle se rincer abondamment sous une douche. Nettoyer le matériel et les équipements de loisir nautiques, consulter un médecin en cas d'apparition de troubles de santé.	La pratique de l'aviron est possible mais la découverte et l'initiation est interdite. Toute pratique nécessitant un contact avec l'eau est interdite
Ski nautique*			interdiction toutes activités dans zone concernée
nage en palme, plongée*			interdiction toutes activités dans zone concernée
Jeux d'eau*			arrêt des jeux d'eau liés à des prélèvements dans le lac

* : Ces activités sont peu ou pas pratiquées sur le lac de Moisson. Mais si elles devaient être pratiquées dans un avenir proche, elles seraient couvertes par les présentes préconisations

D'une façon générale, toute fermeture de baignade ou restriction d'activité doit faire l'objet de l'affichage d'une information à destination du public.

3.5.4 Gestion d'une contamination bactérienne sur le plan d'eau de Moisson

- **Risque de contamination inter-humaine** : en cas de pic d'affluence sur la plage et surtout dans l'eau, on effectue des prélèvements indépendamment dans le petit bain et dans le grand bain en fin de matinée et en milieu d'après midi. Dans chaque cas (chaque bain, et chaque période d'échantillonnage), on fait 4 à 5 échantillons d'eau à différents endroits pour faire un échantillon moyen. De même, dans chaque cas on fait des photographies panoramiques des zones de baignade. Les échantillons sont

envoyés à un laboratoire pour analyse (E Coli, Entérocoque intestinaux, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*). Les seuils acceptables sont respectivement de 1800 ufc/100ml, 660 ufc/100ml, 20 ufc/100ml et 10 ufc/100ml. S'il y a dépassement, cela confirme la contamination. Il faut alors identifier le nombre de baigneurs correspondant (à partir des photos), puis décider des actions à mettre en œuvre pour réduire le risque (ces actions sont forcément des actions d'anticipation et ne relèvent pas de la gestion active).

- **Contamination bactériologique anthropique externe** : Si la plage est dans une situation à risque (pluviométrie > 8mm cumulés sur les 3 jours précédents, ou population importante d'oiseaux sur la plage dans les 24h précédentes), on fait un prélèvement pour analyse bactériologique (E Coli et Entérocoques intestinaux). Si l'un des seuils (respectivement 1800 ufc/100ml et 660 ufc/100ml) est dépassé, on ferme la baignade jusqu'à retour en deçà des seuils.

D'une façon générale, toute fermeture de baignade ou restriction d'activité doit faire l'objet de l'affichage d'une information à destination du public.

4

Information du public

L'information du public est une étape importante du profil de baignade car les baigneurs ou usagers de la base de loisirs sont les premiers touchés en cas de pollution.

Afin de les informer de la vulnérabilité de la plage, une affiche résumant le profil sera préparée à l'issue de la phase 3, et installée à proximité de la zone de baignade : à côté des résultats du contrôle sanitaire, sur le panneau « Qualité des eaux de baignades ».

Enfin, une note de synthèse sous format électronique a été réalisée pour les phases 1 et 2, et sera complétée pour la phase 3.

ANNEXE 1 : **CIRCULAIRE DGS/SD 7 A N° 2003-270** **(04/06/2003)**

Circulaire DGS/SD 7 A n° 2003-270 du 4 juin 2003 relative aux modalités d'évaluation et de gestion des risques sanitaires face à des situations de prolifération de micro-algues (cyanobactéries) dans des eaux de zones de baignade et de loisirs nautiques

NOR : SANP0330251C

(Texte non paru au *Journal officiel*)

Date d'application : immédiate.

Textes modifiés : circulaire DGS/SD 7 A n° 2002-335 du 7 juin 2002 relative à la campagne 2002 de contrôle sanitaire de la qualité des eaux de baignade (chapitre II-3 : conduite à tenir en présence de micro-algues [cyanobactéries]).

Le directeur général de la santé à Mesdames et Messieurs les préfets de région (directions régionales des affaires sanitaires et sociales [pour information]) ; Mesdames et Messieurs les préfets de département (directions départementales des affaires sanitaires et sociales [pour attribution]) Le développement de cyanobactéries dans les eaux de baignade et de loisirs nautiques constitue un problème sanitaire émergent. En effet les cyanobactéries (algues bleues) sont, dans certaines conditions et selon leurs types, susceptibles de produire différentes toxines (dermatotoxines, hépatotoxines, neurotoxines) et d'être à l'origine de troubles somatiques de nature et d'intensité variables tels que des démangeaisons, des gastro-entérites aiguës, voire des atteintes neurologiques. Ces troubles surviennent à la suite d'une ingestion ou éventuellement de l'inhalation d'eau contaminée. Les baigneurs et les personnes pratiquant des activités nautiques constituent les populations les plus exposées aux risques sanitaires liées aux cyanobactéries.

En l'absence de normes sanitaires françaises ou européennes pour les eaux de baignade spécifiques aux cyanobactéries, hormis les critères visuels réglementaires de qualité des eaux, j'ai saisi le Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF), afin de préciser les critères d'évaluation des situations de prolifération de cyanobactéries et les modalités de gestion des risques sanitaires liés aux usages des zones de loisirs.

Vous trouverez ci-joint, l'avis du 6 mai 2003 du CSHPF, relatif aux mesures de gestion des risques sanitaires à mettre en œuvre en fonction de l'importance des proliférations et des activités pratiquées (baignades, loisirs nautiques). Je vous demande de transmettre cet avis aux maires et aux gestionnaires des zones de

baignade et de loisirs nautiques concernés de votre département. Vous vous assurerez de la mise en œuvre homogène à l'échelle du département, des dispositions de cet avis qui concernent notamment :

- la surveillance des caractéristiques physico-chimiques des zones de baignade et d'activités de loisir ;
- la démarche de gestion des risques qui devra être suivie en cas de modification des caractéristiques du milieu, selon le schéma décisionnel mentionné en annexe ;
- les messages sanitaires à diffuser au public.

Toute situation de prolifération devra vous être signalée immédiatement par le gestionnaire du site ou le maire concerné. Les coûts engendrés par les analyses réalisées par les collectivités sont à la charge de ces dernières. Vous veillerez également à ce que des panneaux d'information à destination du public soient apposés sur le site et dans tout lieu approprié (mairie, office du tourisme,...) selon les modalités définies dans l'avis. Il vous appartiendra (DDASS) de demander à la mairie de compléter le panneau d'informations par tous éléments qui mériteraient d'être portés à la connaissance du public.

Je vous demande de présenter l'avis du CSHPF aux membres du conseil départemental d'hygiène. Vous le diffuserez également auprès des instances locales concernées (élus, conseils départementaux de l'ordre des médecins, des pharmaciens, structures sanitaires, structures d'urgence, etc.).

Vous voudrez bien me faire parvenir sous le présent timbre vos observations éventuelles ou les difficultés que vous rencontrerez dans l'application des présentes instructions, ainsi qu'un bilan chiffré des épisodes de prolifération de micro-algues survenus dans votre département pour le 30 septembre 2003.

Le chef de service,
Y. Cocquin

CONSEIL SUPÉRIEUR D'HYGIÈNE PUBLIQUE DE FRANCE
Section des eaux
Séance du 6 mai 2003

RECOMMANDATIONS POUR LA GESTION DES SITUATIONS DE
CONTAMINATION D'EAUX DE Baignade ET DE ZONES DE LOISIRS
NAUTIQUES PAR PROLIFÉRATION DE CYANOBACTÉRIES

Avis

Considérant :

- les signalements de prolifération de cyanobactéries dans des eaux de baignade et de zones de loisirs nautiques, recensés par les directions départementales des affaires sanitaires et sociales dans le cadre du contrôle sanitaire des baignades aménagées et du suivi de zones de loisirs nautiques ;
- les dernières recommandations sur la gestion du risque pour la santé publique lié à la présence de cyanobactéries dans les eaux de baignade et de zones de loisirs nautiques publiées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en 1999, les niveaux de danger à considérer et les actions à mettre en œuvre (cf. annexe) ;
- l'absence de certitudes scientifiques sur l'écologie générale, les paramètres conditionnant l'apparition des efflorescences et la production de métabolites et en particulier de toxines par les cyanobactéries, et la faiblesse des données épidémiologiques sur l'impact sanitaire des proliférations en France ;
- le manque de méthodes analytiques normalisées pour les dénombrements des cyanobactéries et la détection ou le dosage de certaines de leurs toxines ;
- les risques sanitaires potentiels pour les baigneurs ou les pratiquants d'activités nautiques, induits par les différentes toxines (dermatotoxines, hépatotoxines, neurotoxines) qui peuvent être associées aux proliférations de cyanobactéries et être à l'origine de pathologies telles que des démangeaisons, des gastro-entérites, voire des atteintes hépatiques ou neurologiques ;
- le projet de directive de la Commission européenne relative à la qualité des eaux de baignade qui introduit le paramètre « prolifération de micro-algues » en tant que paramètre à surveiller dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux de baignade.

Le Conseil supérieur d'hygiène publique de France, à la suite des travaux réalisés par son groupe de travail et après discussion,

1. Demande :

- que soit validé un protocole permettant de définir et d'évaluer sur le terrain une « prolifération algale » pouvant déclencher la recherche de cyanobactéries et de leurs toxines ;
- que soient validées et normalisées les stratégies et les méthodes de prélèvements et d'analyses relatives à la détermination d'une contamination des eaux de baignades et de zones de loisirs nautiques par des cyanobactéries et leurs toxines pour lesquelles des méthodes existent (dénombrement cellulaire, identification, quantification de toxines) ;
- que soit réalisée une étude sur les contaminations des eaux de loisirs nautiques par les cyanobactéries et leurs toxines dans le but d'estimer les expositions à prendre en compte pour évaluer l'impact sanitaire sur les pratiquants de la baignade et des activités de loisirs nautiques ;
- qu'une veille épidémiologique soit organisée pour identifier des cas de pathologies associées à des proliférations de cyanobactéries.

2. Recommande :

- que soit mis en œuvre un programme de surveillance des zones de baignade et de loisirs nautiques, selon un arbre décisionnel décrit en annexe, afin de détecter toute prolifération algale et que celui-ci soit renforcé dans le cas des zones de baignade et de loisirs nautiques sensibles à l'eutrophisation ;
- qu'à la suite de ce programme, un bilan et un recueil de données soit établi à la fin de l'année 2003 pour permettre l'élaboration d'un nouvel avis pour la saison 2004 ;
- que l'emploi de toute substance chimique ou procédé physique à effet ou caractère algicide dans les zones de baignades soit proscrit en présence d'une prolifération de cyanobactéries afin d'éviter les risques de libération des toxines, une éventuelle sélection de souches résistantes et une dégradation de l'environnement ;
- qu'en l'absence de protocole validé garantissant l'absence de sélection de souches résistantes et de contamination de l'environnement, l'emploi en mode préventif de toute substance chimique à effet ou caractère algicide dans les zones de baignades soit soumis à autorisation ;
- que la gestion des situations de contamination par des cyanobactéries et/ou leurs toxines et l'information du public soient assurées selon les modalités définies en annexe.

3. Estime que malgré l'absence de méthodes validées et normalisées de dénombrement et/ou de détection des cyanobactéries ou de leurs toxines, la mise en œuvre d'une surveillance renforcée des sites de baignade, suivie d'une conduite à tenir détaillée comportant notamment l'information du public (cf. annexe), en cas de

prolifération de cyanobactéries, constitue actuellement le moyen le plus approprié pour assurer la sécurité des utilisateurs des baignades aménagées et des zones de loisirs nautiques.

4. Précise que l'arbre décisionnel devra être réexaminé à la lumière des expériences et des données acquises au cours de l'année 2003.

Le sous-directeur de la gestion
des risques des milieux,
T. Michelin

ANNEXE

ÉVALUATION ET GESTION DES SITUATIONS DE CONTAMINATION D'EAUX DE BAINADES AMÉNAGÉES OU DE ZONES DE LOISIRS NAUTIQUES PAR PROLIFÉRATION DE CYANOBACTÉRIES

1. Schéma décisionnel

Mise en place, par les gestionnaires des sites, en liaison avec les services en charge du contrôle sanitaire réglementaire des baignades aménagées :

- d'une surveillance renforcée, basée sur l'observation visuelle et sur la mesure de la turbidité ou l'observation au disque de Secchi ou la mesure du pH, des sites connus comme sensibles à l'eutrophisation, ayant déjà présenté des épisodes de proliférations de cyanobactéries ou dont le niveau de fréquentation est particulièrement élevé. Des dosages de chlorophylle a peuvent être réalisés mais ne peuvent être considérés comme des indicateurs spécifiques de cyanobactéries. Ce dosage peut être considéré comme une aide pour le suivi d'un même site avec un niveau d'alerte entre 10 et 50 µg/l et un niveau préoccupant supérieur à 50µg/l à condition que des observations microscopiques soient réalisées pour confirmer la présence de cyanobactéries majoritaires ;
- d'une surveillance visuelle des autres sites de baignade et de loisirs nautiques.

Lors de cette surveillance, tout changement des caractéristiques du milieu (modification de la couleur, variations importante de pH entre le jour et la nuit, diminution de l'indice de Secchi, apparition d'efflorescences, d'écumes, etc.), ne pouvant être expliqué par des causes locales simples qui ne présentent pas de caractère dangereux (augmentation de la turbidité suite à une pluie abondante...) doit conduire le gestionnaire du site, privé ou public et les services des DDASS, à suivre la démarche suivante :

Un (ou plusieurs) prélèvement(s) d'eau pour observation microscopique sont réalisés en des points représentatifs du plan d'eau où sont pratiquées des activités (baignade et loisirs nautiques). Ces prélèvements sont acheminés dans les meilleurs délais vers un laboratoire spécialisé pour la réalisation d'une observation microscopique, dans le but de rechercher la présence de cyanobactéries. Des dosages de chlorophylle a peuvent être réalisés mais ne peuvent être considérés comme des indicateurs spécifiques de cyanobactéries. En règle générale, il est important de considérer le fait que les efflorescences sont des phénomènes évolutifs et dynamiques parfois très rapides et qu'il importe d'adapter les fréquences d'échantillonnage en fonction de leurs évolutions (apparition des efflorescences, apparition des éventuelles toxines, disparition des efflorescences, disparition des toxines, déplacement selon les vents...).

Si les cyanobactéries sont absentes ou présentes mais minoritaires, la surveillance renforcée est reconduite. Une observation microscopique de contrôle est réalisée après un délai d'une semaine.

Si les cyanobactéries sont présentes et majoritaires, le dispositif de suivi de niveau I est déclenché :

Niveau I : réalisation d'un comptage cellulaire et d'une identification des espèces de cyanobactéries.

Si le comptage est inférieur à 20 000 cellules/ml 20 % (cyanobactéries en population majoritaire) :

- gestion : maintien d'une activité normale sur le site mais information du public et des usagers du site par la pose de panneaux exclusivement au niveau des zones de dépôts d'efflorescence ou d'écume (à adapter en fonction des variabilités géographiques liées aux vents) ;
- surveillance : poursuite de la surveillance renforcée de manière journalière. Réalisation d'un comptage cellulaire et d'une identification des espèces de cyanobactéries au moins bi-mensuelle.

Si le comptage est compris entre 20 000 et 100 000 cellules/ml 20 % (cyanobactéries en population majoritaire) :

- gestion : pas de restrictions d'utilisation du site mais information du public et des usagers du site par la pose de panneaux, notamment au niveau des zones de plus forte présence d'algues (variable en fonction du vent) et des zones d'usages ;
- surveillance : poursuite de la surveillance renforcée quotidienne du site, en assurant une fréquence d'échantillonnage hebdomadaire (observation microscopique, dénombrement et identification).

Si le comptage est supérieur à 100 000 cellules/ml 10 % (cyanobactéries en population majoritaire), alors déclenchement du dispositif de suivi de niveau II.

Niveau II : réalisation d'une recherche et d'une quantification de toxines.

Pour ce faire, et en attente de méthodes normalisées, il est recommandé de procéder à une analyse selon la méthode d'inhibition de l'activité enzymatique de la PP2A exprimée en équivalent microcystine LR. Si le laboratoire ne dispose pas de cette méthode, et bien que ne donnant pas une réponse de même nature, il est également possible, de réaliser des dosages de microcystines par test immunologique (résultat exprimé en microcystine LR) ou avec les méthodes, plus précises mais plus onéreuses, par couplage chromatographie en phase liquide-spectrométrie de masse. Si le taux de microcystines est inférieur à 25 µg/l en équivalent microcystine-LR :

- gestion : limitation de la baignade selon la localisation journalière des zones de plus forte présence de cyanobactéries et des résultats analytiques des zones d'eau échantillonnées ; information du public et des usagers du site par la pose de panneaux, notamment au niveau des zones de plus forte présence d'algues (variable en fonction du vent) et des zones d'usages ;
- surveillance : poursuite du suivi avec une fréquence hebdomadaire (dénombrement cellulaire, si ce dernier est supérieur à 100 000 cellules/ml, nouvelle mesure de concentration de toxines).

Si le taux de microcystines est supérieur à 25 µg/l en équivalent microcystine LR :

- gestion : interdiction de la baignade et limitation d'usages pour les loisirs nautiques individuels ou collectifs selon les modalités définies au point 2 ci-après.

Information du public et des usagers du site par la pose de panneaux, notamment au niveau des zones de plus forte présence d'algues (variable en fonction du vent) et des zones d'usages :

- surveillance : poursuite du suivi avec une fréquence hebdomadaire (dénombrement cellulaire, si ce dernier est supérieur à 100 000 cellules/ml, nouvelle mesure de concentration de toxines). Lors de la surveillance, la mise en évidence de la formation de mousse ou d'écume sur une aire de la zone doit immédiatement conduire au déclenchement du dispositif de suivi de niveau III ;

- gestion : interdiction de la baignade et de toutes les autres activités de loisirs nautiques dans les zones concernées. Prévenir tout contact de personnes ou d'animaux avec les écumes. Information du public et des usagers du site par la pose de panneaux, notamment au niveau des zones de plus forte présence d'algues (variable en fonction du vent) et des zones d'usages ;

- surveillance : suivi de l'évolution des mousses ou écumes et de leur localisation, poursuite du suivi du site avec une fréquence hebdomadaire (dénombrement cellulaire et identification). Suivi des concentrations en toxines au moins bimensuel.

2. Exemple de limitation des usages (1) exercée au sein des structures d'activités de loisirs nautiques

Aviron	La pratique de l'aviron est possible mais la découverte et l'initiation en skiff sont interdites
Voile	La pratique de la voile est possible mais sont interdites : - la découverte et l'initiation à la voile sur dériveur instable (Laser, Moth, Topper) ; - toute activité sur dériveur (sauf bateaux collectifs stables de type Seil) à partir d'un vent de force 4 (*)
Planche	La pratique de la planche est interdite (à l'exception de l'entraînement des athlètes figurant sur les listes de haut niveau, les espoirs et les équipes de ligues, par vent inférieur à force 4 (*))
Canoë	La pratique du canoë-kayak est possible mais sont interdites : - toute activité de canoë-kayak à partir d'un vent de force 4 (*) ; - toute pratique de découverte et d'initiation au canoë-kayak sur embarcation instable ; - la pratique du freestyle ; - la pratique du kayak-polo et du slalom sauf prise en compte par les clubs du niveau de pratique et d'aménagement de l'activité ; - l'utilisation d'embarcations de course en ligne à l'exception de l'entraînement en bateau monoplace des athlètes figurant sur les listes de haut niveau, les espoirs et équipes de ligues
Autres embarcations	L'utilisation d'embarcations instables (barques, pédalo) ou entraînant un contact avec l'eau est interdite
Autres dispositions	- la baignade est interdite. Les pratiquants ne doivent pas se mettre dans l'eau pour embarquer ou débarquer, ni s'asperger ou se rafraîchir avec l'eau de la zone d'activité ; - le matériel et les équipements doivent être rincés après usage ; - en cas de contact avec l'eau au cours d'une activité nautique tolérée, une douche soignée doit être prise. Une consultation médicale sera nécessaire en cas d'ingestion d'eau et de survenue de troubles de santé de type : gastro-entérites, démangeaisons, conjonctivite...
(*) Vent mesuré sur le plan d'eau.	

En cas de doute sur les résultats du suivi analytique et en fonction des conditions environnementales, des mesures plus contraignantes concernant la restriction de pratique des activités nautiques peuvent être prises par les autorités locales ou les responsables et éducateurs sportifs qui travaillent sur les zones d'activités nautiques.

3. Exemple d'information du public

Le CSHPF propose le message d'information type suivant à destination du public et des usagers dans le souci d'afficher une cohérence et une homogénéité des messages officiels.

Les cyanobactéries sont des organismes microscopiques qui peuvent se développer dans les eaux douces et les eaux de mer et former des dépôts abondants et des mousses appelées « efflorescences algales ». Certaines espèces peuvent produire et libérer des toxines qui peuvent être à l'origine de risques sanitaires pour les baigneurs ou les pratiquants d'activités nautiques. Les effets actuellement connus sont les suivants :

- lors de contact avec l'eau : irritations et rougeurs de la peau, du nez, de la gorge, des yeux, des muqueuses ;
- lors de l'ingestion de l'eau : maux de ventre, diarrhées, nausées, vomissements.

Les risques sanitaires liés aux situations de proliférations algales sont gérés sur la base des recommandations du Conseil supérieur d'hygiène publique de France. Les analyses effectuées sur ce site indiquent la présence de cyanobactéries à un nombre* Ce site fait l'objet d'une surveillance de la part des gestionnaires et des services de la direction départementale des affaires sanitaires et sociales. Cependant certaines précautions doivent être prises et les interdictions éventuelles respectées :

Éviter de se trouver en contact avec des zones de dépôts abondants et d'irisations de couleur verte et de mousses si * inférieur à 20 000 cellules/ml.

Si * compris entre 20 000 et 100 000 cellules/ml, il est conseillé :

- d'éviter d'ingérer et de respirer des aérosols de l'eau ;
- de prendre une douche soignée après la baignade ou après l'activité nautique ;
- de nettoyer le matériel et les équipements de loisirs nautiques ;
- de consulter un médecin en cas d'apparition de troubles de santé.

Si * supérieur à 100 000 cellules/ml :

1. la baignade est soit limitée, soit interdite en fonction des dosages de toxines ;
2. la pratique des activités de loisirs nautiques est limitée ;
3. éviter d'ingérer et de respirer des aérosols de l'eau ;
4. éviter tout contact prolongé avec l'eau ;
5. en cas d'immersion accidentelle, se rincer abondamment sous une douche ;

6. en cas d'apparition de troubles de santé, consulter un médecin en lui précisant la pratique d'activités nautiques sur plan d'eau affecté par des proliférations de cyanobactéries.

(1) Source : direction départementale de la jeunesse et des sports avec la collaboration de la direction départementale des affaires sanitaires et sociales de la Loire-Atlantique.

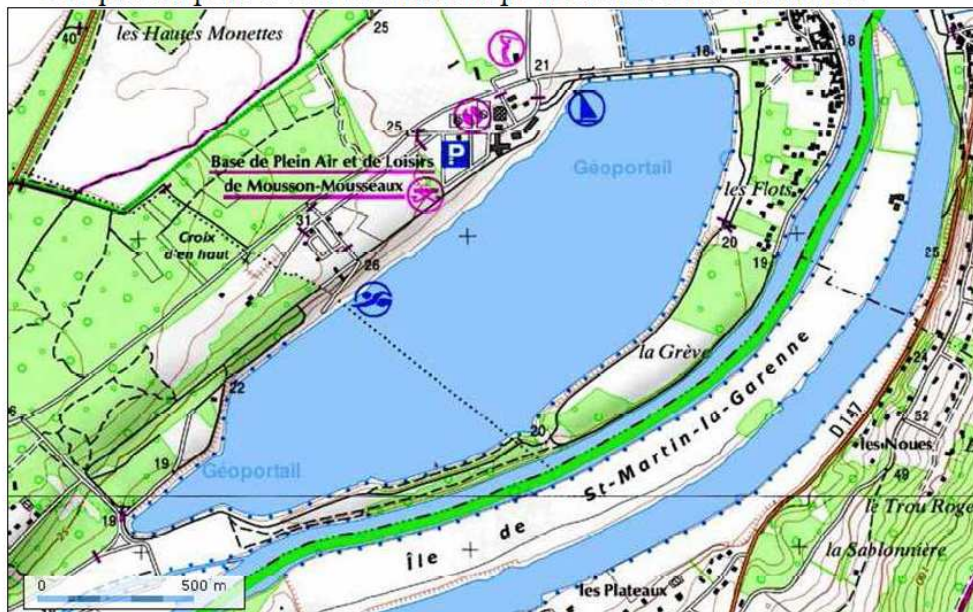
ANNEXE 2 : FICHE D'OBSERVATION QUOTIDIENNE



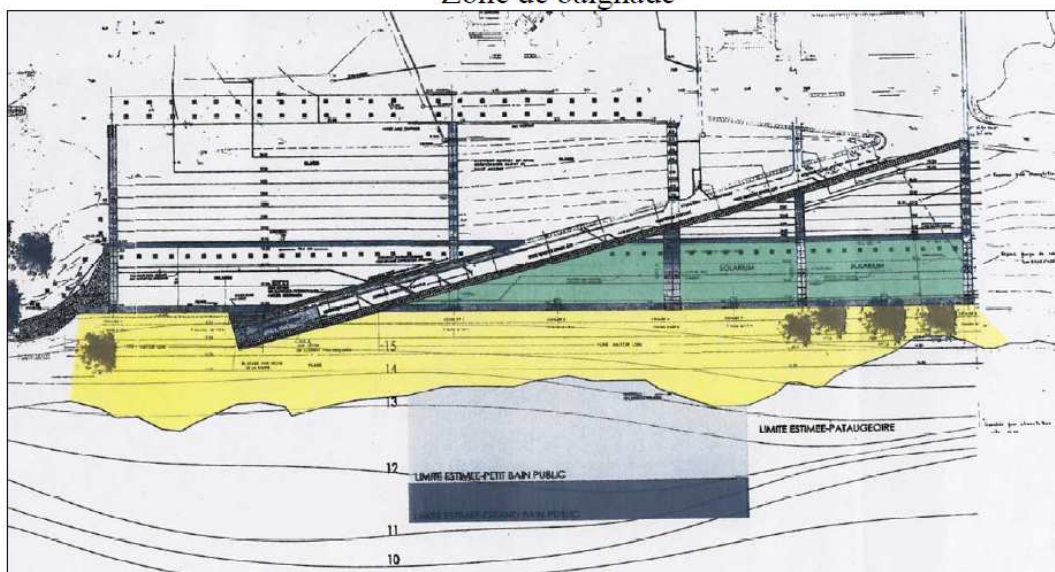
Fiche d'observation visuelle de site									
Description du contexte des observations									
Date :		Heure :		Nom de l'observateur :					
Force du vent :		m/s							
Temps :	humide	pluvieux		nuageux			ensoleillé		
Météo des jours précédents :									
Compte rendu des observations sur site									
<u>Présence d'une couche d'écume</u>		OUI			NON				
<u>Définition :</u> Couche ininterrompue d'algues presque ou complètement opaque d'au moins 1 m ²									
Si OUI :	A l'intérieur de la zone de baignade :			OUI			NON		
	A l'extérieure de la zone de baignade :			OUI			NON		
	Épaisseur de la couche d'écume :						cm		
	Surface de l'écume						m ²		
	Couleur de l'écume			verte	orangée	Autre :			
Caractéristiques de la couche d'écume			continue	éparse	Autre :				
<u>Dominance de cyanobactéries</u>		OUI			NON				
<u>Définition :</u> Dominance visible dans la colonne d'eau sous forme d'amas ou de flocs (verts ou oranges)									
Si OUI :	Caractéristiques de la dominance			flocs	boules	Autres :			
<u>Présence d'animaux</u>		OUI			NON				
<u>Définition :</u> Présence d'animaux domestiques ou sauvages sur les plages, les zones de baignades ou leurs abords immédiats									
Si OUI :	Espèce :	cygne		canard		oie		ragondin	
	État :	mort	vivant	mort	vivant	mort	vivant	mort	vivant
	Nombre :								
	Espèce :	poisson		chien		...		...	
	État :	mort	vivant	mort	vivant	mort	vivant	mort	vivant
Nombre :									
<u>Présence de déchets</u>		OUI			NON				
<u>Définition :</u> Présence de déchets de tout type : alimentaires, gros volumes, verts (algues ou macrophytes mortes) sur les plages, les zones de baignades ou leurs abords immédiats									
Si OUI : (Nombre et type)	Sur le sable								
	Flottants sur l'eau								
	Sur les berges								
	Ailleurs								
Mesures de terrain									
<u>Température de l'eau</u>		°C		Température de l'air				°C	
<u>Fréquentation</u>		Petit bain		Grand bain					
<u>Photographies :</u>		N°.....		N°...					
<u>Transparence (Secchi) :</u>		m.							
Autres éléments à noter									



Croquis du plan d'eau de Moisson pour localiser les anomalies



Zone de baignade

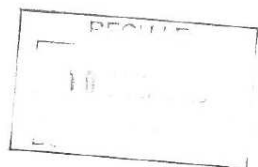


Légende :

	Couche d'écume
	Cyanobactéries
X	Animaux
O	Déchets

ANNEXE 3 : SUIVIS REALISÉS PAR AQUASCOP EN 2013

:



2013.02102

Il vient avec
son personnel et
son bateau

Base de loisirs des Boucles de Seine
78840 MOISSON-MOUSSEaux

A l'attention de Monsieur VIATEUR

n° réf. : CB/c. 7939-b

Beaucouzé, le 8 janvier 2013

Objet : Autorisation de navigation sur le plan d'eau
de Base de plein air et de loisirs de Moisson-Mousseaux - Année 2013

Monsieur le Directeur,

Comme en 2010, nous sommes chargés par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie de caractériser la qualité de 20 plans d'eau du bassin Seine-Normandie au cours de l'année 2013. Cette étude s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau 2000/60/CE et vise à préciser l'état des masses d'eau plans d'eau au regard des objectifs de cette directive.

Le plan d'eau « Base de plein air et de loisirs de Moisson-Mousseaux » fait partie de la liste des masses d'eau à étudier.

En tant que prestataire choisi par l'Agence pour réaliser les différentes campagnes nécessaires au suivi, nous sollicitons de votre bienveillance l'autorisation d'accéder au site. A ce titre, je me permets de vous préciser ci-dessous le programme prévisionnel et les modalités d'interventions envisagées :

Année 2013	Prestation	Durée approximative sur site
Février/mars	Prélèvement d'eau au point le plus profond	2 à 3 h
Mai	Prélèvement d'eau au point le plus profond	2 à 3 h
Juillet-août	Prélèvement d'eau au point le plus profond	2 à 3 h
Septembre	Prélèvement d'eau au point le plus profond et indices biologiques	½ à 1 journée
Entre mai et octobre	Relevés de végétation	1 à 2 journées consécutives

Nous communiquerons les dates précises de chacune de nos interventions à la personne que vous aurez désignée (sur le coupon réponse joint), et ce la semaine précédant le déplacement sur site.

Nous vous rappelons que la réalisation des différentes prestations nécessite la présence de 2 personnes naviguant sur le plan d'eau avec une embarcation (Newmatic 360, Aquapêche 350 ou Bombard) équipée d'un moteur thermique de puissance 6 ou 10 CV. En cas de restriction à la navigation, nous sollicitons une dérogation pour l'utilisation d'un moteur thermique, pour la période allant du 1^{er} février 2013 au 30 octobre 2013.

Il va de soi que les intervenants disposent du permis bateau adapté et que les règles de navigation sont respectées.

Vous trouverez ci-joint un descriptif plus précis des différentes interventions ainsi qu'un coupon réponse à nous renvoyer le plus rapidement possible.

Je vous remercie de l'attention que vous voudrez bien accorder à ma demande d'autorisation, et reste à votre disposition pour tout complément d'information.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, mes salutations distinguées.

Corinne BIDAULT

www.aquascop.fr

A l'Agence de l'eau Seine-Normandie, le responsable de ce dossier est Fabrice MARTINET ; ses coordonnées sont les suivantes :

Fabrice MARTINET
Direction de l'Eau, des Milieux aquatiques et de l'Agriculture,
Agence de l'Eau Seine-Normandie
51 rue Salvador Allende
92 027 Nanterre Cedex
martinet.fabrice@aesn.fr
01 41 20 16 30

A AQUASCOP, la responsable de ce dossier est **Corinne BIDAULT** ; ses coordonnées sont les suivantes :

Corinne BIDAULT
AQUASCOP
1 avenue du Bois l'Abbé
49070 Beaucouzé
corinne.bidault@aquascop.fr
02 41 22 01 01

www.aquascop.fr

CONTENU DU SUIVI – ANNEE 2013

	Nbre de campagnes	Site de prélèvement, mesures et observations	Nbre d'échantillons	Paramètres
Qualité EAU	4	1 (au plus profond)	2 (intégré + fond)	-mesures in situ (T°, O2 dissous, % O2, pH, conductivité) sur profil vertical, -matières en suspension, matière organique, azote, phosphore, chlorophylle... (13 paramètres), -minéraux (9 paramètres - 1 fois par an), -micropolluants minéraux (20 molécules environ), -micropolluants organiques (+ de 200 molécules)
Qualité SEDIMENT	1 (été, automne)	1 (au plus profond)	1	-phosphates, phosphore total, azote ammoniacal sur eau interstitielle, -matière organique, carbone organique, azote organique, phosphore total, -aluminium, fer, manganèse -micropolluants minéraux (20 molécules environ), -micropolluants organiques (+ de 200 molécules)
Phytoplancton	4	1 (au plus profond)	1 (intégré)	Liste d'espèces, abondance, biomasse
Invertébrés	1 (été)	Mollusques (3 isobathes) Oligochète : 1 point	/	Liste d'espèces
Végétation aquatique	1 (été)	Ensemble du site	/	Liste d'espèces, classes d'abondance et recouvrements par transect
Bathymétrie	1 (février à mai)	Ensemble du site	/	Mesure des hauteurs d'eau et description du site